



ÓBUDAI EGYETEM

**Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Elektronikai és Kommunikációs Rendszerek Intézet
Mikroelektronikai és Technológia Tanszék**

SZAKDOLGOZAT

**OE-KVK
2022.**

Hallgató neve: **Tuboly Tamás**

Hallgató törzskönyvi száma: T009505/FI12904/K

Budapest, 2022



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Mikroelektronikai és Technológia Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Tuboly Tamás

Szaktervezési szám: SZD22032812542748

Törzskönyvi szám: T009505/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: világítástechnikai szakmérnök

Specializáció:

A dolgozat címe: Különböző funkciójú szállodai helyiségek világítási és kapcsolástechnikai tervezésének bemutatása

A dolgozat címe angolul: Lighting design and electrical layout plan of indoor spaces with various functions in a hotel

A feladat részletezése:

Intézményi konzulens neve: Balázs László

A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 06. 30.

Beadási határidő: 2022. 05. 15.

A szaktervezési: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2022. 03. 29.



Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

belső konzulens

külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2022. 04. 25.

Tuboly Tamás

.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	6
1.1. A kitűzött cél	8
2. A napsugárzás geometriája és jellemzői	8
3. A mágneses deklináció	13
4. Napsugárzási adatok mérése, és gyűjtése Európában és Magyarországon	14
5. Napsugárzás és a megvilágítás lux alapú konverziója	15
5.1. A Nap különböző spektrumai	16
5.2. Napsugárzás és a lux megvilágítás konverziójának feloldása	17
6. A Normafa Club House alagsori közlekedőjén az oldal bevilágítók a közvetlen benapozás meghatározása	20
6.1. Az alagsori közlekedő helyszínének ismertetése	20
6.2. Pihenő-1. oldal bevilágítóinak vizsgálata	22
6.3. Közlekedő - 1. oldal bevilágítóinak vizsgálata	28
6.4. Pihenő - 2. (Közlekedő-2) oldal bevilágítóinak vizsgálata	34
6.5. Közlekedő-3 oldal bevilágítóinak vizsgálata	39
6.6. Lounge medence oldali bevilágító vizsgálata	44
6.7. Lounge belső udvari bevilágító vizsgálata	49
6.8. Lounge üvegajtó bevilágító vizsgálata	53
7. Az oldal bevilágítók tulajdonságai	56
8. Az alagsor oldal bevilágítóin bejövő fény mennyiségének meghatározása az Eumetsat PVGIS-SARAH adatai alapján.	59
9. Az alagsor oldal bevilágítók fényviszonyainak modellezése DIALux evo-val.	62
10. A természetes és mesterséges világítás összehangolása az alagsori közlekedőn	66
10.1. Energia és karbantartási költség megtakarítás természetes fény használata esetén.	70
10.2. Alagsori közlekedő megvilágítási szintjei a természetes fény esetén.	72
11. Eredmények összefoglalása	76
12. Summary of results	81
13. Mellékletek	86
13.1. Alagsori közlekedő bevilágítóin bejövő fénymennyiségek számítása az Eumetsat PVGIS-SARAH adatai alapján ..	86
13.2. Alagsori közlekedő DIALux evo modell fotometria számításai	92
13.3. Alagsori közlekedőn kézi megvilágításmérővel végzett mérések	104
13.4. Közlekedő-1 oldal bevilágító mérések	105
13.5. Közlekedő-1 üvegajtó bevilágító mérések	106
13.6. Lounge oldal bevilágító mérések	109
13.7. Alagsori közlekedő padlószintjén végzett megvilágítás mérések	112
13.7.1. Info – Pont mérései	112
13.7.2. Pihenő-1 mérései	117
13.7.3. Közlekedő - 1 mérései	123
13.7.4. Pihenő-2 mérései	127
13.7.5. Közlekedő - 3 mérései	132
13.7.6. Lounge mérései	137
13.7.7. Megvilágítási szintre kapcsoló Luxomat szenzor adatlapja	145
14. Irodalomjegyzék.....	148
15. Ábra, táblázat, és adatlap jegyzék:	149

1. Bevezetés

Az emberi életében, a pszichológiai és egészségi állapotát, biológiailag a természetes fény szabályozza. A természetes fény élettani hatásai közül ki kell emelni, az életünk napi ritmusára való hatását, a cirkadián ritmust. Ezt a napi ritmust a ganglion sejtekről jövő idegimpulzusok szabályozzák és kiváltják a melatonin hormon kiválasztását (alvási ciklust irányító hormon). Ésszerű törekvés, hogy ha mód van rá biztosítani minél több napfény bejuttatását az épületek belső terébe. A mesterséges fény csak a látást teszi lehetővé. A mesterséges fény az emberi hormon termelésére zavaró hatással van. A mesterséges fény hullámhosszaiból hiányoznak azok a hullámhosszak, amelyek szükségesek a szervezetünk egészséges működéséhez, az immunrendszerünk egészséges fenntartásához. A vizuális vagy látható környezettel az embernek szoros kapcsolata van. A vizuális környezet a belsőtér és a belsőtérből látható külsőtér együtteséből tevődik össze. A Nap, mint fényforrás a természetes világítás elsődleges fényforrása. A belső térbe ez a természetes fényforrás bejuthat közvetlenül, az égbolton szóródva, vagy a belső térbe mesterséges környezeten reflektálódva. A természetes világítás egyik legfontosabb kérdése hogy az adott belsőtérbe történő benapozás az év mely időszakaiban valósul meg, az adott bevilágítókon keresztül. A napsugárzás erősségének változása a Nap - Föld távolságának és a napsugarak beesési hajlásszögének mindenkori változásának a függvénye. A Napsugárzás egy párhuzamos sugárzás, mely az adott bevilágító felületét éri és fajlagos átlagértéke 1370W/m^2 , illetve színhőmérséklete 5760K . Az alkalmazható természetes fény minősége napi és éves ciklusok között változik, de a minősége folyamatosan kiváló. A várható globális energiaválság a megújuló energiák hasznosításának fokozott kényszerét vetíti előre. A Nap energiája és fénye az a szinte kimeríthetetlen energiaforrás, amelyhez mindenki hozzáfér, és nincs olyan világító berendezés, amely helyettesíteni lenne képes annak természetes fényét. A magyarországi Központi Statisztikai Hivatal, Magyarország 2018 kiadványában a háztartások a rendelkezésükre álló energia 9,4% - át világításra használják. Ez az érték egy szálloda esetében még jelentősebb. Jelen dolgozat egy példát mutat be arra, hogyan lehet meghatározni egy a napfény jártá oldalbevilágítók benapozási időintervallumait, és milyen energia megtakarítást lehet elérni a természetes fény használatával.

Abstract

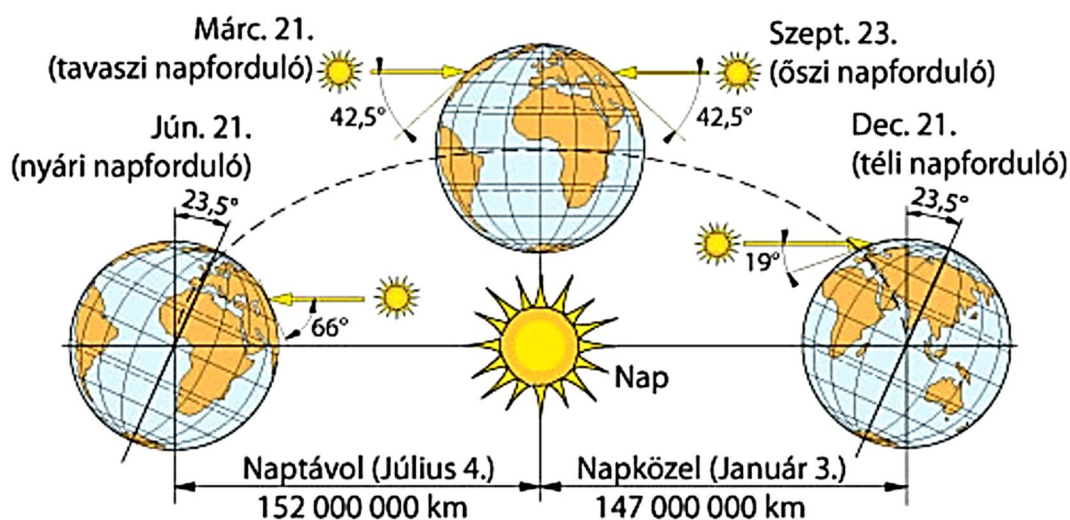
Human life, psychological and health, is biologically regulated by natural light. Among the physiological effects of natural light, we must highlight its effect on the circadian rhythm of our daily life. This circadian rhythm is regulated by nerve impulses from the ganglion cells and triggers the secretion of the hormone melatonin (the hormone that controls the sleep cycle). It is a reasonable aim to ensure that, where possible, as much sunlight as possible is allowed into the interior of buildings. Artificial light only allows vision. Artificial light interferes with human hormone production. The wavelengths of artificial light lack the wavelengths that are necessary for the healthy functioning of our body and the maintenance of a healthy immune system. The visual or visible environment has a close relationship with humans. The visual environment is a combination of the interior space and the exterior space visible from the interior space. The sun is the primary source of natural light. It can enter the interior - the natural light source - either directly, scattered by the sky, or reflected into the interior by an artificial environment. One of the most important issues in natural lighting is what time of the year the penetration into a given interior space occurs, through the particular lighting fixtures. The variation in the intensity of solar radiation is a function of the variation in the distance from the Sun to the Earth. Solar irradiance is a parallel radiation incident on the surface of a given illuminator and has an average specific value of 1370W/m^2 and a colour temperature of 5760K. The quality of the natural light that can be applied varies from day to day and year to year, but is consistently excellent. The expected global energy crisis will lead to an increased need for renewable energies. The energy and light of the sun is the almost inexhaustible source of energy to which everyone has access, and no lighting device can replace its natural light. According to the Hungarian Central Statistical Office, Hungary 2018, households use 9.4% of their available energy for lighting. This figure is even more significant for a hotel. The present paper presents an example of how to determine the wetting intervals of a side-lighting system in sunlight and the energy savings that can be achieved by using natural light.

1.1. A kitűzött cél

A dolgozat röviden áttekintést ad természetes nappól fővő fény tulajdonságairól, standard nap spektrumok típusairól, a napsugárzás által szállított energiamennyiség és a lux megvilágítás konverziós átváltásáról. A dolgozat foglalkozik a Normafa Club House szálloda épületének alagsori közlekedőjén levő oldal bevilágítók vizsgálatával, meghatározza azok benapozási idejét. Az alagsori közlekedőn található oldal bevilágítók természetes fény alapú fényviszonyainak modellezése DIALux evo programmal. Kézi megvilágításmérővel, a közlekedőn, fényviszonyok változásának felmérése, különböző napszakokban és időpontokban. A mérési adatok és a természetes fény modellezésének felhasználásával, meghatározásra kerül, a természetes fény, mint fényforrás, használhatóságának időbeli meghatározása, a mesterséges világítás helyettesítése céljából. A műholdas mérési adatok konverziójából nyert eredmények és a kézi megvilágításmérővel mért adatok összehasonlítása. A természetes fény használatával nyert energia és üzemeltetési költség megtakarításának kiszámítása.

2. A napsugárzás geometriája és jellemzői

Földünk a Nap körül kering, de a föld a saját tengelye körül is forog. A Föld tengelyének ferdesége a keringési síkjával bezárt szögét jelenti, amely $23,5^\circ$. Ez a tengelyferdeség hatással van az évszakonkénti napsütéses órákra, a nappalok hosszára. Nyáron a napsütéses órák hossza illetve a nappálya magassága magasabban van, mint télen.



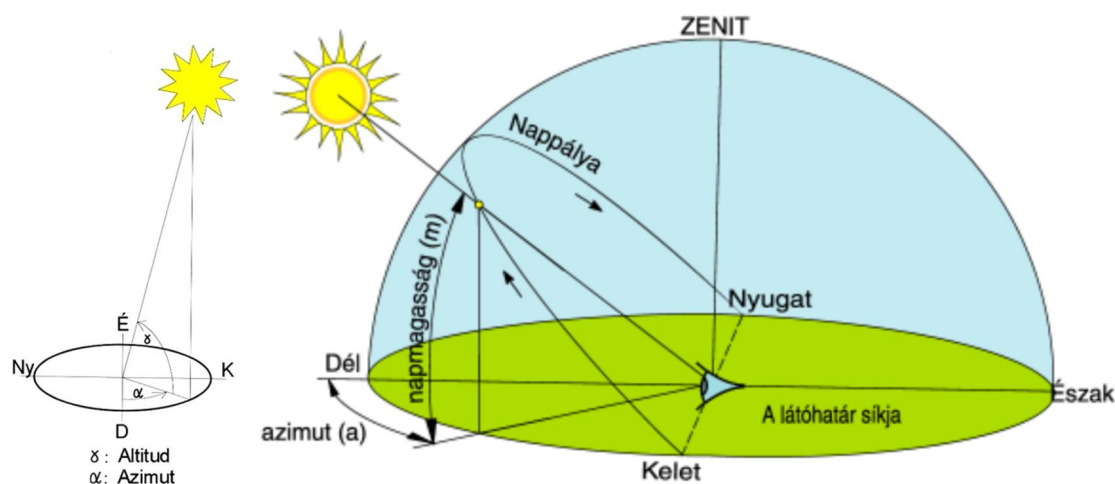
2.1. ábra A Föld Nap körüli pályája. [Forrás: 1.]

Nap a kozmológusok szerint már 5 milliárd éves, és újabb 5 milliárd évet prognosztizálnak a Nap élettartamát tekintve. A nap sugárzásának egyik legfontosabb, mérőszáma a napállandó. Ez a napsugárzás teljesítményét adja meg, a légkör külső határán. Értéke megközelítőleg 1367 W/m^2 .

A Normafa Club House szálloda épületének koordinátája WGS84 (World Geodetic System) rendszerben: Északi Szélesség: $47^\circ 30' 4,52''$; Keleti Hosszúság: $18^\circ 57' 58,82''$.

Budapesten a Nap pályája a 2.6. ábra szerinti sztereografikus, vagy a 2.7. ábra égboltra vetített sztereografikus Nap pálya diagram szerint alakul.

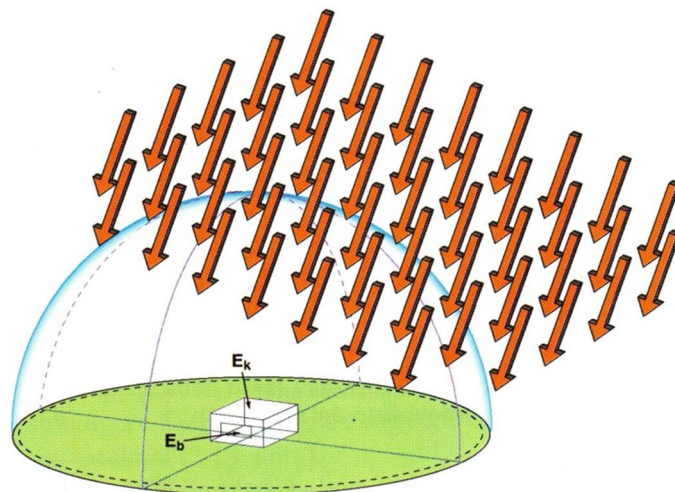
A nap mozgása pályáján az ún. nappálya görbével írható le. A napsugárzás iránya az azimut szöggel - amely a napsugárzás vízszintes vetületi szöge fokokban - adható meg. A Nap pálya magassága az altitud (elevációs, emelkedési) szöggel - a Nap horizont fölötti szögmagassága fokokban - írható le. A napsugárzás iránya, a nap folyamán, illetve naponként is, de folyamatosan változik.



2.2. ábra Nap helyzetének meghatározása [Forrás: 2.]

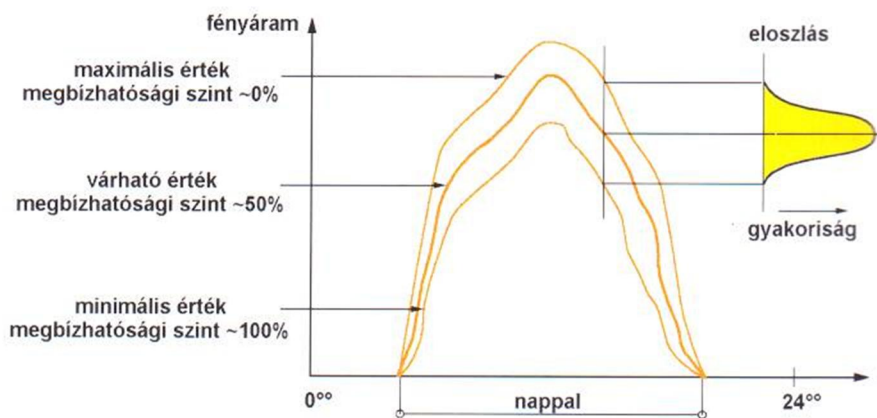
A Földet körülvevő légkör, a napfény erejének egy részét elnyeli, ahogy az áthalad a légkörön. A közvetlen napfényt jellemezhetjük az állandóan változó irányával, a napsütés várható valószínűségével, a színhőmérsékletével, és a takaratlan vízszintes felületen létrehozott megvilágítás mértékével. Minden földrajzi helyre más és más nappálya diagram vonatkozik.

A napsütéses órák száma egy valószínűségi változó, amely függ a földrajzi helytől és az aznapi felhőzettől. Mindezekből adódóan a napsütéses órákat, mint a napsütés várható értéke, csak 50%-os valószínűséggel adható meg. Az égbolt szórt fénye a természetes megvilágítás szempontjából olyan modellel írható le, ahol a napsugarak egy félgömb felületet, a párhuzamos sugaraival átvilágítanak. A belsőteret, ebben az esetben, az égbolt képzeletbeli félgömbjének a középpontjának tekinthető, amely az égbolt és a belsőtér viszonyának méreteiből következik. Az égboltállapotok közül az ún. tiszta égbolt és a borult égboltot, mint két szélsőértéket különböztethetjük meg, illetve a kettő közötti számtalan átmeneti állapot is elképzelhető. A tiszta égboltnak egy olyan gömbfelület feleltethető meg, amikor annak átlátszósága szinte teljes. Ilyenkor az égbolt a reá érkező fénysugarakat csak nagyon kis mértékben szórja. Egy borult égbolt, egy nem átlátszó gömbfelülettel jellemezhető, inkább csak áttetsző, és erősen szórja a fénysugarakat.



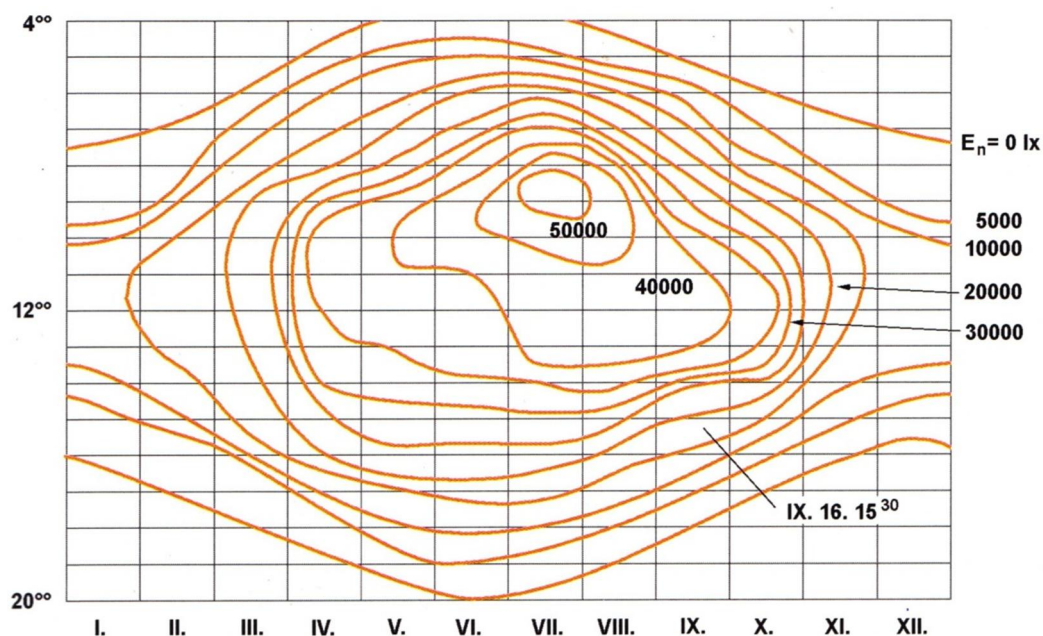
2.3. ábra Égbolt modell [Forrás: 4.]

A napfény a légkörön áthaladva szóródik és a spektrális összetevői is módosulnak. A légkör állapotát a meteorológiai statisztikai szabályai határozzák meg, így a szórt fény jellemzői is ennek megfelelően fognak változni. Egy adott földrajzi hely, egy adott időpontjában az évnél, az ott hasznosítható fényáramból adódó megvilágítási szint nagysága, évről – évre változik. A természetes fény ezért, egy várható értékkel, amely lehet egy szélsőérték, vagy, valamilyen valószínűség, írható le. Ez a várható érték 50% - os valószínűséggel jellemezhető.



2.4. ábra A természetes fény változása, adott napon, az évek folyamán [Forrás: 5.]

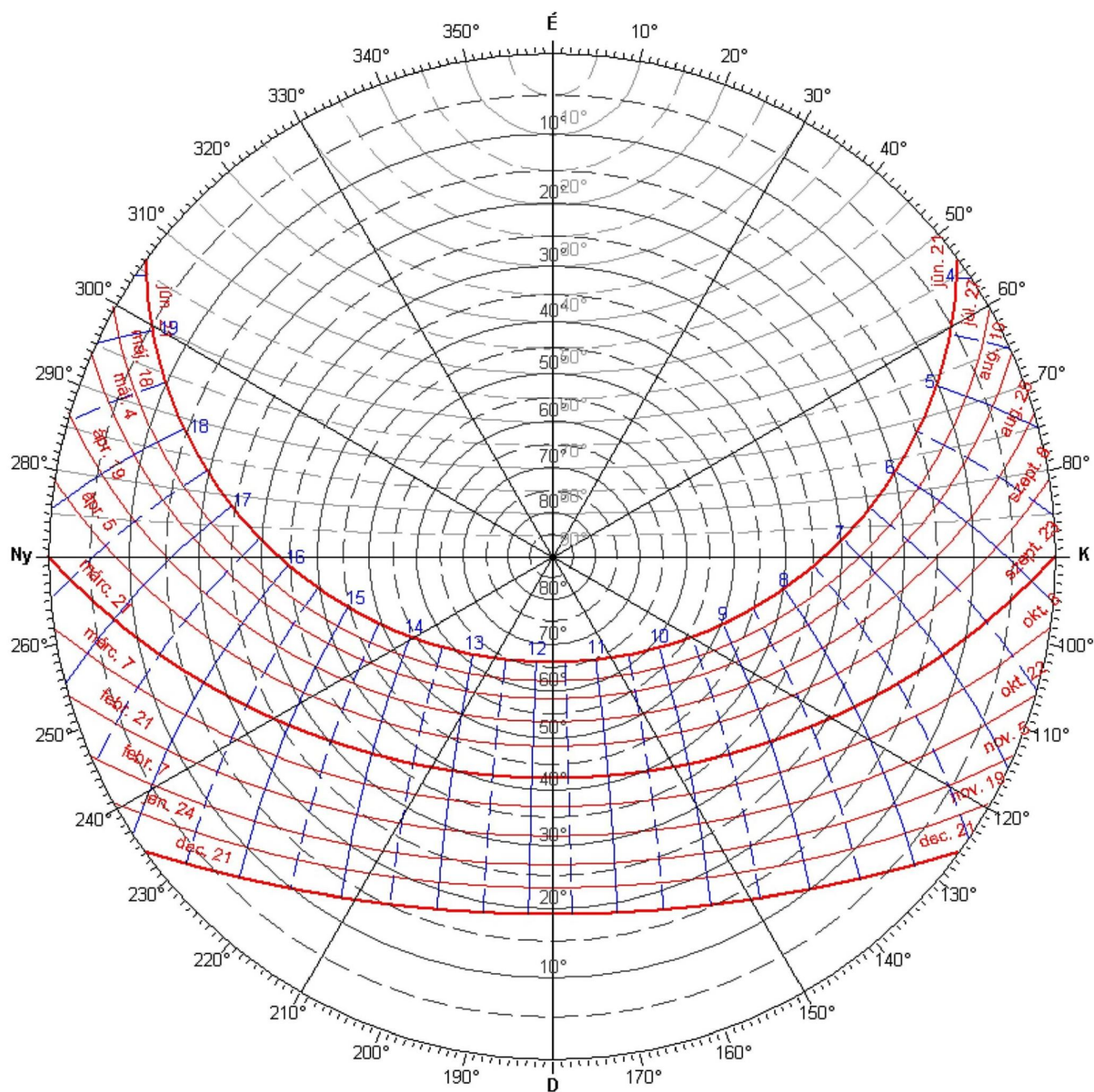
A közvetlen napsugárzás által létrehozott megvilágítás értékei (vízszintes síkon) a nap magasságától és az égbolt állapotától függenek. Az értéke a közvetlen napsugárzásnak az izopleta görbékkel modellezhető, mely görbék azokat az időpontokat mutatják, amikor a megvilágítás értéke 50% valószínűséggel elér adott megvilágítási értéket. A görbén belüli területek azok a helyek, amikor a megvilágítási értékek nagyobbak a görbe által megadott értékénél.



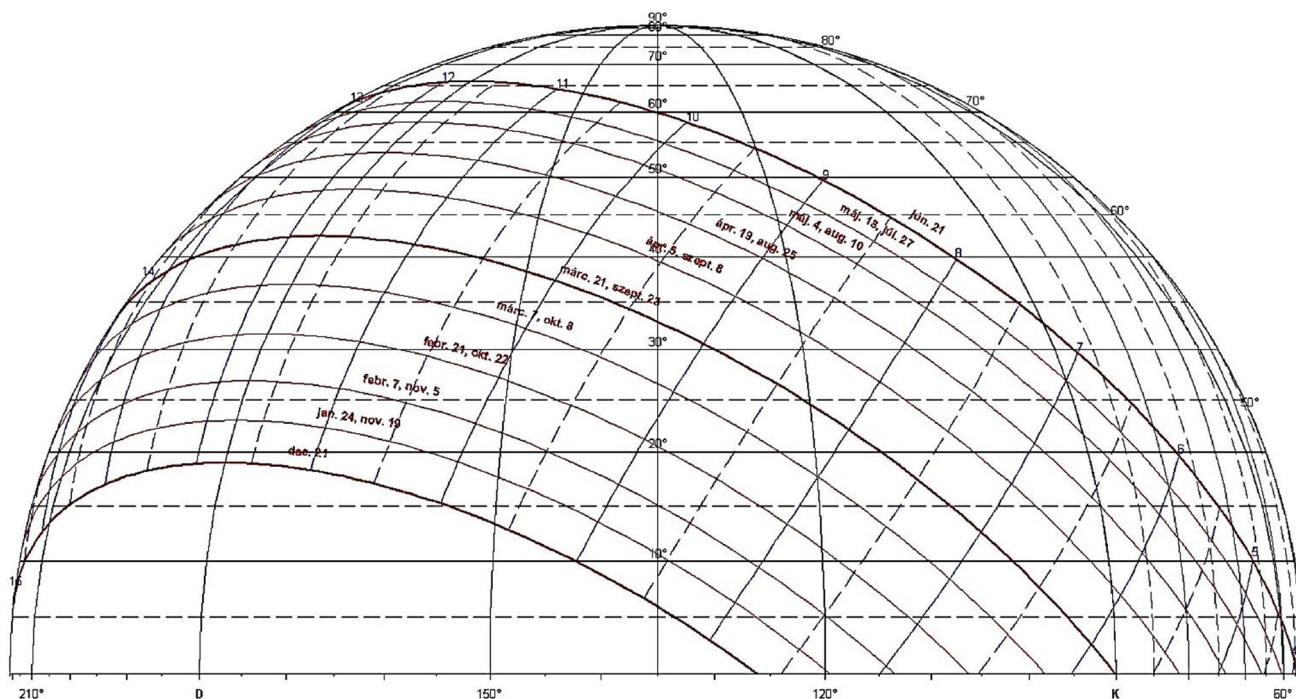
2.5. ábra Izopleta görbék [Forrás: 6.]

A direkt napfény horizonthoz közeli állásakor a fényének színhőmérséklete 3000K körüli, a zenit-hez közeli állapotában a napfény színhőmérséklete 5800K.

A Nap pályák kétdimenziós leképezése folyamán, leggyakrabban a hengeres és a sztereografikus nappálya diagramot használnak. Jelen dolgozatban a sztereografikus és a sztereografikus nappálya diagram égboltra vetített megjelenítési formáját használom. Egy nappálya az adott év két napjára vonatkozik. A 2.6. ábrán látható nappályán, a dátumok piros vonallal vannak feltüntetve, a Nap azimut szöge a diagram szélén olvasható le fokokban, a középső tengelyen (É-D tengely) a nap magassága (altitude), illetve a kék színű vonalak által, a benapozás időpontja olvasható le a sztereografikus nappálya ábráról.



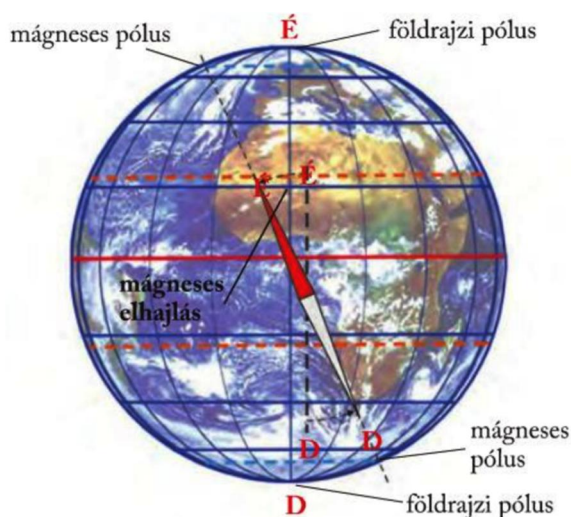
2.6. ábra Nap pálya diagram Budapesten
(Sztereografikus ábrázolás) [Forrás: 17.]



2.7. ábra Nap pálya diagram Budapesten
(Égboltra vetített ábrázolás) [Forrás: 17.]

3. A mágneses deklináció

A Földet mágneses tér veszi körül. A mágneses tér forrása a Föld belsejében levő olvadt nikkeltől és vasból álló fémolvadék áramlása a külső magban. A fémolvadékok áramlása örvényáramot kelt, amely egy kiterjedt mágneses teret hoz létre a Föld körül. A Föld mágneses pólusa viszont nem esik egybe a Föld csillagászati pólusával. Az eltérés a mágneses elhajlás, más szóval mágneses deklinációnak is nevezik. A mágneses deklináció Budapesten 5° ($4^\circ 51'$). A mágneses deklináció hely és időfüggő, annak mértéke folyamatosan változik. A Nap pálya diagram elkészítéséhez, a Föld csillagászati Észak irányának ismerete, és meghatározása szükséges, ezért a mágneses iránytűvel mért 104° -os mágneses Észak irányt Budapesten -5° -kell módosítani, hogy megkapjuk a földrajzi észak irányt.

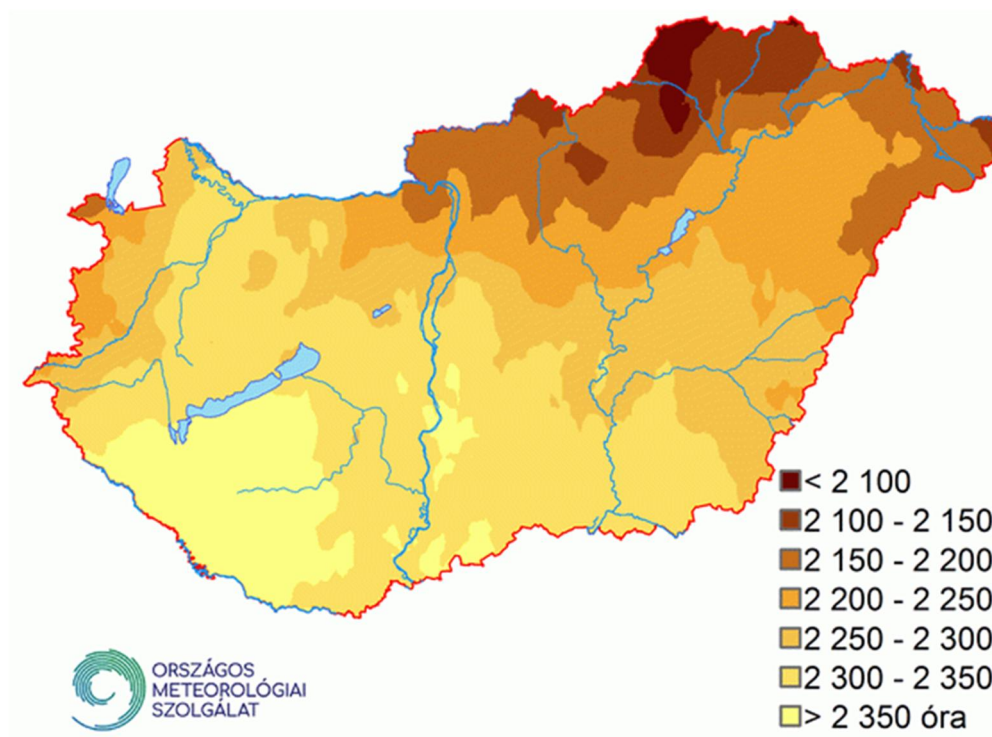


3.1. ábra Mágneses elhajlás (deklináció) [Forrás: 3.]

4. Napsugárzási adatok mérése, és gyűjtése Európában és Magyarországon

Magyarországon, az Országos Meteorológiai Szolgálat végzett adatgyűjtést és elemzést, a Napból a földfelszínre jutó sugárzó energiájára vonatkozóan, mivel annak az éghajlat kialakításánál alapvető szerepe van. A hagyományos felszíni napfénytartam mérést az Országos Meteorológiai Szolgálat 2013. április 8-án befejezte. Az országra vonatkozó napfénytartam eloszlást ma műholdas mérések biztosítják. A meteorológiai illetve a Nap tevékenységre vonatkozó méréseket, és a mért adatok feldolgozását az Eumetsat (Satellite Application Facility on Climate Monitoring SAF CM) földfelszín megfigyelési program keretében végzik.

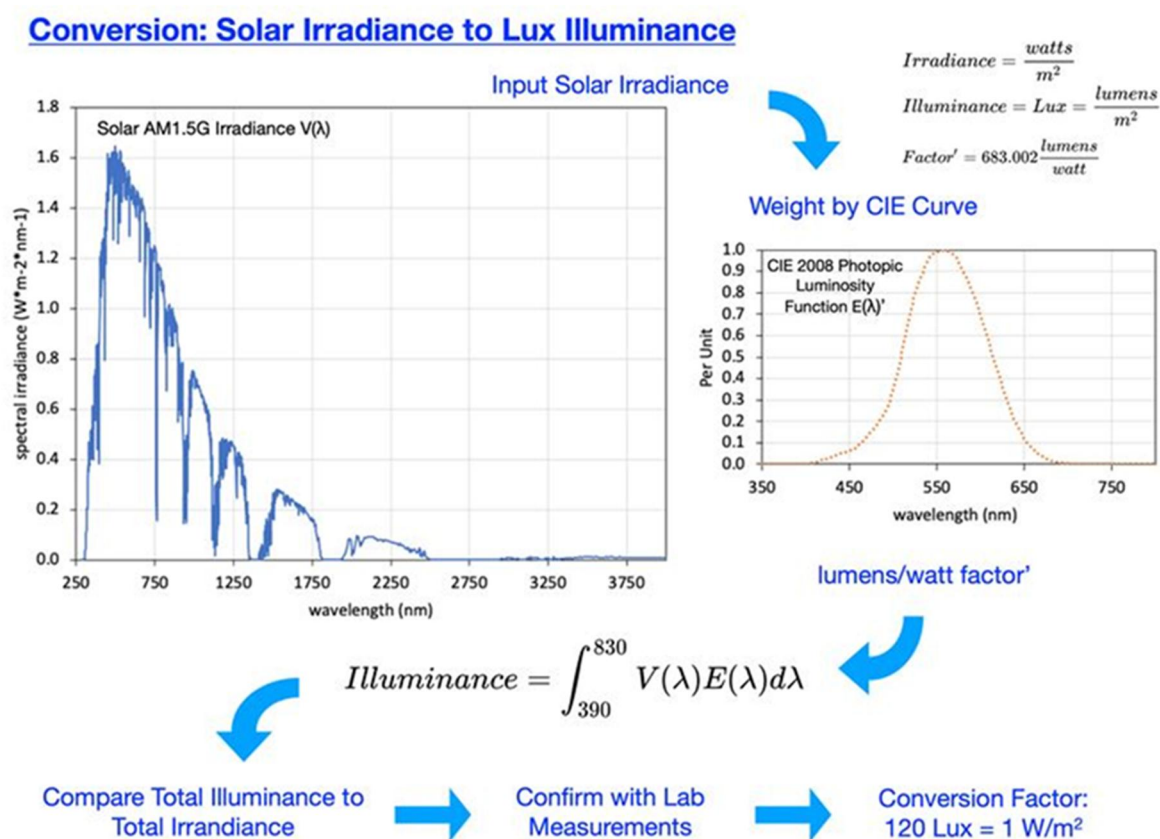
Az EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites – Meteorológiai Műholdak Hasznosításának Európai Szervezete). Az Eumetsat közzétett napfénytartam adatai az ICDR-ek (Interim Climate Data Record), amelynek szolgáltatását a (Surface Solar Radiation Data Set) a Heliosat (SARAH-2) műholdja végzi. Az adatszolgáltatás tartalmazza a napfelszíni besugárzást, a felszíni közvetlen besugárzást, a napfény időtartamot, a spektrális információkat, melyeket műhold alapú mérések útján végzik el. A műholdak letapogatásának területi felbontása $0,05^\circ \times 0,05^\circ$. Az Országos Meteorológiai Szolgálat, Magyarországra a napsütéses órákra vonatkozóan az alábbi területi elosztást publikálta 2020 évre.



4.1. ábra A napsütéses órák száma 2020-ban [Forrás: 15]

5. Napsugárzás és a megvilágítás lux alapú konverziója

A napsugárzás mérésére szolgáló szabvány a négyzetméterenkénti watt per négyzetméter (W/m^2) mértékegységet használja. A besugárzásmérők költségesek és korlátozottan alkalmasak az alacsony besugárzási értékek mérésére. Az alacsonyabb költségű és a gyenge fényviszonyok esetén nagyobb érzékenységu fénymérők, a négyzetméterenkénti fényáramot (megvilágítás) a négyzetméterenkénti lumen vagy lux (lx) mértékegységgel mérik. A W/m^2 és a lux közötti hatékony átváltási tényező ismerete lehetővé tenné, a fénymérők használatát, alacsony napsugárzási feltételek mellett a fotovoltikus teljesítmény értékelésére.



5.1. ábra A napsugárzás és a lux megvilágítás konverziója [Forrás: 9.]

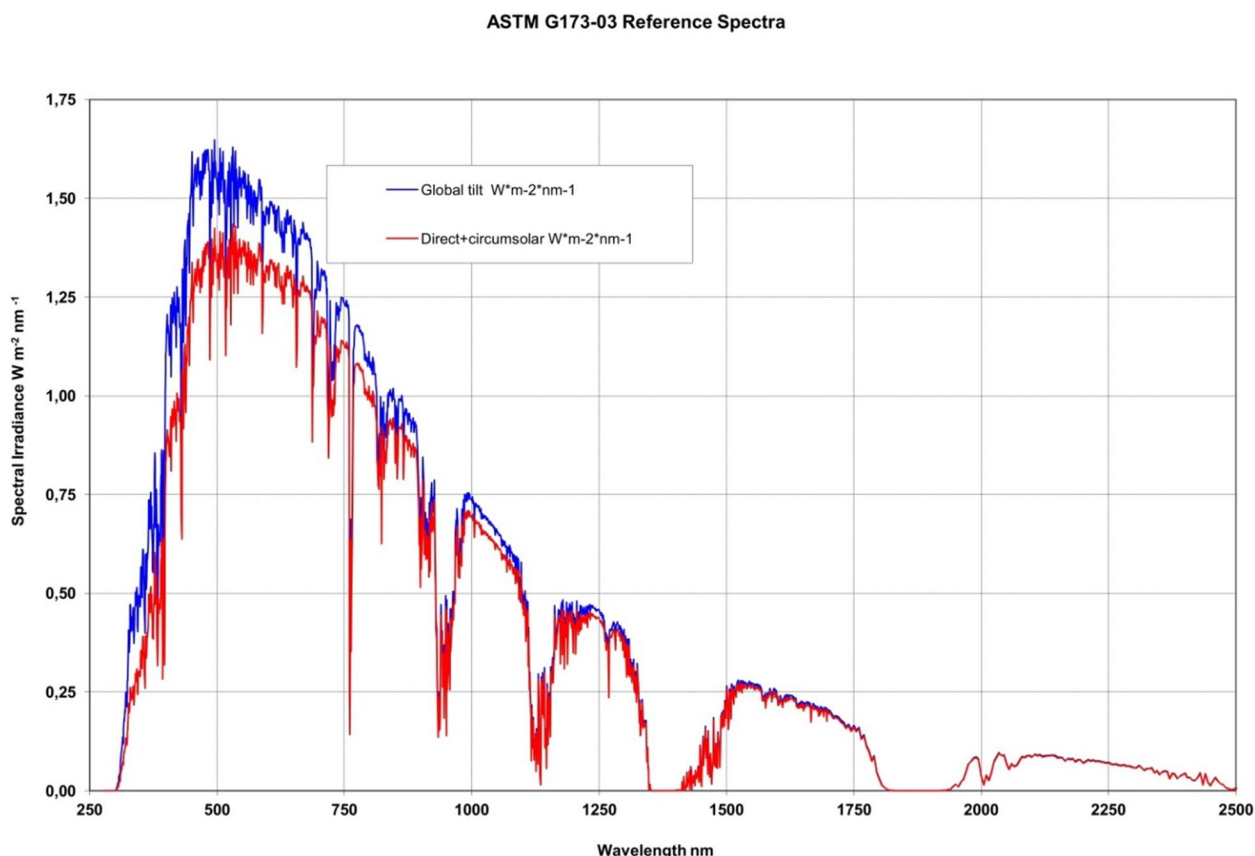
5.1. A Nap különböző spektrumai

Standard Nap spektrumok

A napspektrum a nap folyamán és a hely függvényében folyamatosan változik. A különböző gyártók és kutatólaboratóriumok fotovoltaikus eszközeinek teljesítmény összehasonlításának lehetővé tétele érdekében, szabványos referenciaspektrumokat határoztak meg. A szabványos spektrumokat a 2000-es évek elején finomították, a felbontás növelése és a szabványok nemzetközi összehangolása érdekében. A korábban használt napspektrumot, az ASTM G159-et 2005-ben kivonták a használatból. A legtöbb esetben a spektrumok közötti különbségnek nincs nagy hatása a készülékek teljesítményére, és az újabb spektrumokat könnyebb használni.

ASTM G-173-03 (ISO 9845-1, 1992) Nap spektrum

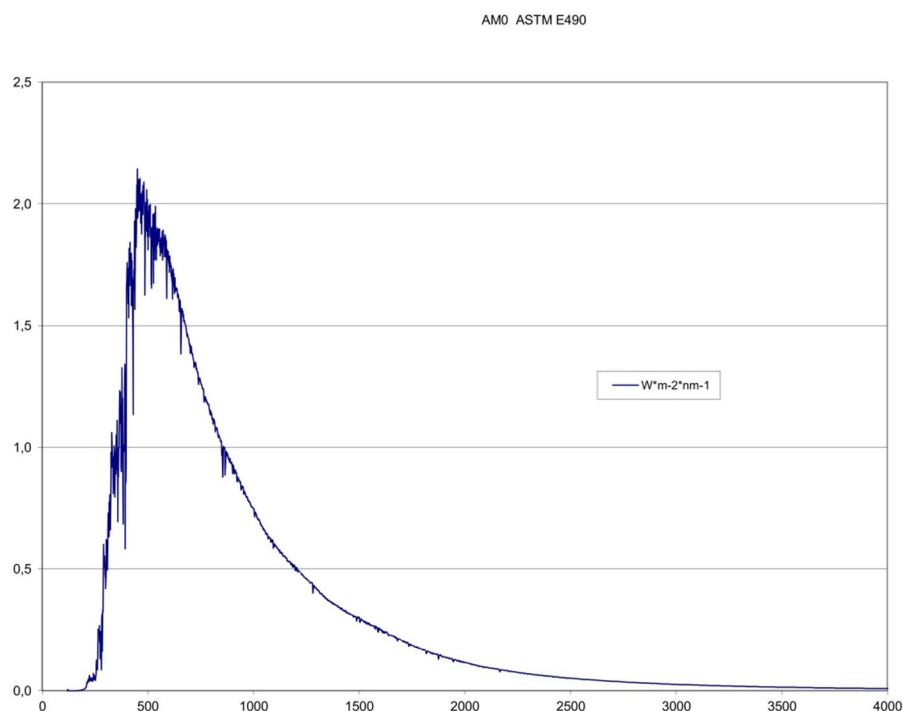
A szárazföldi használatra két Nap spektrum szabványt határoztak meg. Az AM1.5 globális spektrumot (kék görbe), síklemezes napelemes modulokhoz tervezték, és 1000W/m^2 (100mW/cm^2) integrált teljesítményű. Az AM1.5 Direct (napkörüli) (piros görbe) spektrumot a napelemes koncentrátoros munkákhoz határozták meg. Ez magában foglalja a Napból érkező közvetlen sugárnyalábot és a nap körüli komponenseket is, a Nap körüli 2,5 fokban. A AM1.5 Direct spektrum integrált teljesítménysűrűsége 900 W/m^2



5.2. ábra Az AM1.5 globális és az AM1.5 Direct modellek napsugárzás spektruma [Forrás: 8.]

ASTM E-490 Nap spektrum

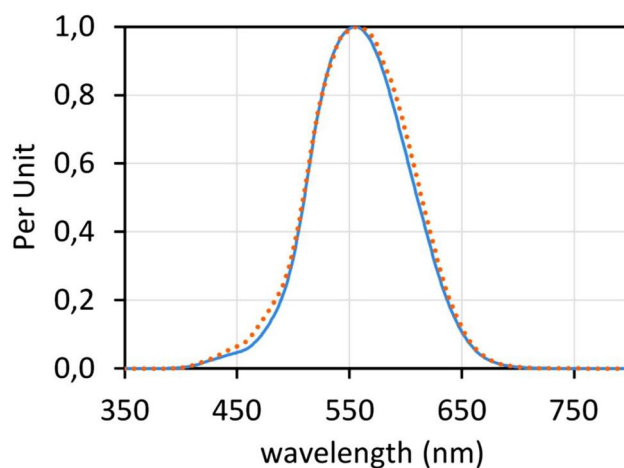
A szabványos ASTM E-490 spektrumot az űrtechnikai alkalmazásokhoz használják amit AM0-nak is nevezik. Ennek integrált teljesítménye $1366,1 \text{ W/m}^2$



5.3. ábra Az ASTM E-490 modell napsugárzási spektrum [Forrás: 8.]

5.2. Napsugárzás és a lux megvilágítás konverziójának feloldása

Az ember által látható fény sáv szélessége a 380 nm és 780 nm közötti tartományt foglalja magában. A fénymérők az ember által érzékelt fényt mérik, és egy CIE - görbére kalibrálják, az 1924-es (folytonos kék) és a 2008-as (pontvonal narancssárga) fotopikus fényerősség görbékre. (CIE Commission Internationale de l'Eclairage / International Commission on Illumination)



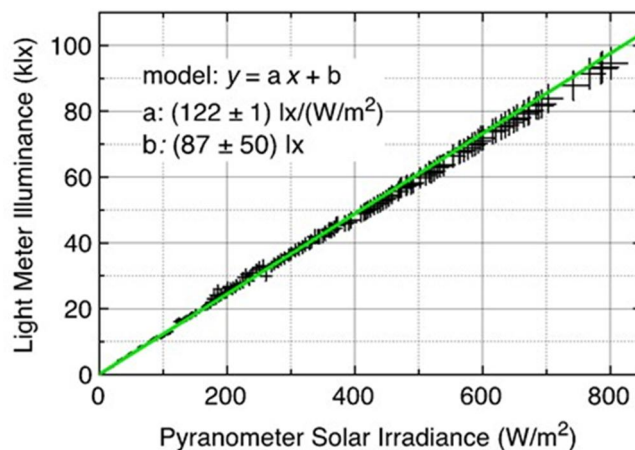
5.4. ábra CIE fotopikus fényerő görbék [Forrás: 9.]

A CIE - görbék eredetileg a látható fény, különböző hullámhosszúágainak emberi érzékelésének mérésével hozták létre. Mivel az adatok emberi reakciókat is tartalmaznak, ez problematikusnak bizonyult. Az 1924-es adatok például túl alacsony értékeket mutatnak a kék hullámhosszú tartományban, ezért 1988-ban új CIE - görbével korrigálták őket. A görbét 2008-ban ismét módosították. Megjegyzendő, hogy definíció szerint a látható spektrumon kívül nincs látható fény.

Az **ASTM AM1.5 G173** napsugárzási adatokat a CIE fotopos világossági függvényével együtt elemezték és összehasonlították a nap szimulációkkal, a tényleges napsugárzással és a megvilágítási mérésekkel. Ez az elemzés adatokat szolgáltatott a napsugárzás és a hasonló spektrumú fényforrások W/m^2 - lux átváltási szabványának a megállapításához. A kültéri méréseket az 5.1. táblázat tartalmazza, mely a napsugárzási és megvilágítási értékeket foglalja össze.

(W/m^2)	(lx)	(W/m^2)	(lx)	(W/m^2)	(lx)	(W/m^2)	(lx)	(W/m^2)	(lx)	(W/m^2)	(lx)
0,3	36	47,7	6190	169,4	21000	246	31900	394,1	46900	554,2	66400
1,1	117	49,2	6270	173,4	22000	250,6	32600	409,9	48900	563,2	67500
1,8	257	50,7	6470	173,9	21200	256,6	33100	414,4	49300	564,7	67700
2,6	300	63,4	8210	175,4	23000	261	29900	417,5	49700	570,8	68100
2,6	331	67,2	8390	179,9	24100	269,4	32800	420,5	50100	576,8	68800
3,3	442	80,7	10100	182,9	22600	273,9	33600	424,9	50500	584	69800
4,1	498	83,7	10500	184,4	24000	280	34300	430,2	51200	588,3	70100
4,1	541	85,2	10600	185,6	25900	284,4	34900	435,5	51,8	593,3	71000
4,8	644	86,7	10800	187,5	23300	289,7	35400	440	52100	597,8	71800
5,6	687	89,7	11,1	190,5	24200	296,5	36300	444,5	52800	600,8	71900
6,3	826	96,5	11500	190,5	23700	300,2	36800	449	53300	615,8	73800
7,1	892	97,3	11600	196	24400	307,2	37700	453,5	53900	620,4	74300
7,8	988	98,7	11800	196,5	25100	312,2	38200	458	54600	629,4	75200
8,6	1060	101,8	12100	199,5	24600	318,2	38700	468	55700	635,4	75800
10,1	1260	106,3	12700	200,2	26200	322,7	39500	470,8	56600	641,4	76600
11,6	1460	107,8	12800	200,9	26800	328,8	40000	473,1	56700	648,9	77400
13,1	1,68	110,8	13000	205,5	26500	331,8	40400	473,1	56900	654,2	78000
14,6	1,8	121,3	16000	208,5	25700	337,8	41900	480,6	57300	665	79300
16,1	2,01	124,3	16300	210	26700	342,3	41900	482	57600	671,4	79900
17,6	2,23	127,1	16200	213,1	26200	345,3	41900	488,1	57800	673	80200
19	2,28	132,6	16700	214,5	27300	349,8	42200	491,1	58200	684,2	81700
20,6	2,48	136,3	17100	216,1	27100	353,6	42900	502,4	59800	688	81700
22,9	2,88	142,4	17700	220,5	27400	360,3	43900	511,4	60700	692,4	82200
19,1	2,41	144,8	18100	225	29500	363,3	43900	516,7	61700	703	83900
26,6	3,27	151,3	18700	225	27800	367,8	44400	519,7	61300	742	87800
28,1	3,65	151,4	18800	229,5	30500	370,8	45400	524,2	61900	767,6	91400
31,2	4,27	166,4	20600	234,8	28500	373,1	45600	528,9	62900	785,5	93000
35,6	4,75	169,4	20800	236,3	30100	384,4	45900	533,2	63300	787,1	93400
43,1	5,5	169,4	21000	240,1	31000	390,4	46300	539,2	63700	801,1	94600

5.1. táblázat Természetes fénysugárzás (W/m^2) és a hozzá tartozó megvilágítás (lx) [Forrás: 9.]



5.5. ábra Fénymérő fénysűrűség és piranométeres napsugárzás viszonya [Forrás: 9.]

*(piranométer : A napsugárzás mérésére szolgál. A piranométerek a nap diffúz energiájának mérésére szolgálnak. A nap közvetlen energiáját a pirheliométer méri.)

CIE 2008 adatszámítás	$1 \text{ W}/\text{m}^2 = 116 \text{ lx}$
Belső laboratóriumi szimuláció	$1 \text{ W}/\text{m}^2 = 116 \pm 3 \text{ lx}$
Kültéri napenergia mérés	$1 \text{ W}/\text{m}^2 = 122 \pm 1 \text{ lx}$

5.2. táblázat Konverziós eredmények [Forrás: 9.]

A napsugárzás és a lux megvilágítás konverziójának kidolgozásakor a terepi méréseket, a berendezések kalibrálási pontosságát és a CIE - görbék bemeneti bizonytalanságát is figyelembe vették, egy egyszerű átváltási tényező kidolgozásához. Az elemzés és a mérések azt mutatják, hogy a besugárzási sűrűség - világítási tényező $1 \text{ W}/\text{m}^2 = 116 \pm 3 \text{ lux}$ -nak felel meg a beltéri LED-alapú napfény szimulátorok esetében és $122 \pm 1 \text{ lux}$ -nak a kültéri természetes napfény esetében. A mérnöki ökölszabály szerint 120 lux egyenlő $1 \text{ W}/\text{m}^2$, vagy 1 Nap egyenlő 120 000 lux.

Az átváltási tényező megfordítható W/m^2 -ről lux-ra vagy lux-ról W/m^2 -re. Ez az átváltás azért működik, mert a napsugárzási adatok jól ismertek, szabványosítottak, és minden hullámhosszon meghatározott szinteket tartalmaznak.

6. A Normafa Club House alagsori közlekedőjén az oldal bevilágítók a közvetlen benapozás meghatározása

A közvetlen benapozás során az általam vizsgált és fotometriailag mért terület a Normafa Club House szálloda épületének alagsori közlekedője, pontosabban a közlekedő mentén, a természetes bevilágítást biztosító oldal bevilágító ablakok és üvegajtók.

6.1. Az alagsori közlekedő helyszínének ismertetése

A Normafa Club House szálloda épület alagsori része az elmúlt évben került kialakításra. A közlekedőt képező (kb. 45-50m) folyosó részek mindegyike, rendelkezik olyan az álmennyezetbe beépített fényérzékelő elemmel, amely képes a közlekedő oldalbevilágítóin bejövő természetes fény érzékelésére és mérésére, illetve a közlekedő mentén elhelyezett mesterséges világítás kapcsolására oly módon, hogy mindegyik fényérzékelő elemen külön-külön beállítható a szükséges megvilágítási küszöbszint. A cél annak meghatározása, hogy az oldalbevilágítókon bejövő természetes fény mikor és mennyi ideig használható oly módon, hogy a mesterséges világítást ne kelljen felkapcsolni. Az így elért energia megtakarítás a természetes fény felhasználásával mind az ott közlekedőknek, mind a szállodát üzemeltetőnek előnyös.

A szállodaépület alagsori közlekedő területrészeinek elnevezése és területe az alábbi:

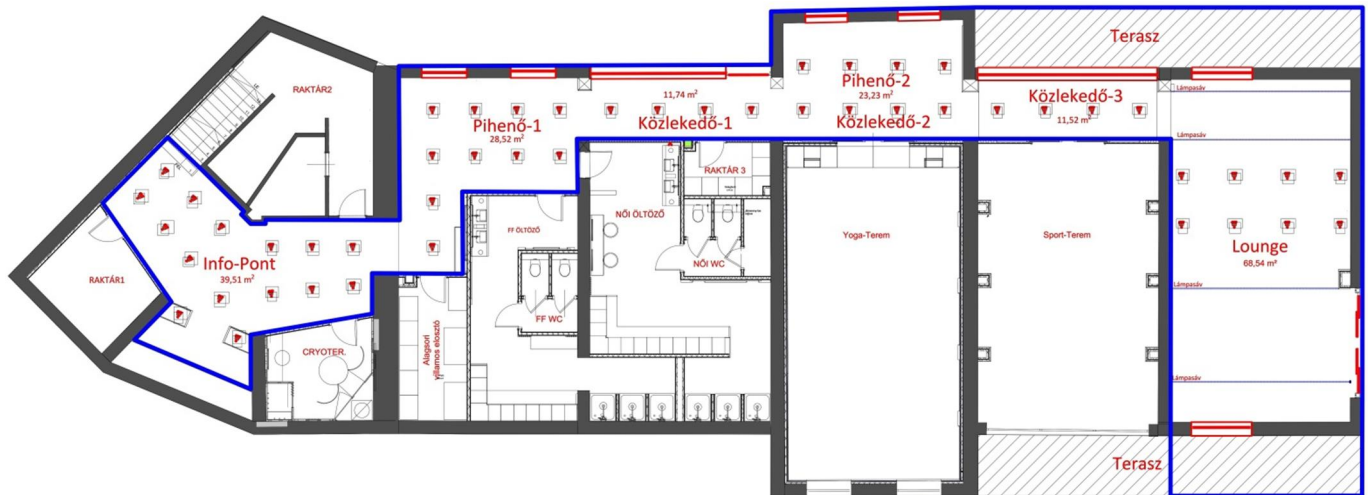
- Info – Pont = 39,51m²;
- Pihenő-1 = 28,52m²;
- Közlekedő-1 = 11,74m²;
- Pihenő-2 (Közlekedő-2) = 23,23m²;
- Közlekedő-3 = 11,52m²;
- Lounge = 68,54m².

Az alagsori közlekedő területrészei a 6.1. táblázat szerinti mértékben rendelkeznek a természetes bevilágítást biztosító oldal bevilágítóval:

Megnevezés	Természetes fény bevilágítással rendelkezik	Oldal bevilágítók felülete (m ²)
Info-Pont	Nem	- - -
Pihenő-1.	Igen	1,048
Közlekedő-1.	Igen	4,56
Pihenő-2. (Közlekedő-2.)	Igen	2,64
Közlekedő-3.	Igen	5,94
Lounge	Igen	8,79

6.1. táblázat Oldalbevilágítók összesített felülete az alagsori közlekedőn

Az alagsori közlekedő alaprajza az egyes terüetrészek elnevezésével:

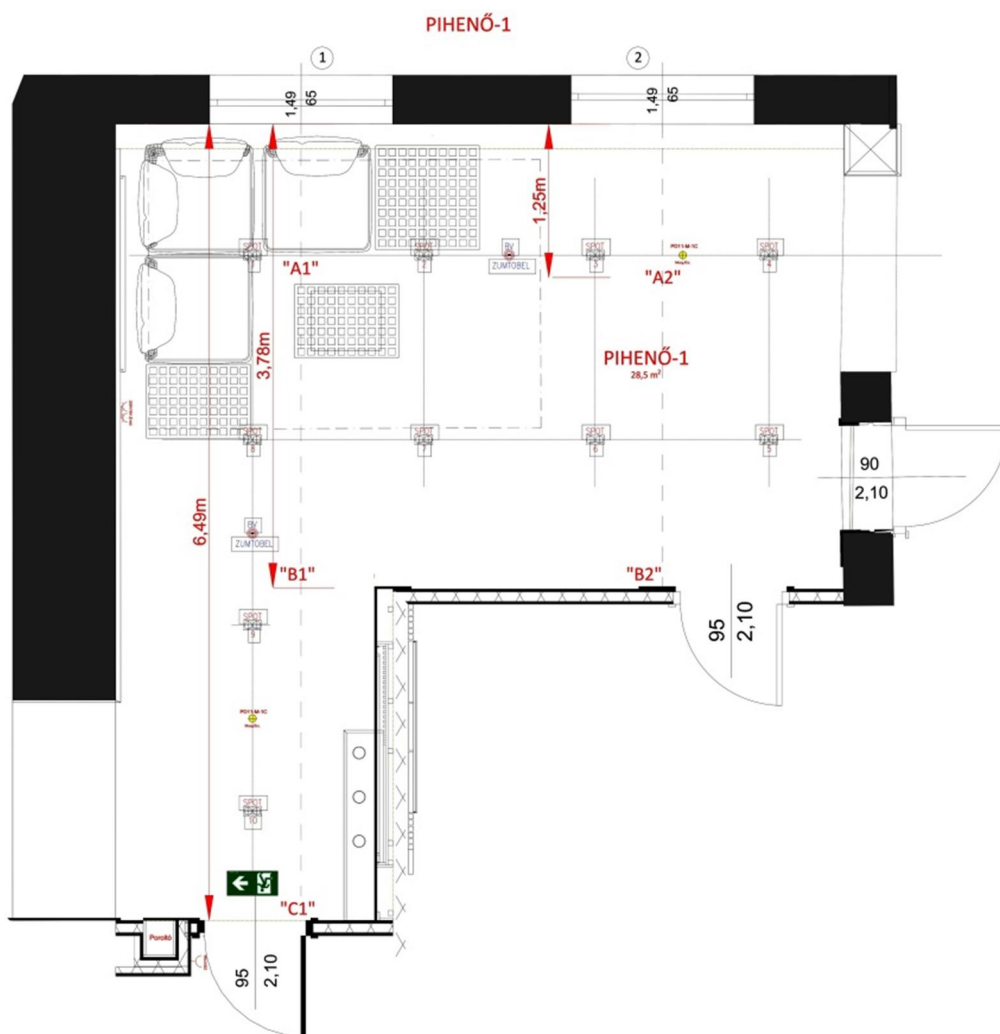


6.1. ábra Alagsori közlekedő (alaprajz)

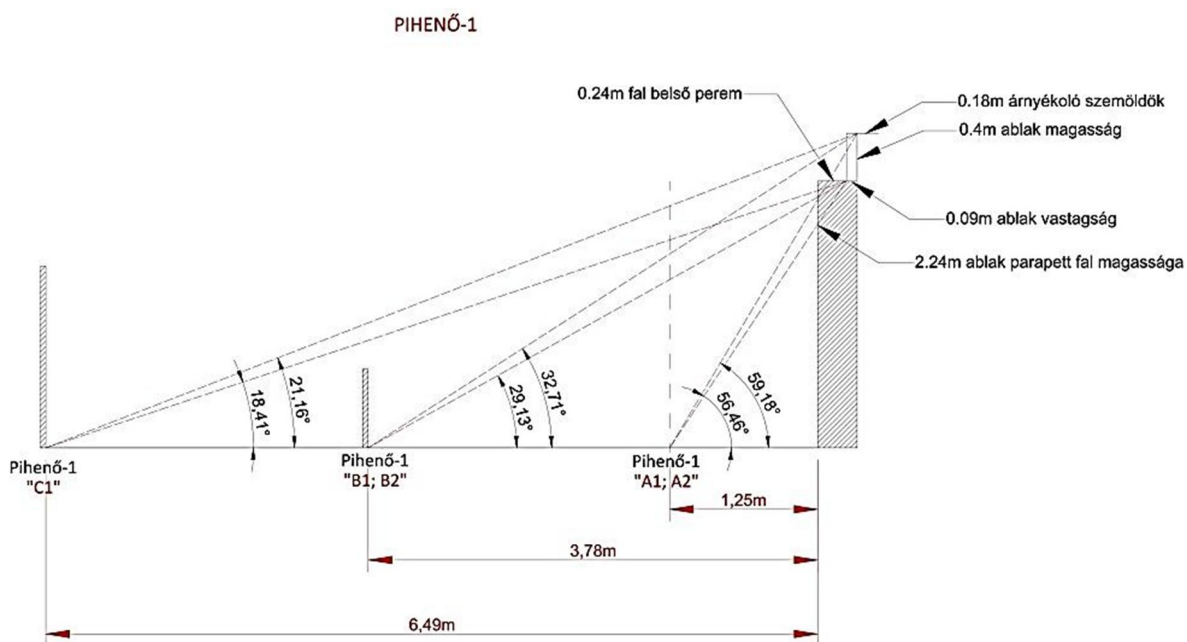
Az alaprajzon vastag kék vonal jelöli a vizsgált terület határát, és kiemelt piros vonal az oldal bevilágítókat. A Közlekedő-3, és a Lounge, oldalbevilágítói felett teraszok helyezkednek el, ezért ezeknél az oldal bevilágítóknál a direkt benapozás korlátozott. Mindegyik oldal bevilágító rendelkezik egy kis „árnyékoló szemöldökkel”, mivel nem közvetlenül a külső fal síkjában vannak elhelyezve az ablakok, (oldalbevilágítók) melynek hatása a direkt benapozás vizsgálata során figyelembe lett véve.

A benapozás meghatározásához a vizsgált terület és az oldalbevilágítók pontos geometriai elhelyezkedésének meghatározása szükséges, egy vagy több vizsgálati pont meghatározása mellett. Meg kell határozni az oldal bevilágítók vizsgálati ponthoz viszonyított helyzetét, mind azimut, (horizontális) mind elevációs (vertikális) szempontból. Az oldal bevilágítók elhelyezkedésének helyzetéről a zárt térben, egy pontos felmérés elkészítésével lehet hozzájutni azokhoz az adatokhoz, amelyekből képezni lehet azokat a vetítősíkokat, amelyek szükségesek a benapozás meghatározásához, a nappálya diagramon. Ezeket a képzeletbeli vetítő síkokat, az oldal bevilágítók helyzetének megfelelően, vetítjük reá a sztereografikus nappálya görbékre, amely megadja, hogy az év mely szakaszában, a nap mely időpontjában, várható direkt benapozás az adott oldalbevilágítón, abból a vizsgálati pontból, amelyből a projekciót elvégeztük. Természetesen minden egyes vizsgálati pontból más-más határoló síkok adódnak, így azokat újra kell számolni. Azokban az esetekben, amikor egy oldal bevilágító nem közvetlenül a külső fal síkjában helyezkedik el, az árnyékolás kiterjedésének megfelelően, külön határoló síkokkal kell meghatározni az árnyékolás mértékét. A nappálya sztereografikus görbéire kell az árnyékoló felülethatároló síkjait felvetíteni, - hasonlóan az oldal bevilágítókéhoz - és ily módon, a közös sztereografikus felületen megjelenik az árnyékoló felület és az oldal bevilágító képe egyszerre. A két vetületi kép, a sztereografikus felületen, megmutatja, hogy milyen mértékben szől bele a közvetlen benapozásába az árnyékoló felület az oldal bevilágító benapozottságában.

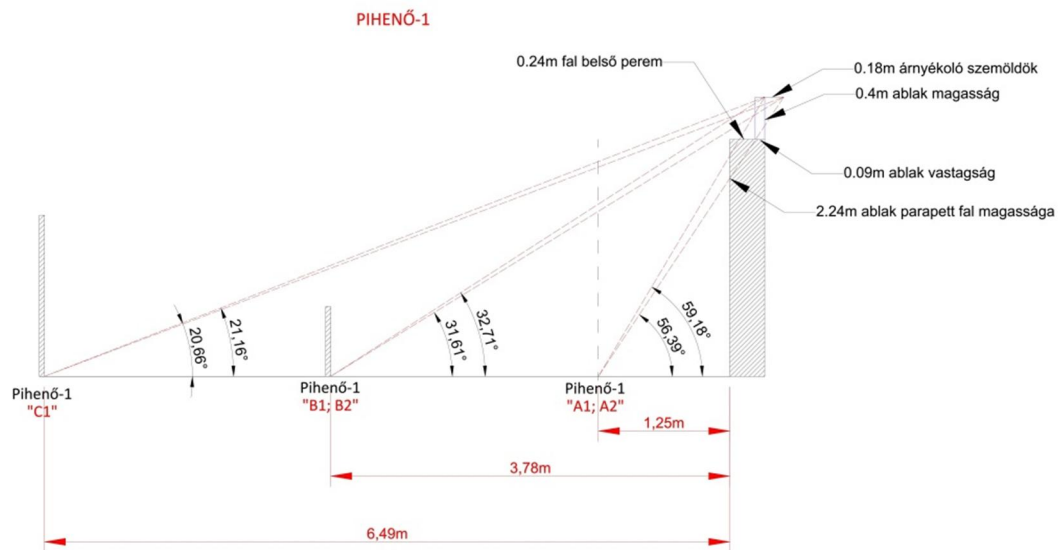
6.2. Pihenő-1. oldal bevilágítóinak vizsgálata



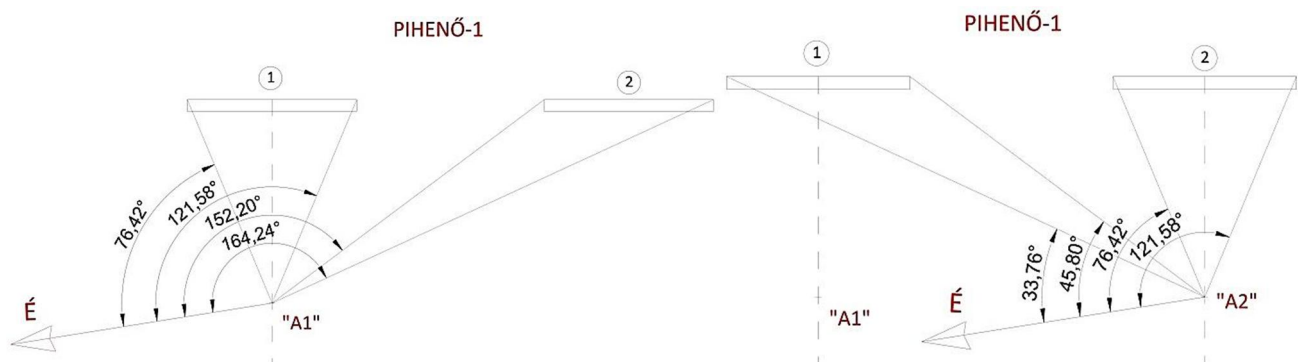
6.2. ábra Pihenő-1 alaprajz, vizsgálati pontokkal



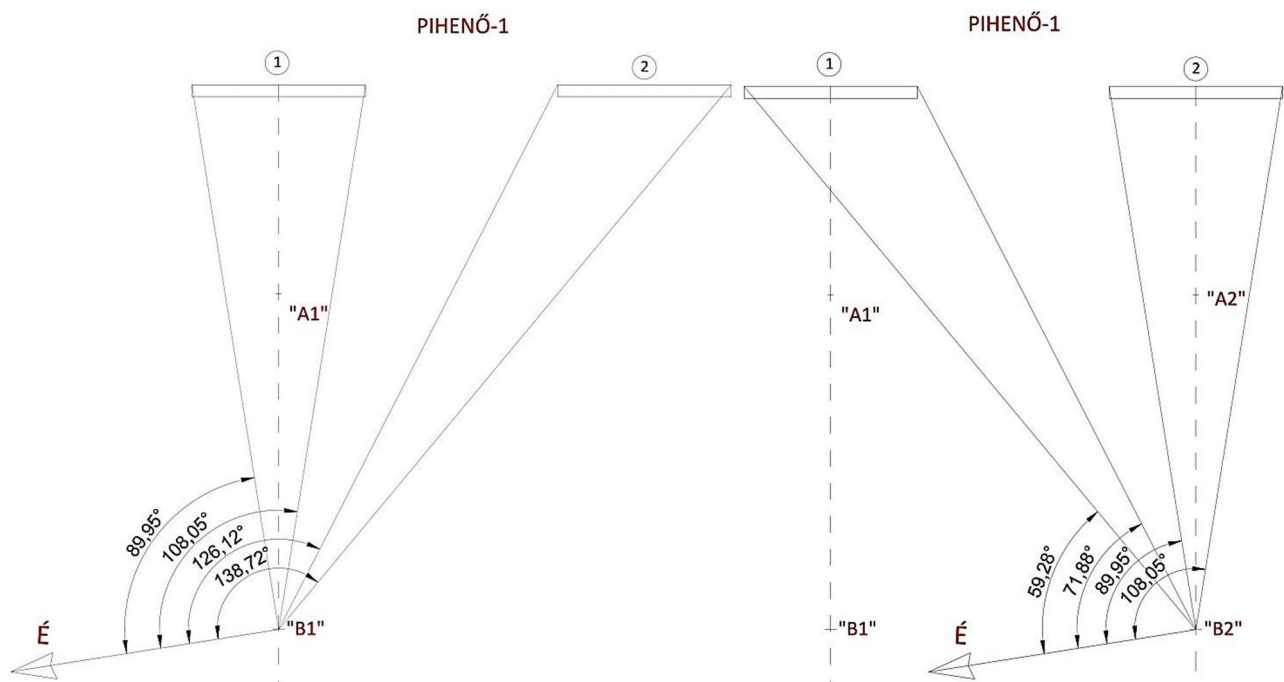
6.3. ábra Pihenő-1, elevációs szögek oldalsó bevilágítókhoz



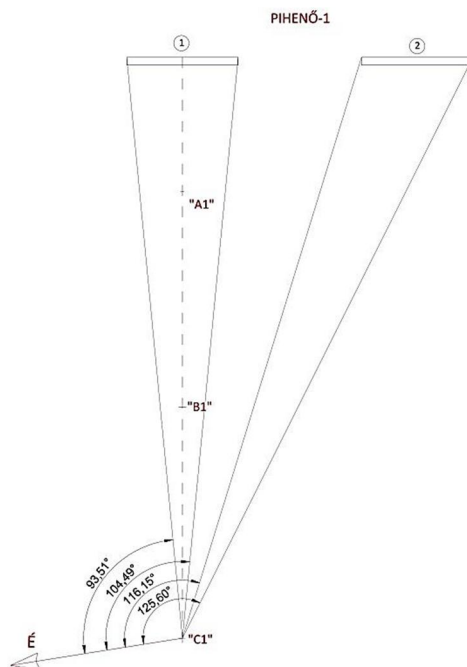
6.4. ábra Pihenő-1, elevációs szögek árnyékolóhoz



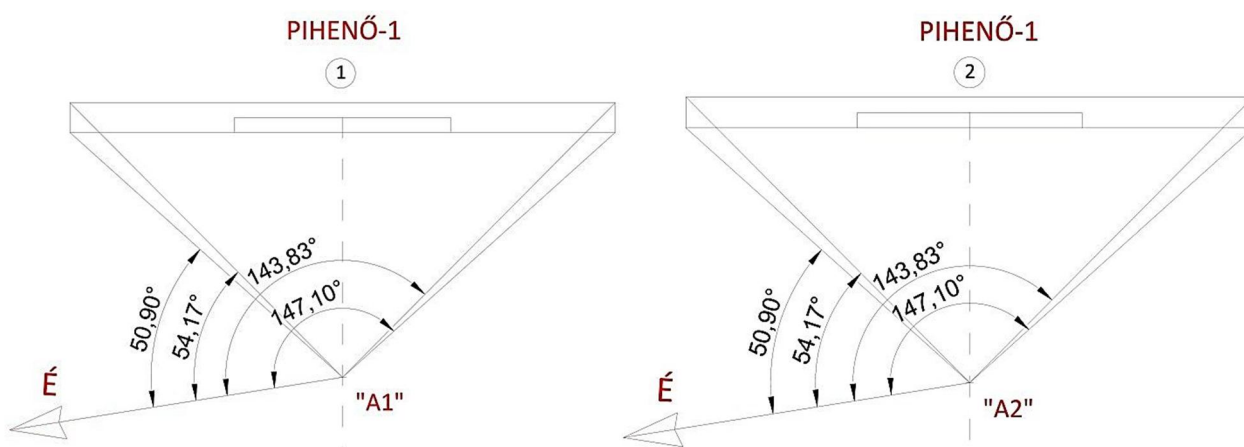
6.5. ábra Pihenő-1, azimut szögek oldal bevilágítókhoz (A1, A2 pontokból)



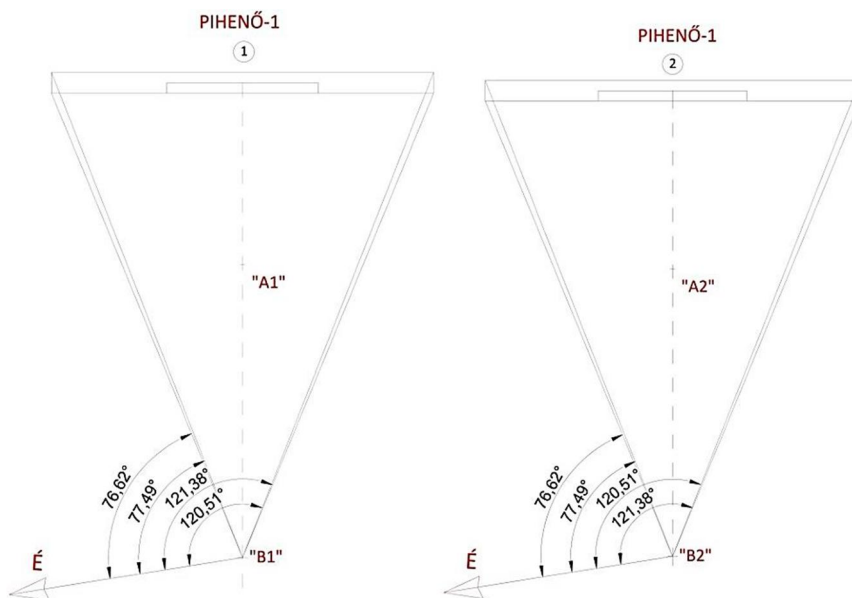
6.6. ábra Pihenő-1, azimut szögek oldal bevilágítókhoz (B1, B2 pontokból)



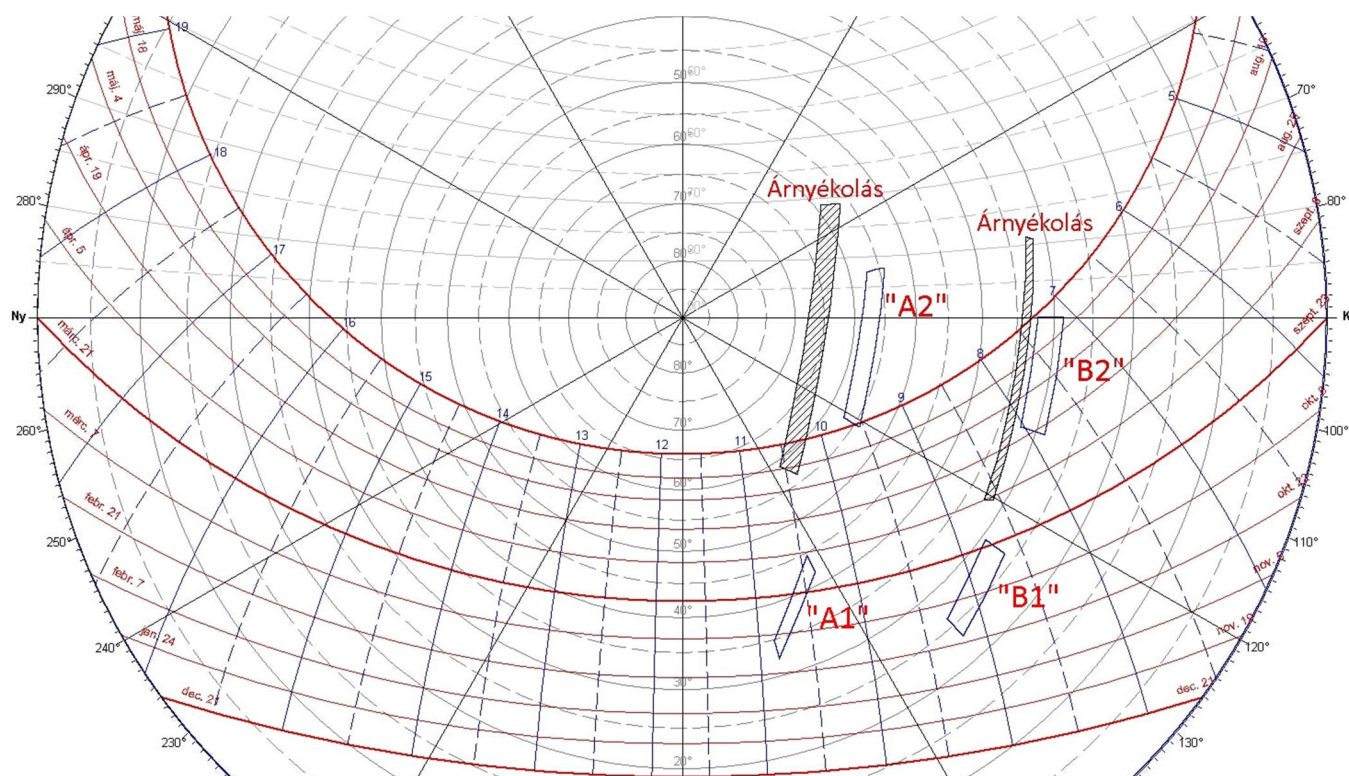
6.7. ábra Pihenő-1, azimut szögek oldal bevilágítókhoz (C1 pontból)



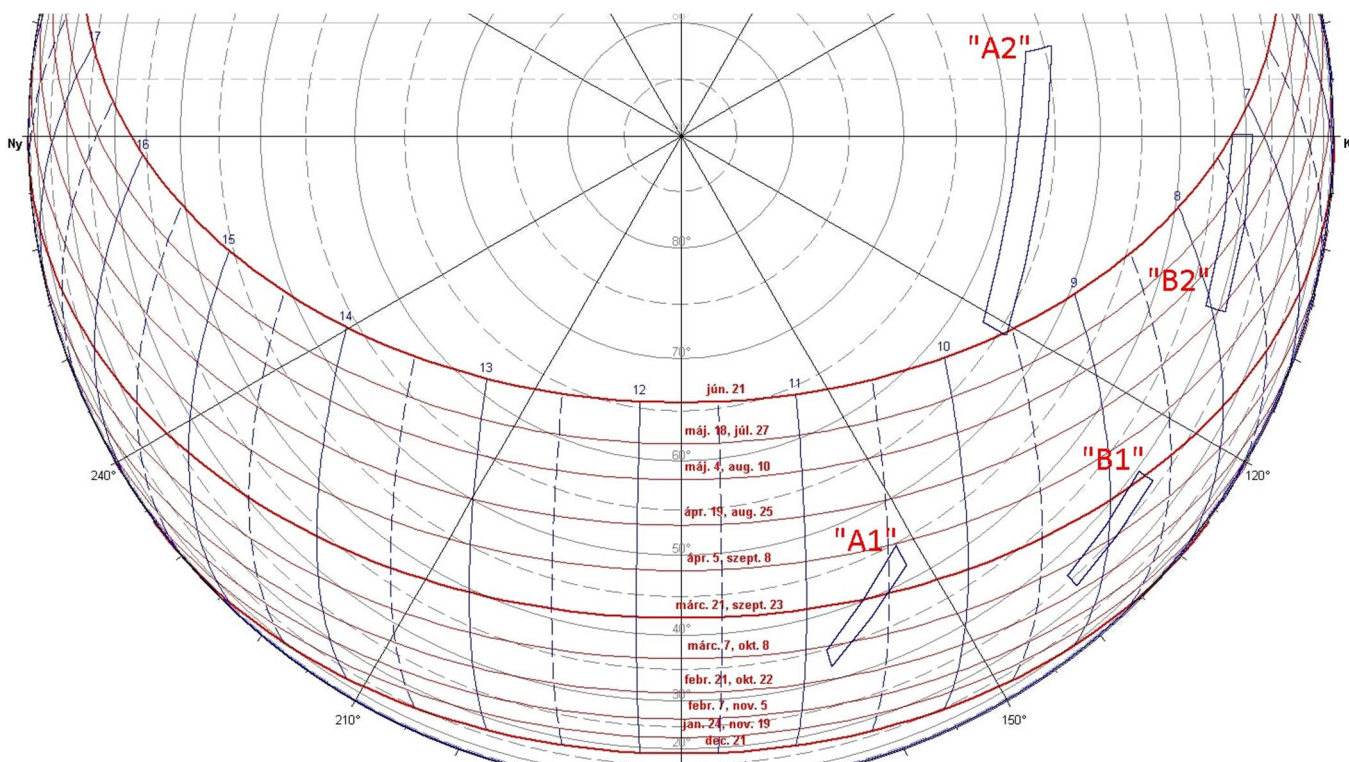
6.8. ábra Pihenő-1, azimut szögek árnyékolóhoz (A1, A2 pontokból)



6.9. ábra Pihenő-1, azimut szögek árnyékolóhoz (B1, B2 pontokból)



6.12. ábra Pihenő-1, 2. - es oldal bevilágító benapozása (A2, B2 pontokból)



6.13. ábra Pihenő-1, 2. - es oldal bevilágító benapozása égboltra vetített képe (A1, A2, B1, B2; pontokból)

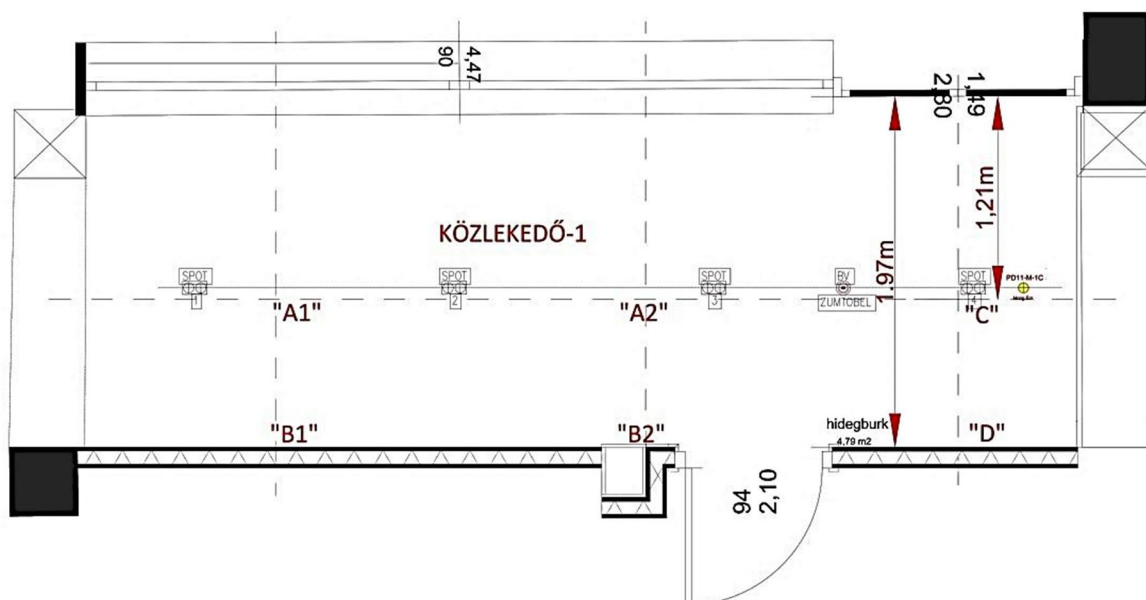
A Pihenő-1 oldal bevilágítójának benapozását a 6.2. táblázat tartalmazza.

Terület	Oldal bevilágító	Vizsgálati pont	Árnyékolás	Közvetlen benapozottság intervalluma	Közvetlen benapozottság időpontja
Pihenő - 1	1.	A1	nincs	Benapozottság nem jön létre	Benapozottság nem jön létre
		B1	nincs	április 19. - június 21. június 21. - Augusztus 28.	7.00. - 8.00.
		C1	nincs	április 5. - április 26. augusztus 18. - szeptember 12.	6.45. - 7.20.
		A2	nincs	Benapozottság nem jön létre	Benapozottság nem jön létre
		B2	nincs	Benapozottság nem jön létre	Benapozottság nem jön létre
	2.	A1	nincs	március 1. - április 5. szeptember 8. - október 18.	kb. 10.20. - 10.50.
		B1	nincs	február 23. - március 21. szeptember 23. - október 15.	10.20.- 10.50.
		A2	nincs	Benapozottság nem jön létre	Benapozottság nem jön létre
		B2	nincs	április 19. - június 21. június 21. - augusztus 25.	7.10. - 8.00.

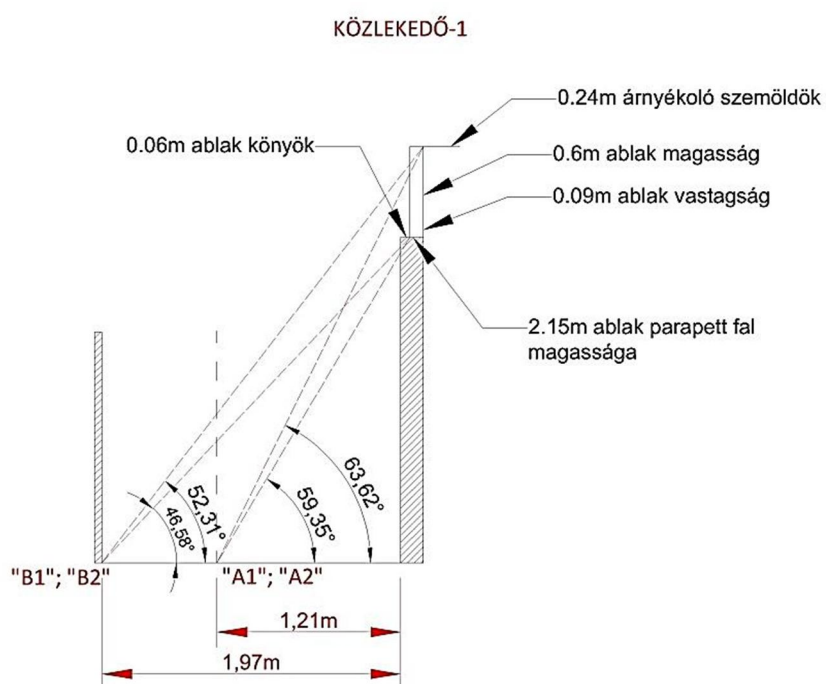
6.2. táblázat Pihenő-1, 1. és 2. - es oldal bevilágítóinak benapozása (A1, A2, B1, B2, C1 pontokból)

Egy nappálya az adott év két időpontjára vonatkozik. A Pihenő-1, 2. – es oldalbevilágítóján keresztül a B2 referencia pont, április 19. - június 21. között és június 21 - augusztus 25. között, reggel 7.10. – től, 8.00 – ig, benapozott lesz.

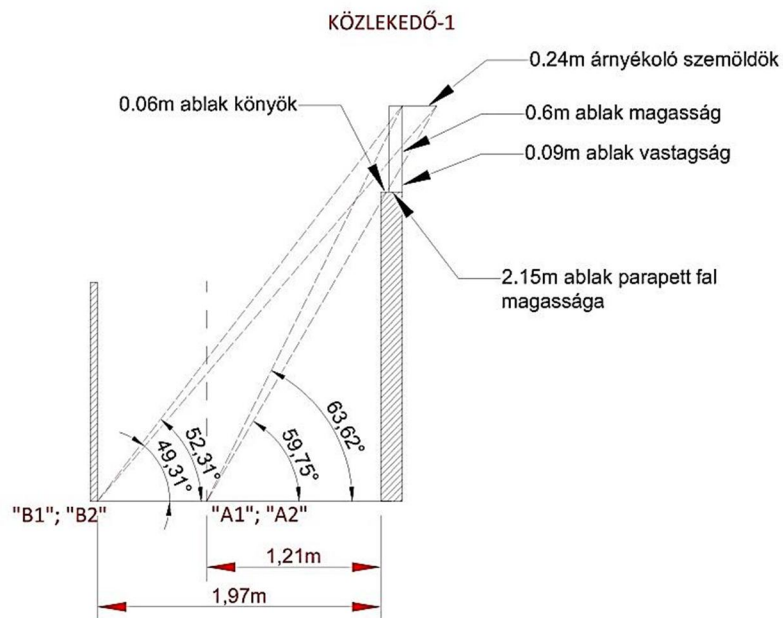
6.3. Közlekedő - 1. oldal bevilágítóinak vizsgálata



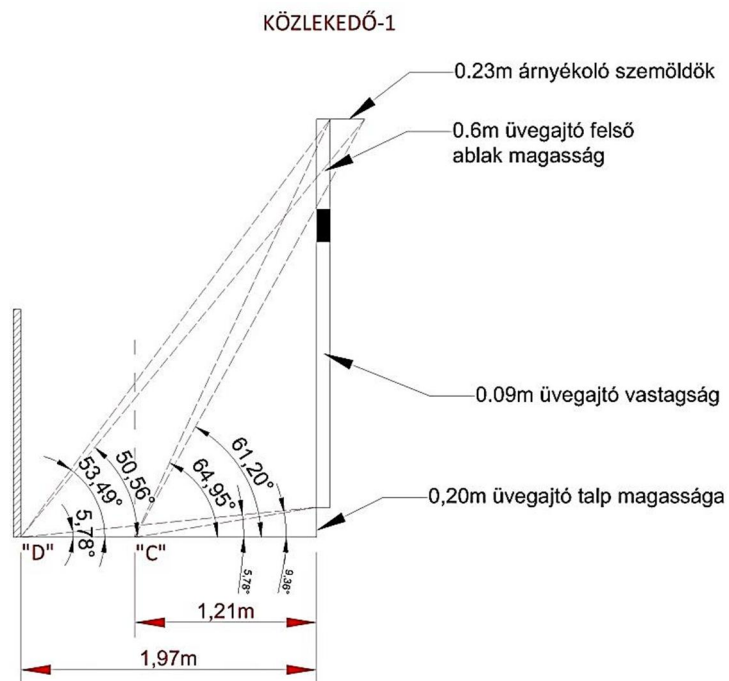
6.14. ábra Közlekedő - 1 alaprajz, vizsgálati pontokkal



6.15. ábra Közlekedő - 1 elevációs szögek, bevilágítókhoz

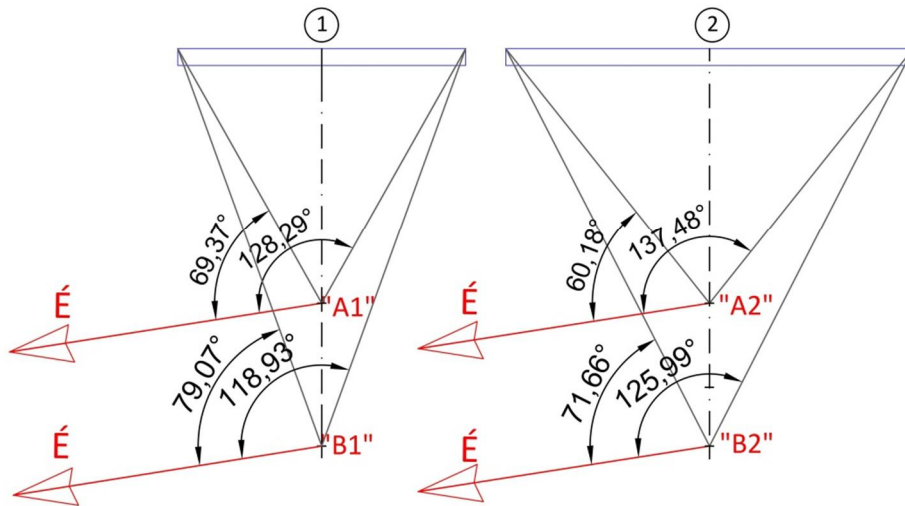


6.16. ábra Közlekedő - 1 elevációs szögek árnyékolóhoz

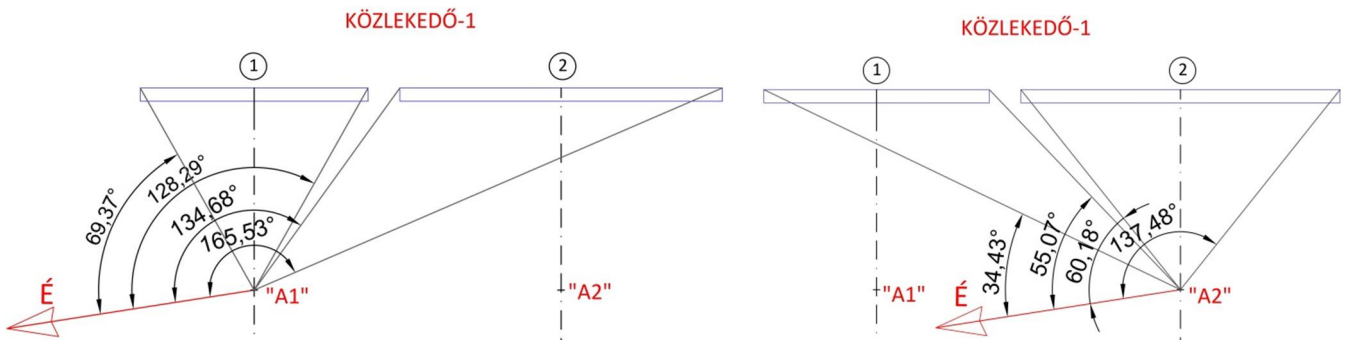


6.17. ábra Közlekedő - 1 elevációs szögek üvegajtóhoz

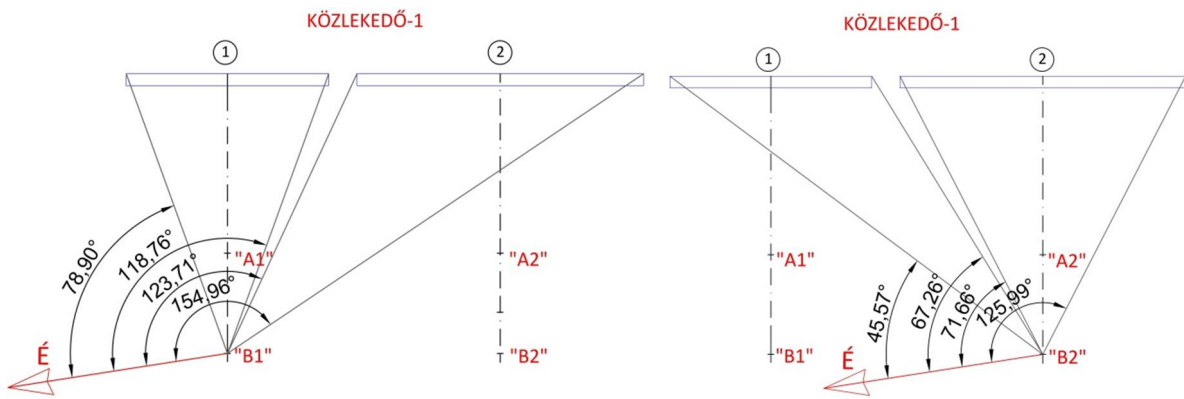
KÖZLEKEDŐ-1



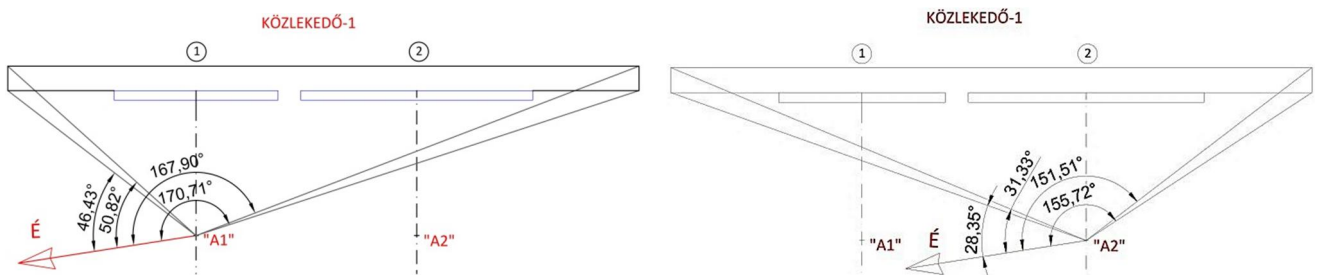
6.18. ábra Közlekedő - 1 azimut szögek oldal bevilágítókhoz (A1; A2; B1; B2 pontokból)



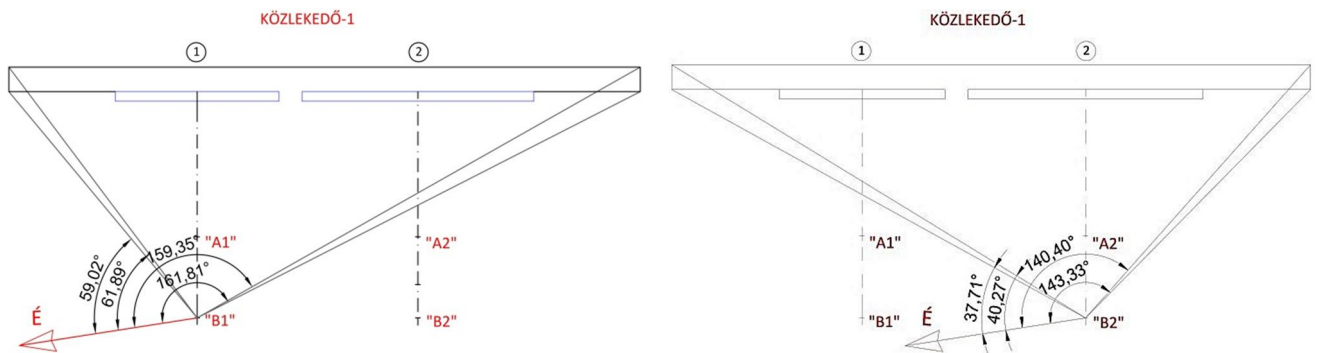
6.19. ábra Közlekedő - 1 azimut szögek oldal bevilágítókhoz (A1; A2 pontokból)



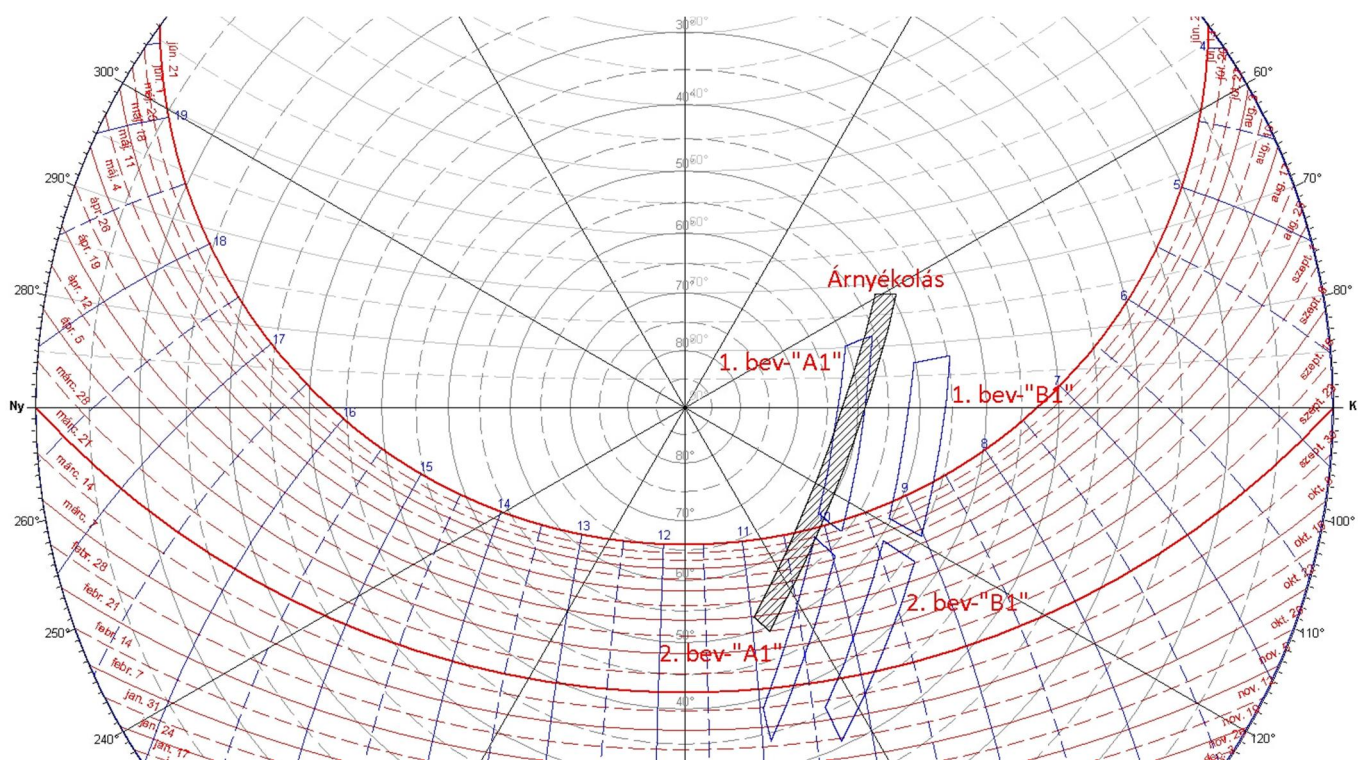
6.20. ábra Közlekedő - 1 azimut szögek oldal bevilágítókhoz (B1; B2 pontokból)



6.21. ábra Közlekedő - 1 azimut szögek árnyékolóhoz (A1; A2 pontokból)

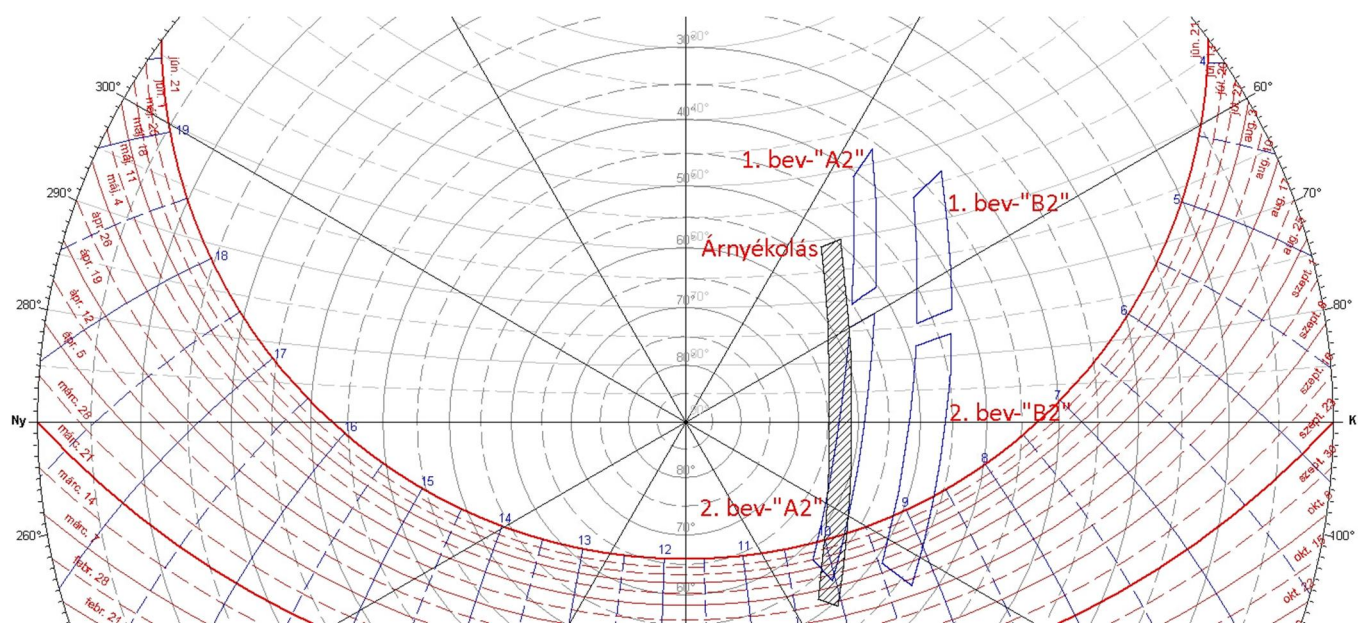


6.22. ábra Közlekedő - 1 azimut szögek árnyékolóhoz (B1; B2 pontokból)

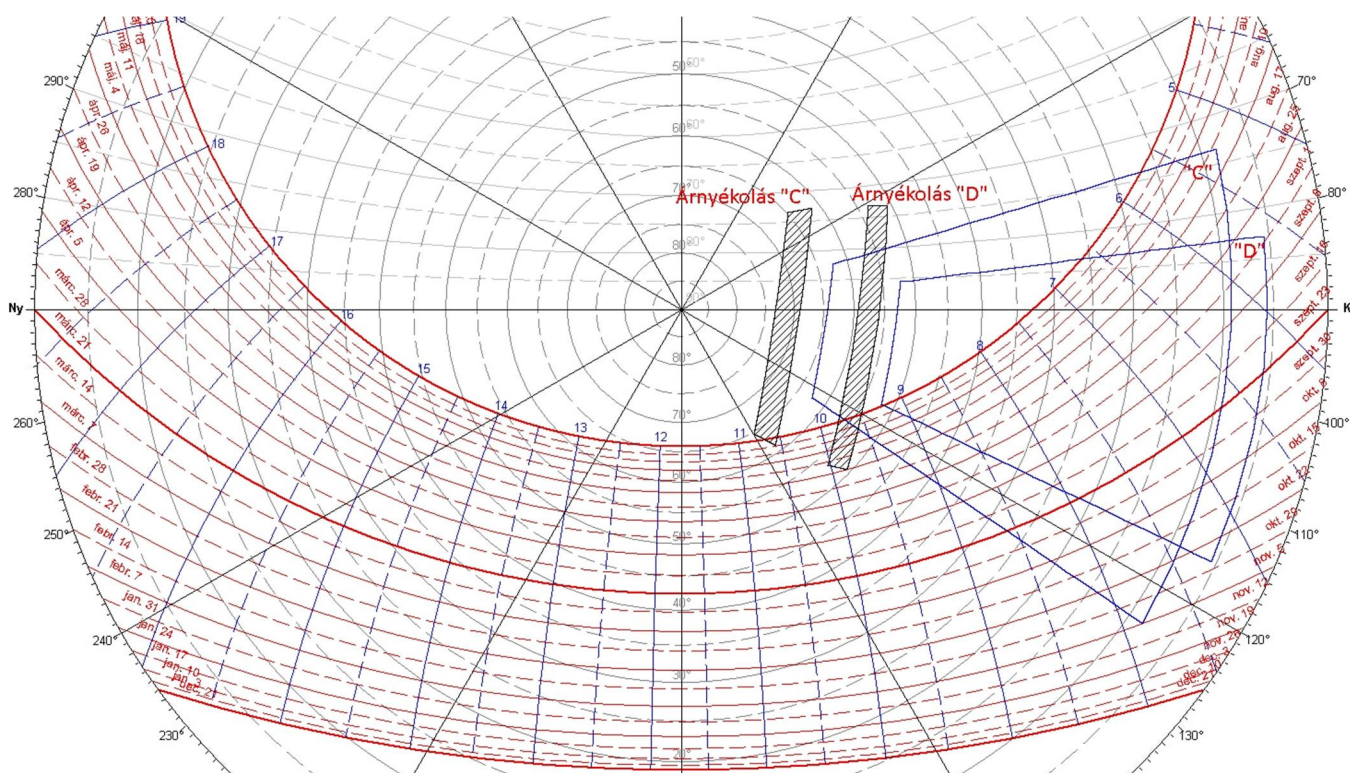


6.23. ábra Közlekedő – 1. és 2. bevilágítók benapozása (A1; B1 pontokból)

A közlekedő -1 2-es számú oldal bevilágítója mind az A1 és mind a B1 pontból tekintve bevilágított lesz.



6.24. ábra Közlekedő – 1. és 2. oldal bevilágítók benapozása (A2; B2 pontokból)



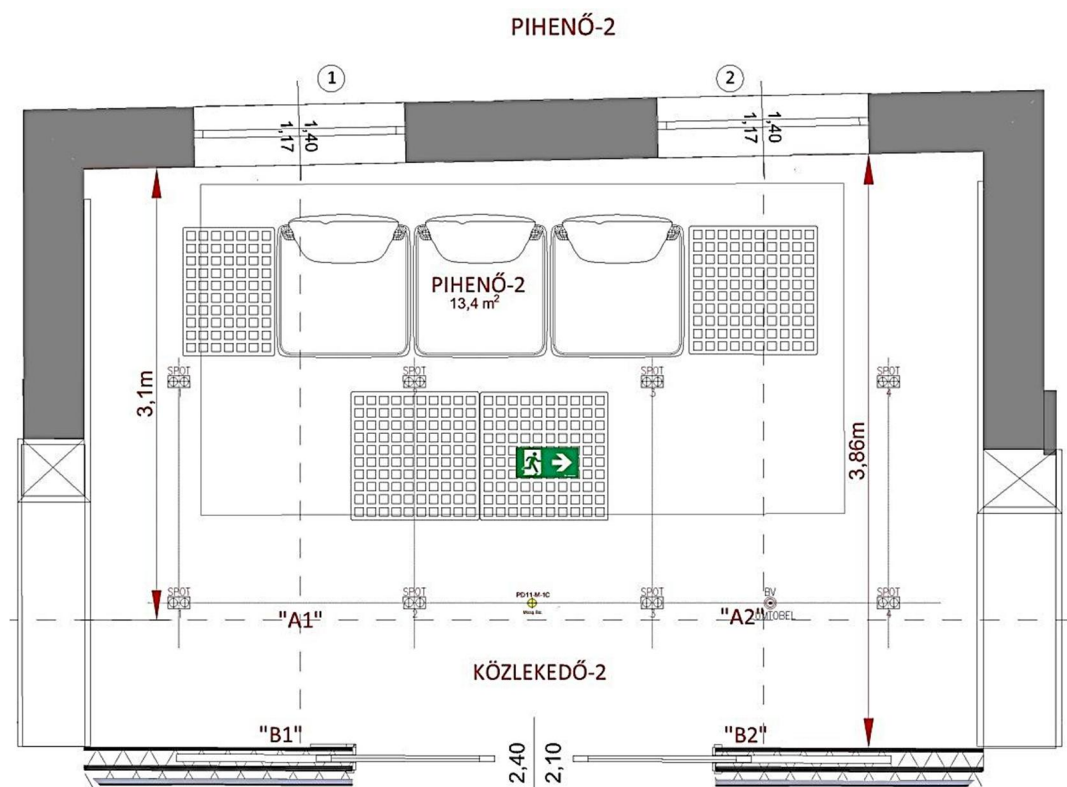
6.25. ábra Közlekedő – 1, Üvegajtó benapozása (C; D pontokból)

A Közlekedő – 1 oldal bevilágítóinak benapozását a 6.3. táblázat tartalmazza.

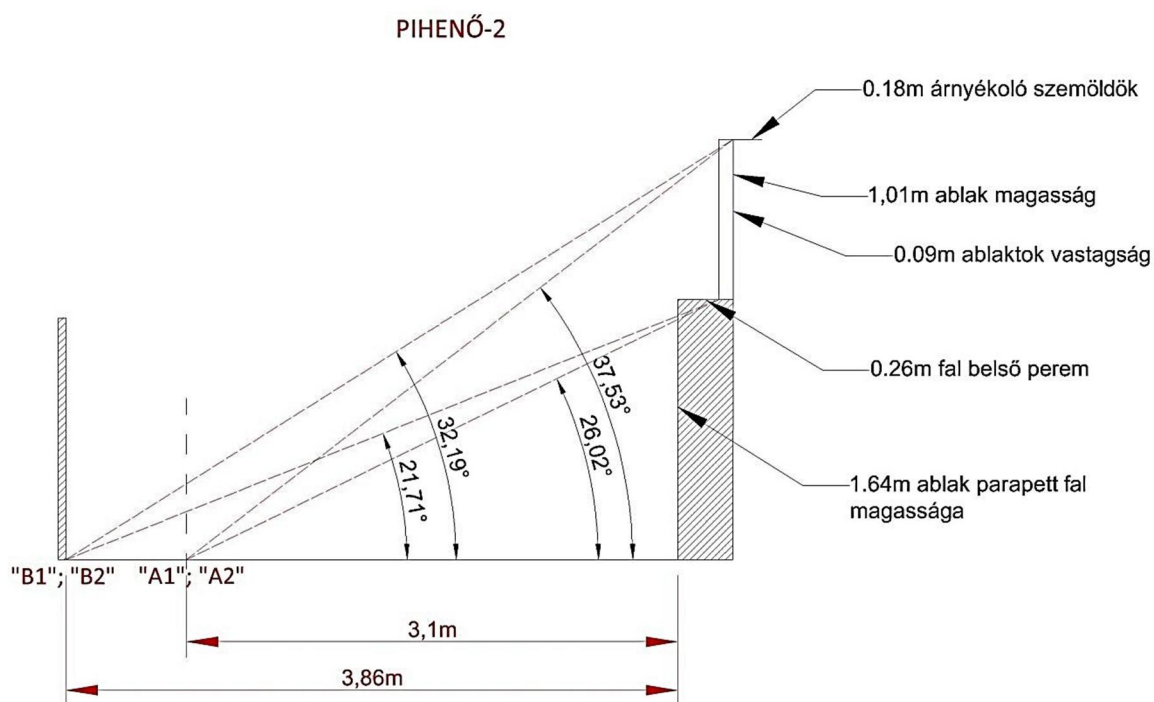
Terület:	Oldal bevilágító	Vizsgálati pont	Árnyékolás	Közvetlen benapozottság intervalluma	Közvetlen benapozottság időpontja
Közlekedő - 1	1.	A1	van	Benapozottság nem jön létre	Benapozottság nem jön létre
		A2	nincs	Benapozottság nem jön létre	Benapozottság nem jön létre
		B1	nincs	május 11. - június 21. június 21. - augusztus 3.	8.40. - 9.20.
		B2	nincs	Benapozottság nem jön létre	Benapozottság nem jön létre
	2.	A1	nincs	február 28. - június 1. június 13. - október 18.	10.00. - 11.00.
		A2	van	Benapozottság nem jön létre	10.20. - 10.50.
		B1	nincs	február 28. - május 11. augusztus 3. - október 15.	9.15. - 10. 20.
		B2	nincs	április 26. - június 21. június 21. - augusztus 17.	8.40. - 9.30.
	üvegajtó bevilágító	C	nincs	február 7. - június 21. , június 21 - november 5.	5.30.- 9.30.
		D	nincs	február 14. - június 21. június 21. - október 29.	5.40.- 8.30.

6.3. táblázat Közlekedő-1, 1. 2. oldal bevilágítóinak, és az üvegajtó bevilágító benapozása (A1, A2, B1, B2, C, D pontokból)

6.4. Pihenő - 2. (Közlekedő-2) oldal bevilágítóinak vizsgálata

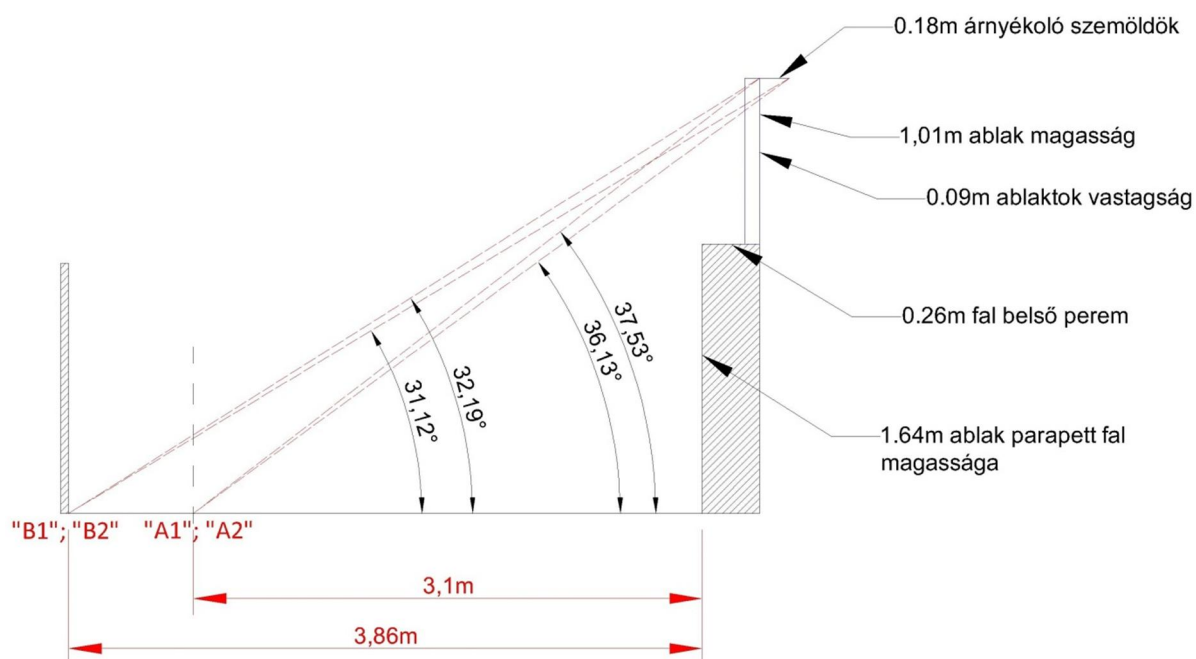


6.26. ábra Pihenő - 2 (Közlekedő-2) alaprajz, vizsgálati pontokkal

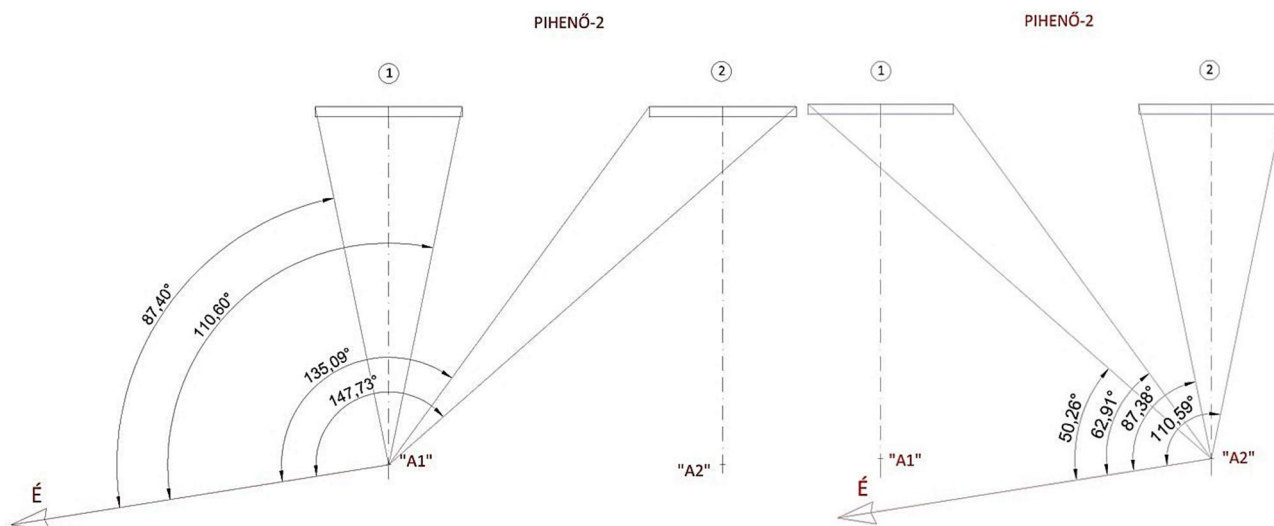


6.27. ábra Pihenő - 2 elevációs szögek, bevilágítókhoz

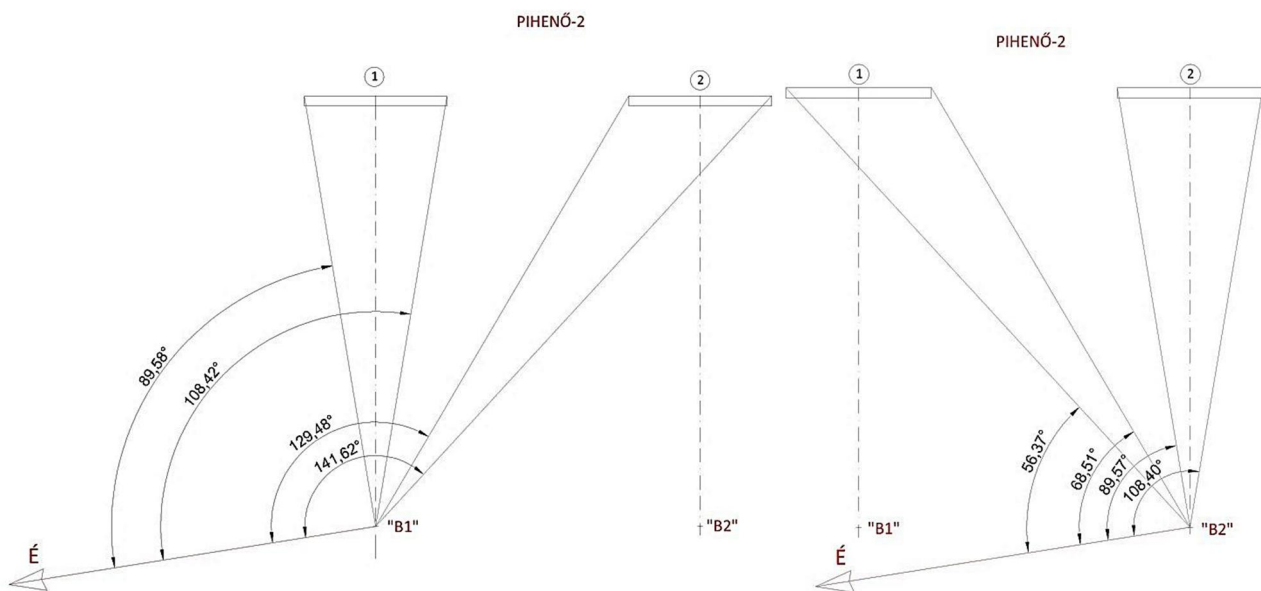
PIHENŐ-2



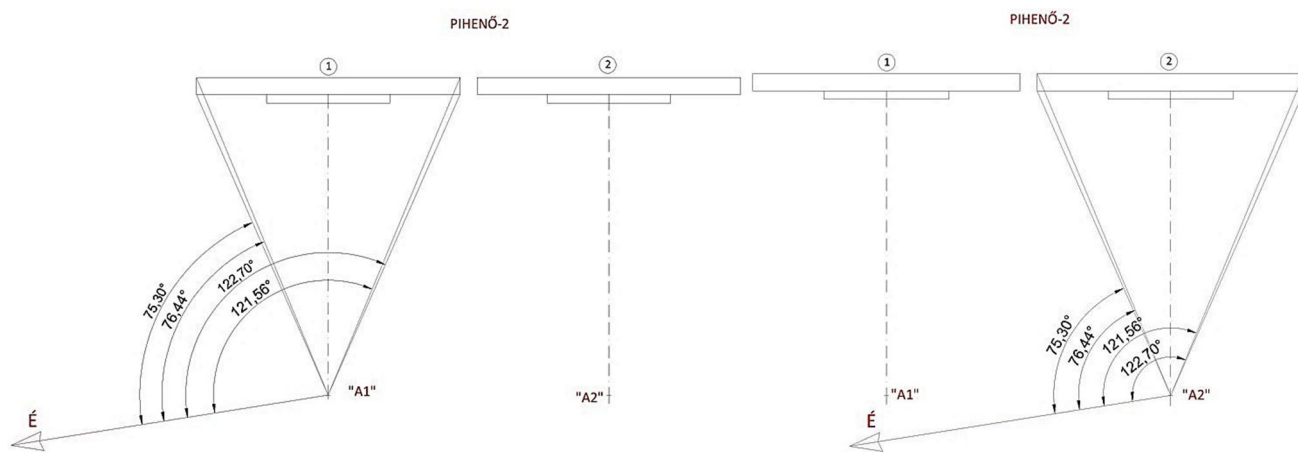
6.28. ábra Pihenő - 2 elevációs szögek árnyékolóhoz



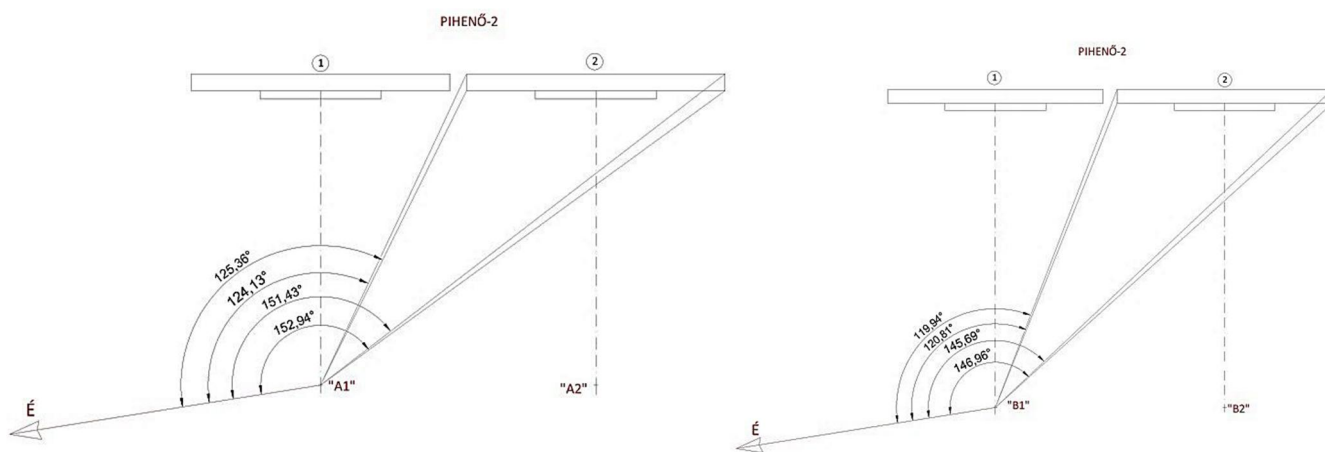
6.29. ábra Pihenő - 2 azimut szögek oldal bevilágítókhoz (A1; A2 pontokból)



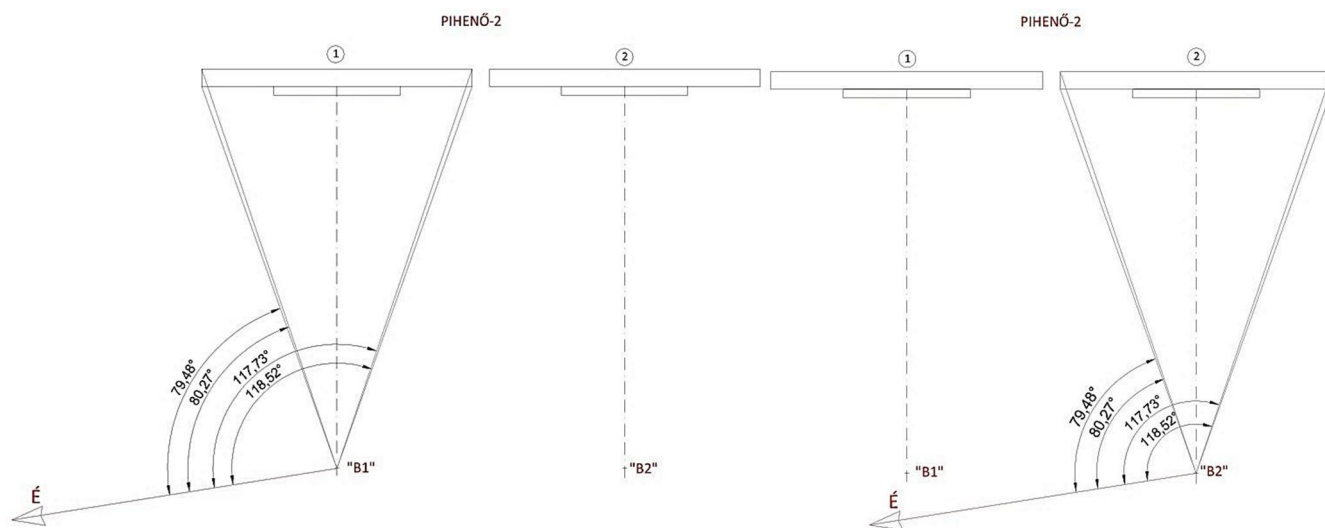
6.30. ábra Pihenő - 2 azimut szögek oldal bevilágítókhoz (B1; B2 pontokból)



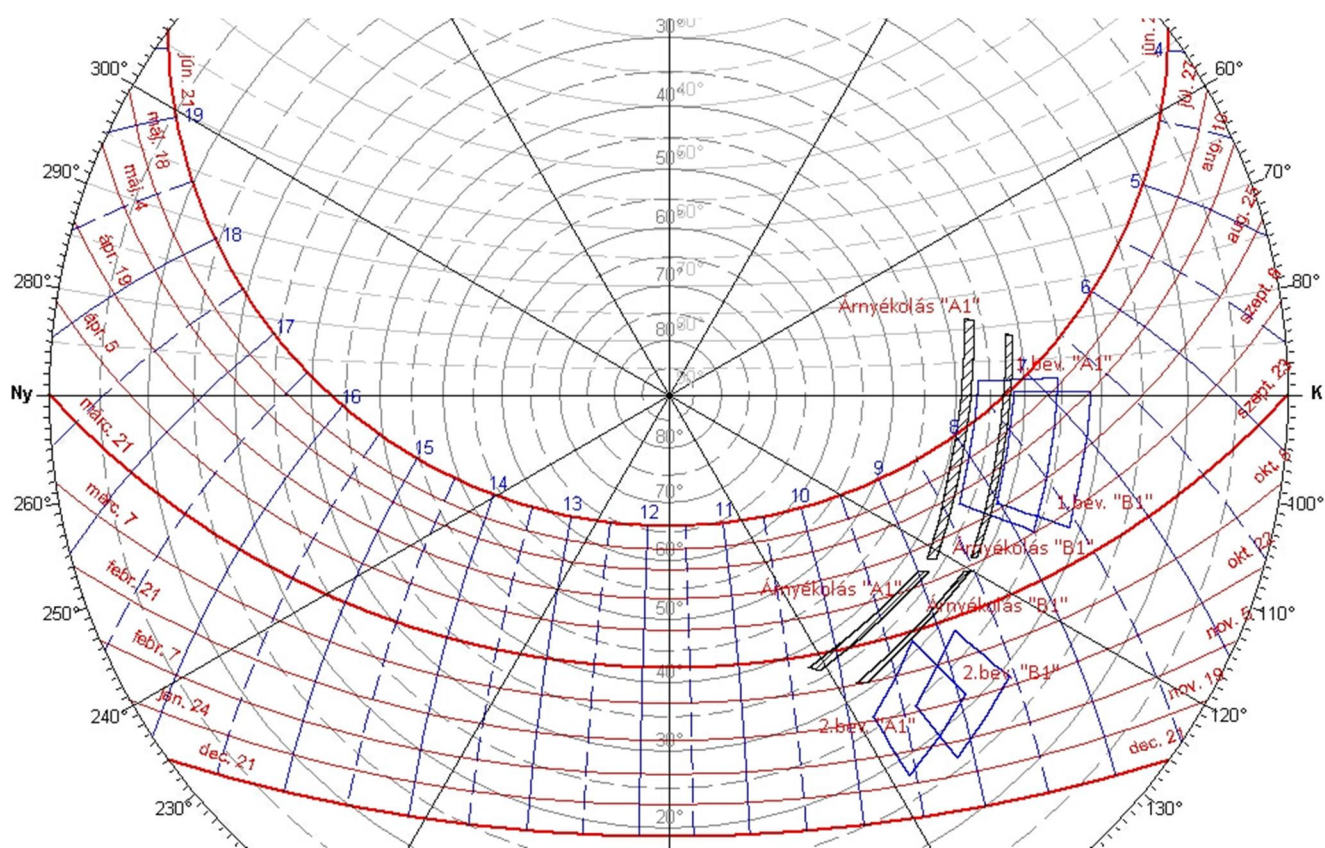
6.31. ábra Pihenő - 2 azimut szögek árnyékolóhoz (A1; A2 pontokból)



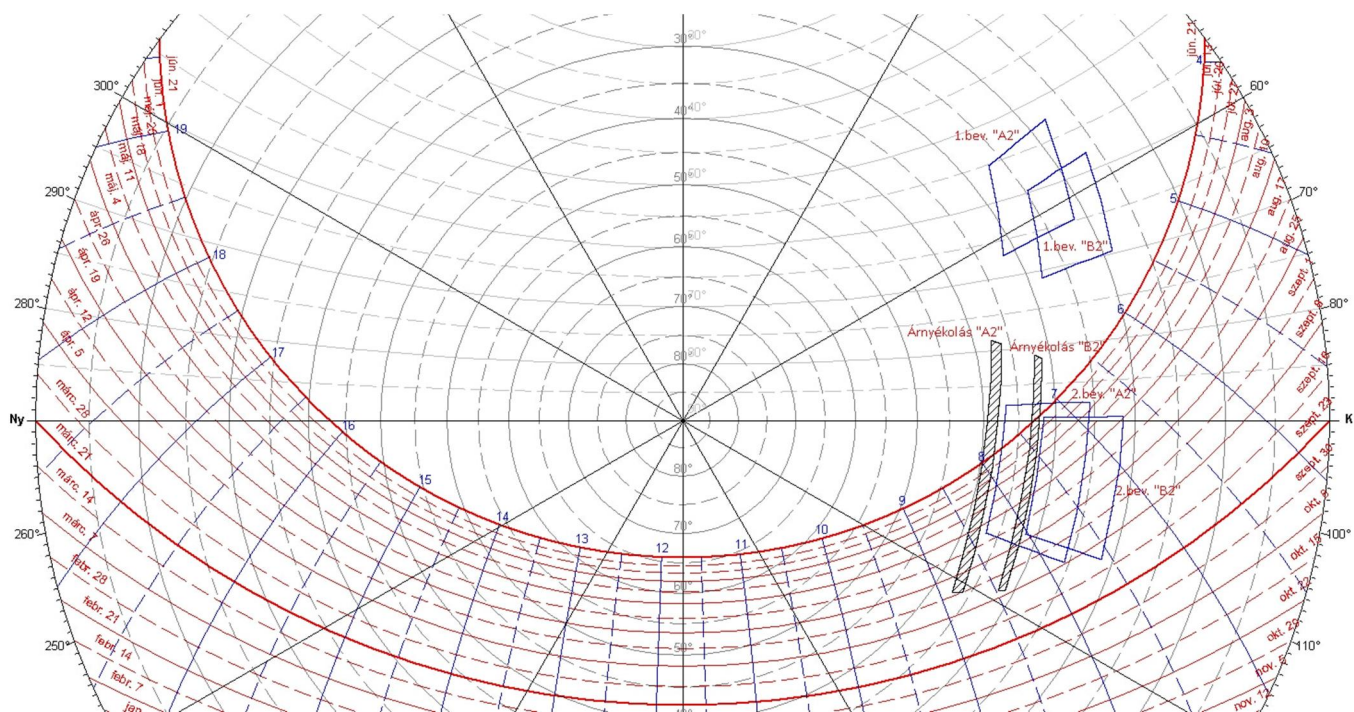
6.32. ábra Pihenő - 2 azimut szögek árnyékolóhoz (A1; B1 pontokból)



6.33. ábra Pihenő - 2 azimut szögek árnyékolóhoz (B1; B2 pontokból)



6.34. ábra Pihenő – 2, 1. és 2. oldal bevilágítók benapozása (A1; B1 pontokból)



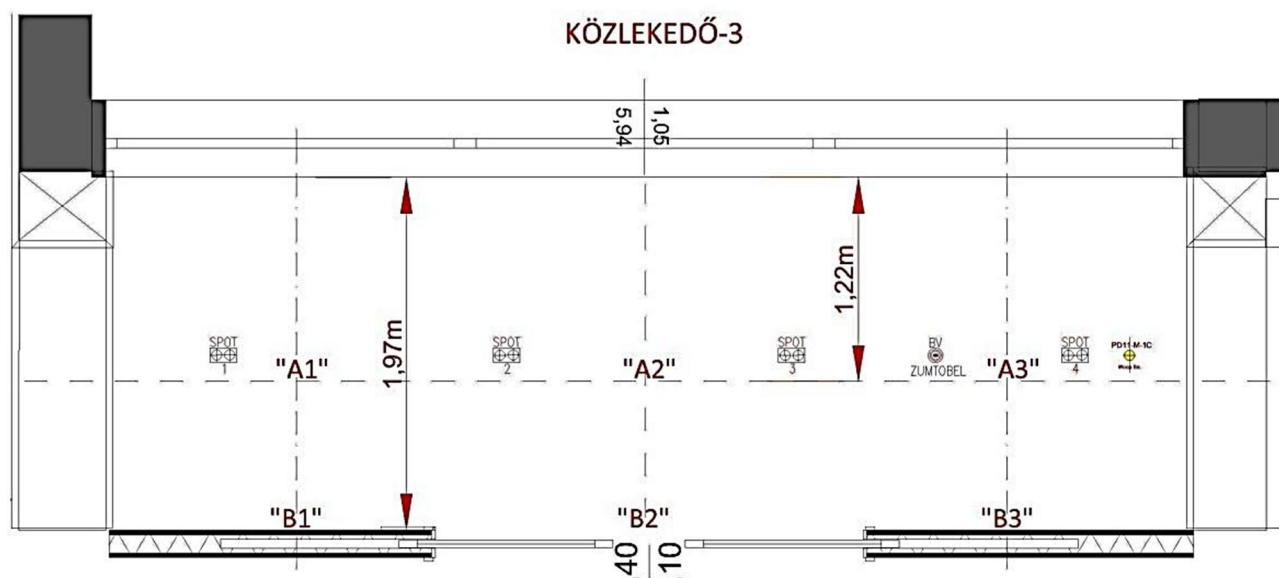
6.35. ábra Pihenő – 2, 1. és 2. oldal bevilágítók benapozása (A2; B2 pontokból)

A Pihenő-2 oldal bevilágítóinak benapozását a 6.4. táblázat tartalmazza.

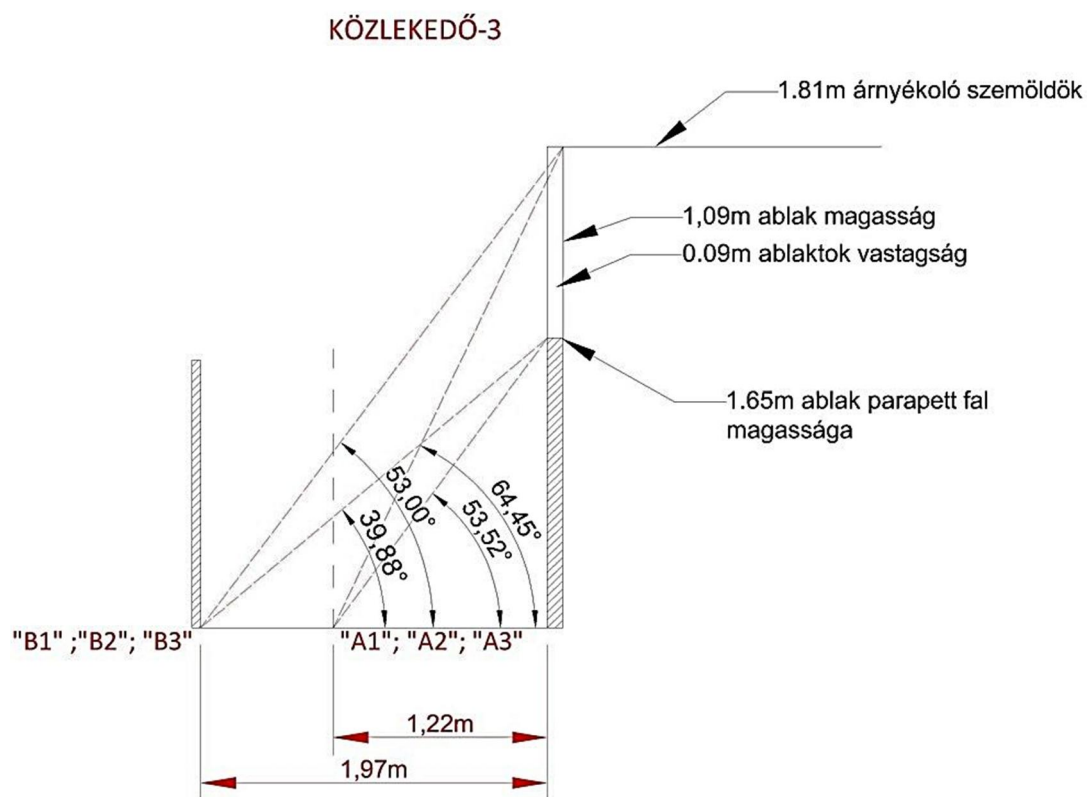
Terület:	Oldal bevilágító	Vizsgálati pont	Árnyékolás	Közvetlen benapozottság intervalluma	Közvetlen benapozottság időpontja
Pihenő-2	1.	A1	nincs	április 5. - június 21. június 21 - szeptember 8.	6.50. - 8.20.
		A2	nincs	Benapozottság nem jön létre	Benapozottság nem jön létre
		B1	nincs	április 1. - június 1. június 13.- szeptember 8.	6.40. - 8.00.
		B2	nincs	Benapozottság nem jön létre	Benapozottság nem jön létre
	2.	A1	nincs	január 31. - március 14. szeptember 26. - november 12.	9.00- 9.40.
		A2	nincs	április 5. - június 21. június 21 - szeptember 8.	6.50. - 8.20.
		B1	nincs	Január 31. - március 14. szeptember 31. - november 12.	8.30. - 9.20.
		B2	nincs	április 1. - június 1. június 13.- szeptember 8.	6.40. - 8.00.

6.4. táblázat Pihenő-2, 1. és 2. oldal bevilágítók benapozása (A1, A2, B1, B2, pontokból)

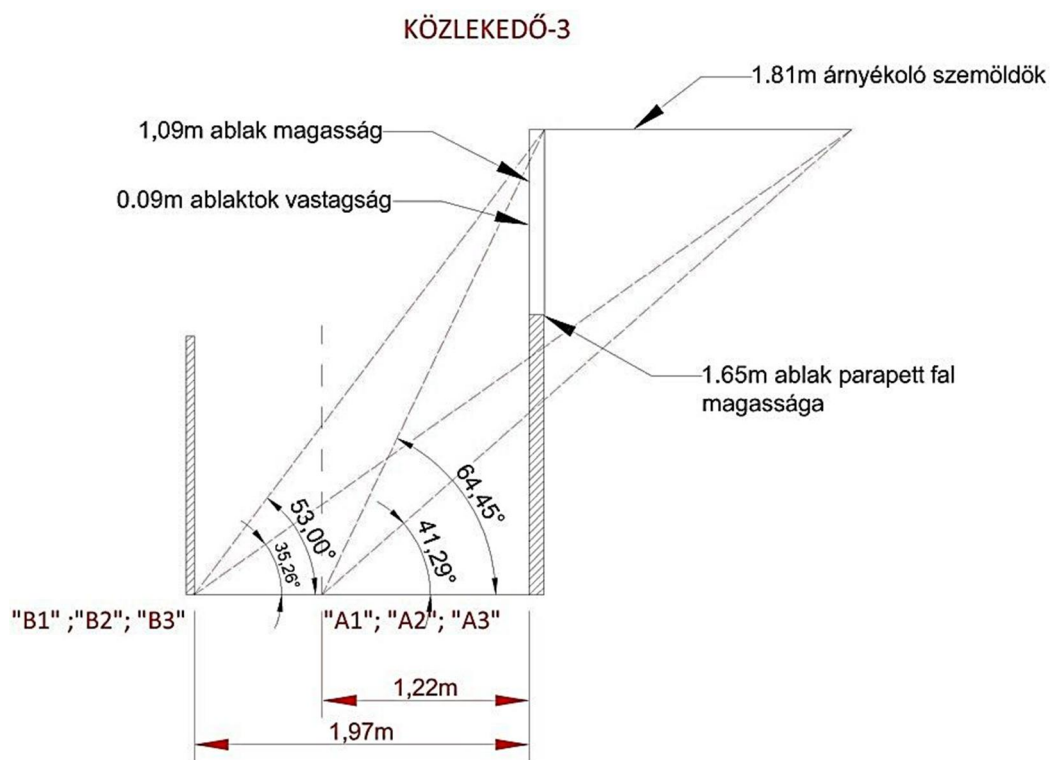
6.5. Közlekedő-3 oldal bevilágítóinak vizsgálata



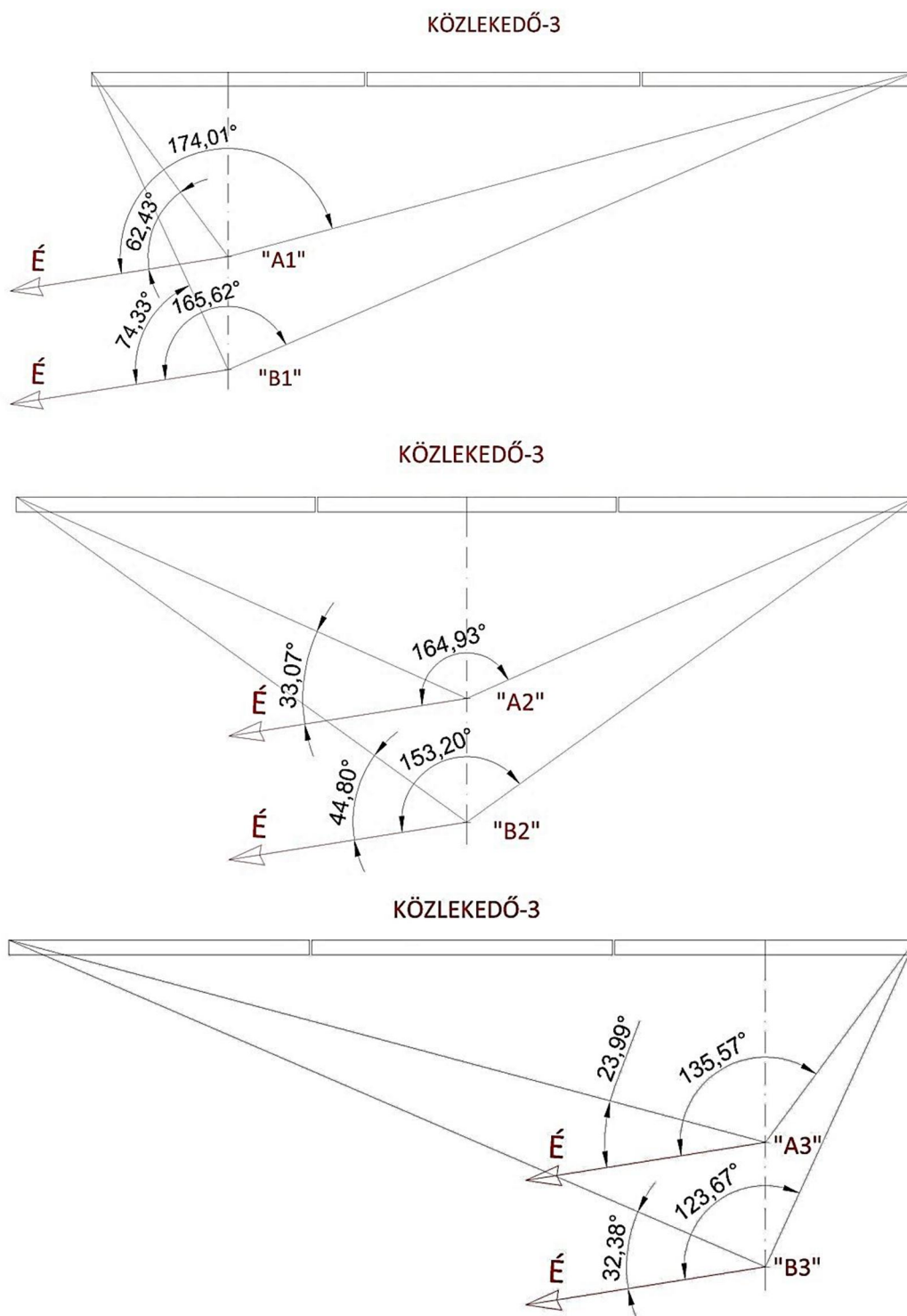
6.36. ábra Közlekedő-3 alaprajz, vizsgálati pontokkal



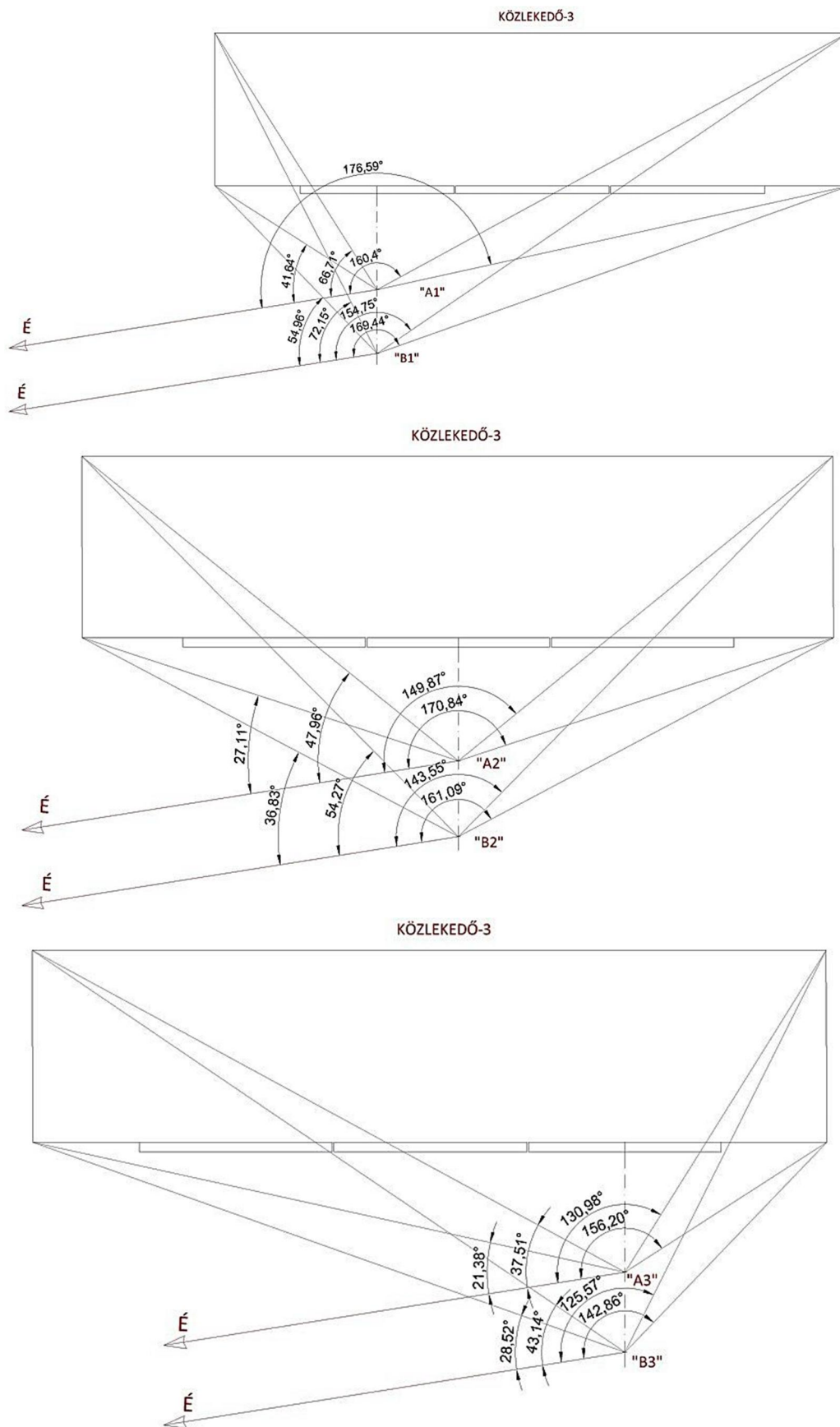
6.37. ábra Közlekedő-3 elevációs szögek, bevilágítókhoz



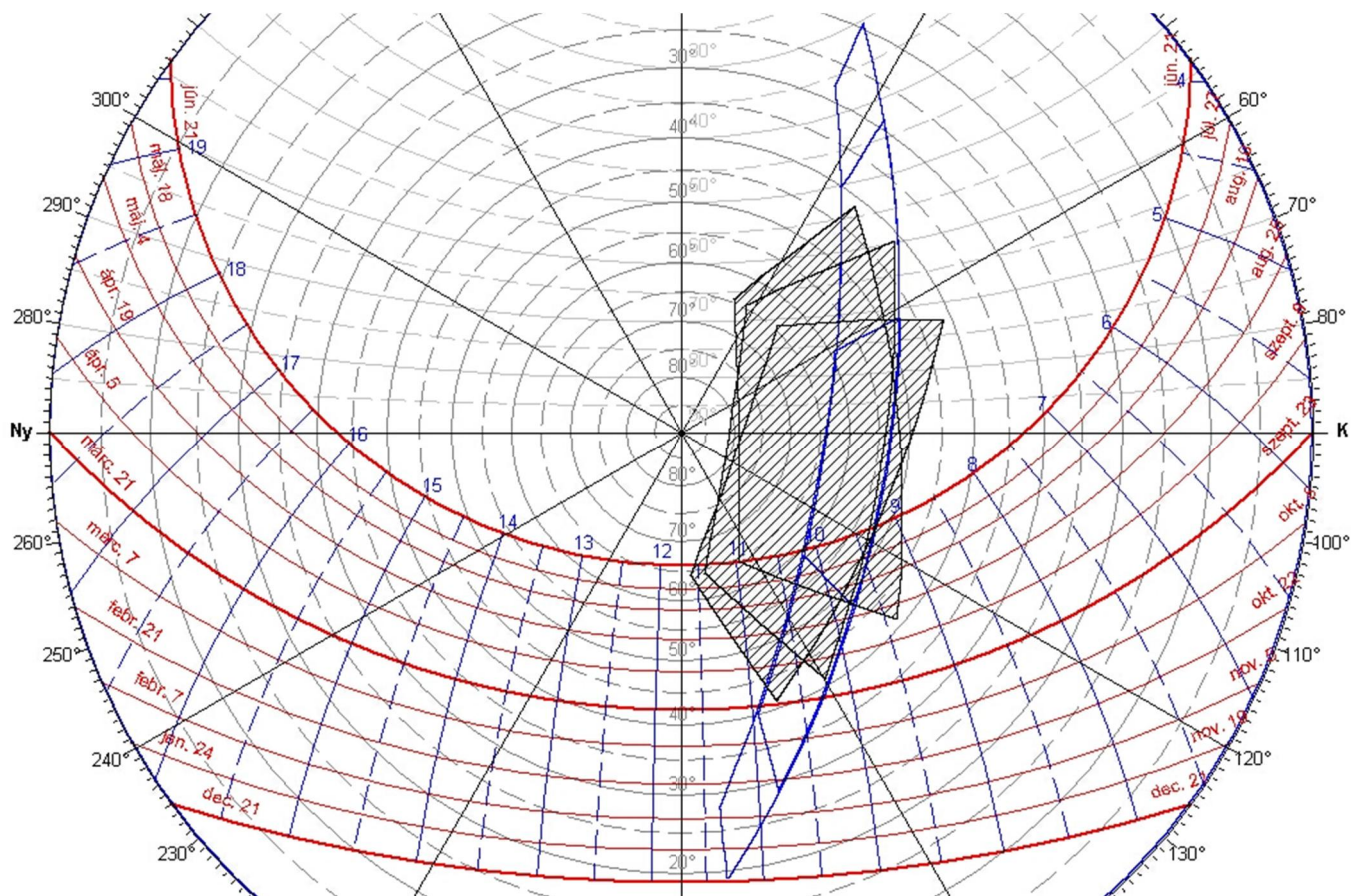
6.38. ábra Közlekedő-3 elevációs szögek árnyékolóhoz



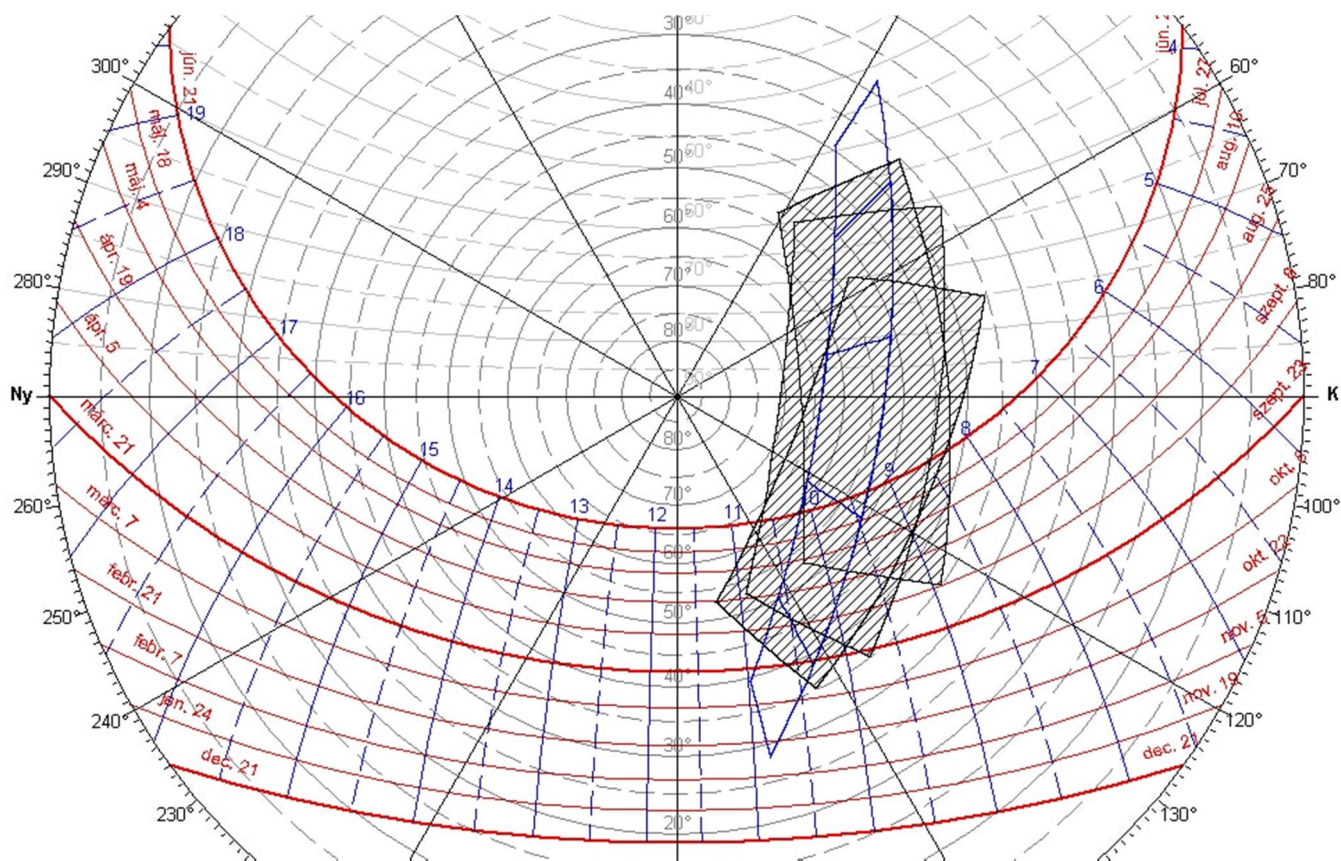
6.39. ábra Közlekedő-3 azimut szögek oldal bevilágítókhoz (A1; A2; A3; B1; B2; B3 pontokból)



6.40. ábra Közlekedő-3 azimut szögek árnyékolóhoz (A1; A2; A3; B1; B2; B3 pontokból)



6.41. ábra Közlekedő-3, 1. 2. 3. oldal bevilágítók benapozása (A1; A2; A3 pontokból)



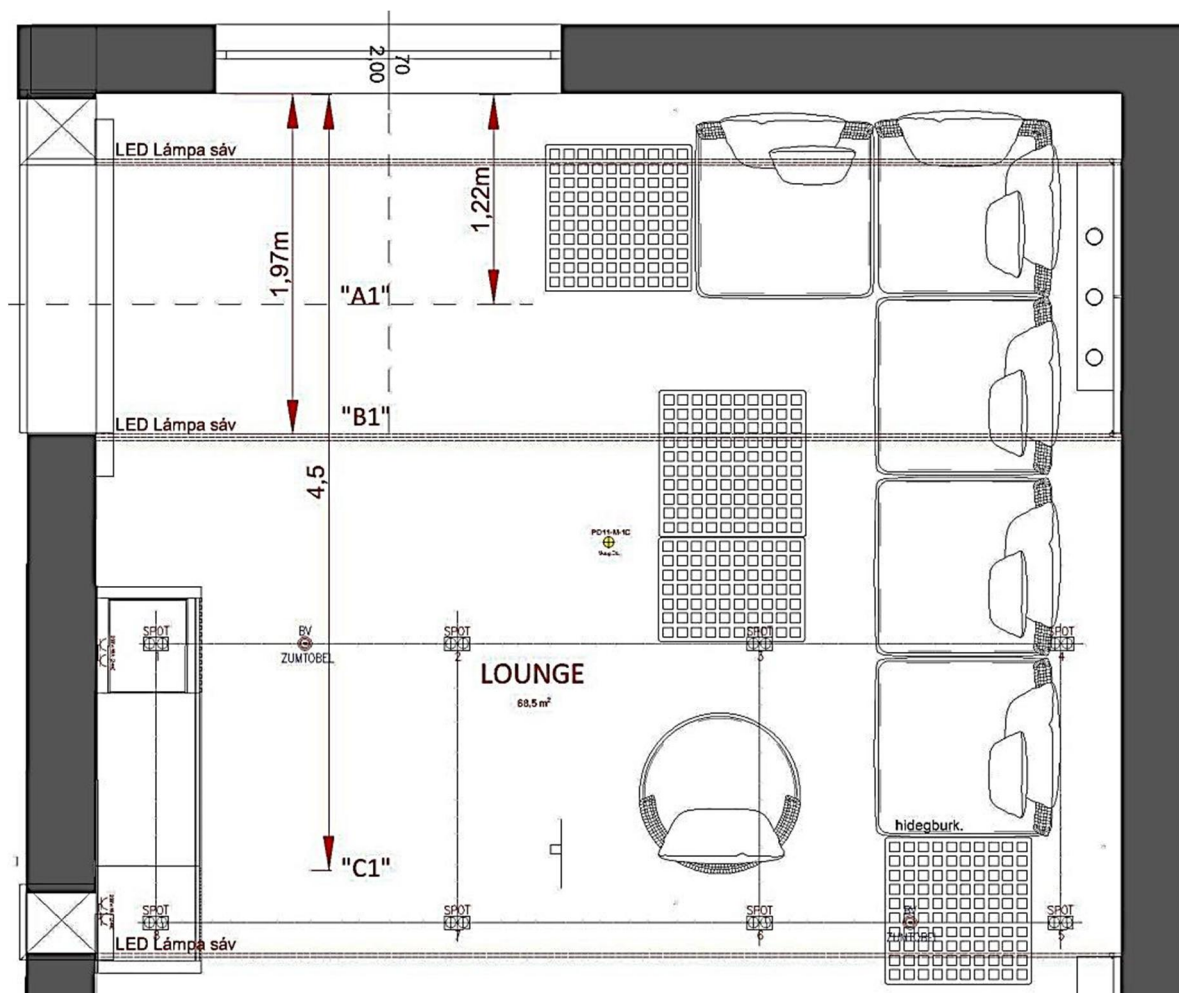
6.42. ábra Közlekedő-3, 1. 2. 3. oldal bevilágítók benapozása (B1; B2; B3 pontokból)

A közlekedő-3 oldal bevilágítóinak benapozását a 6.5. táblázat tartalmazza.

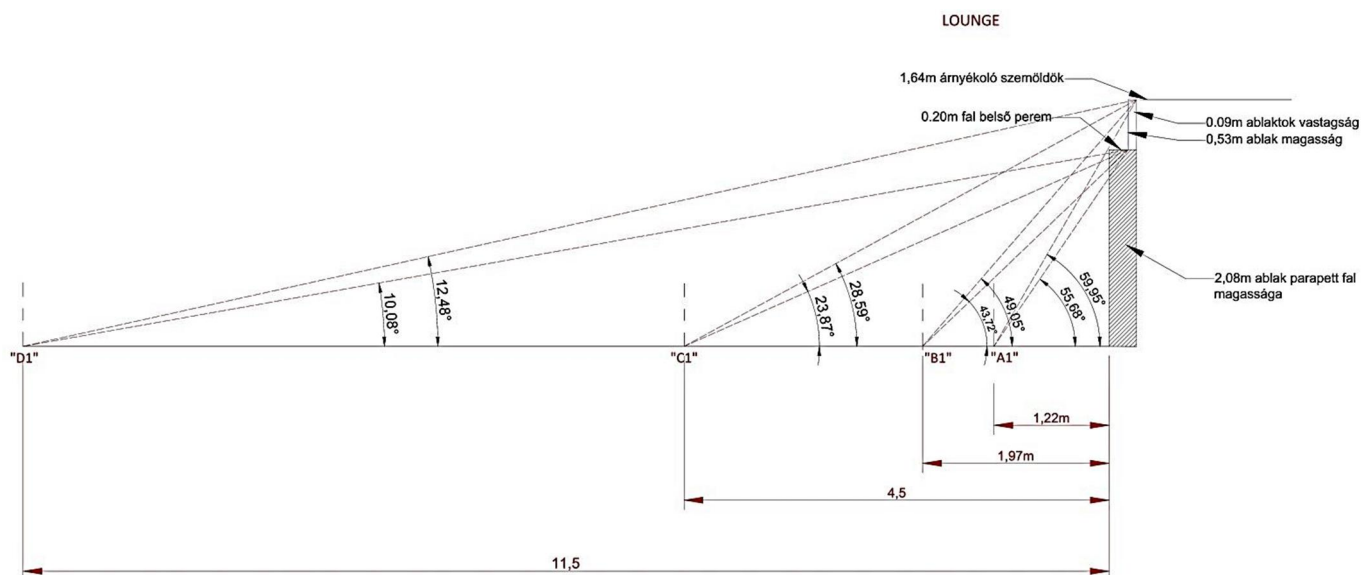
Terület:	Oldal bevilágító	Vizsgálati pont	Árnyékolás	Közvetlen benapozottság intervalluma	Közvetlen benapozottság időpontja:
Közlekedő-3	1. 2. 3.	A1	van	december 21. - március 21. szeptember 23. - december 21.	10.30.- 11.20.
		A2	van	december 21. - március 21. szeptember 23. - december 21.	10.30.- 11.20.
		A3	van	Árnyékolás miatt nem benapozott.	Árnyékolás miatt nem benapozott.
		B1	van	február 7. - március 28. szeptember 16. - október 29.	10.30.- 11.00.
		B2	van	Árnyékolás miatt nem benapozott.	Árnyékolás miatt nem benapozott.
		B3	van	Árnyékolás miatt nem benapozott.	Árnyékolás miatt nem benapozott.

6.5. táblázat Közlekedő-3, 1. 2. és 3. oldal bevilágítók benapozása (A1, A2, A3, B1, B2, B3 pontokból)

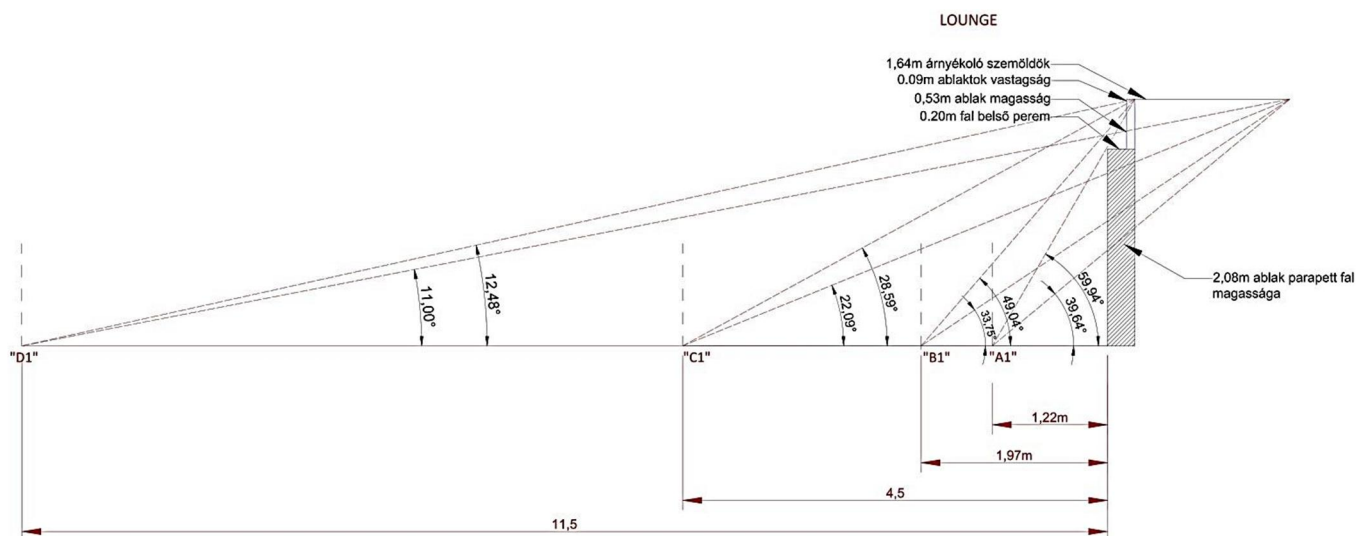
6.6. Lounge medence oldali bevilágító vizsgálata



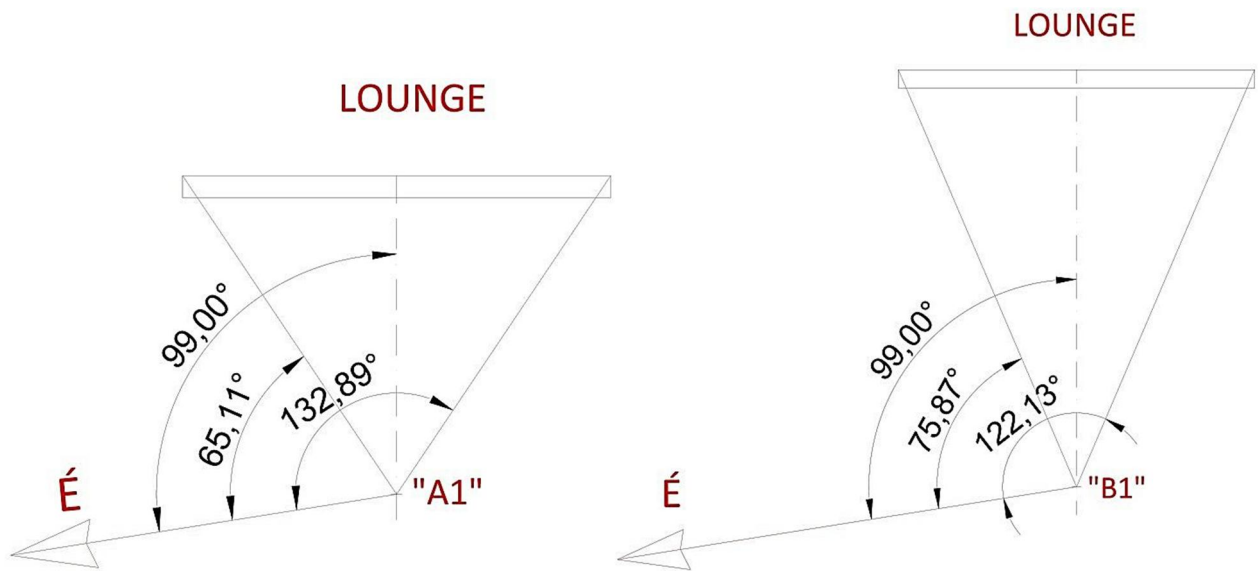
6.43. ábra Lounge, medence oldali bevilágító, vizsgálati pontokkal



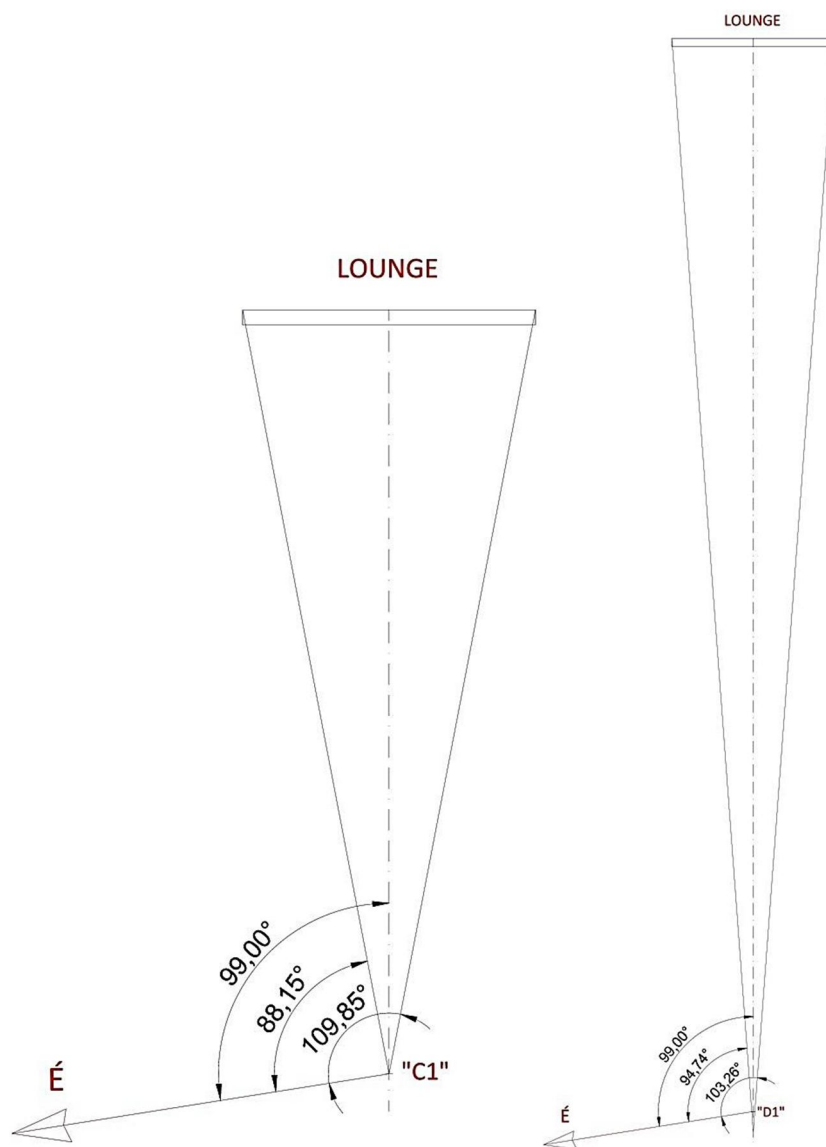
6.44. ábra Lounge, medence oldali bevilágítóhoz, elevációs szögek



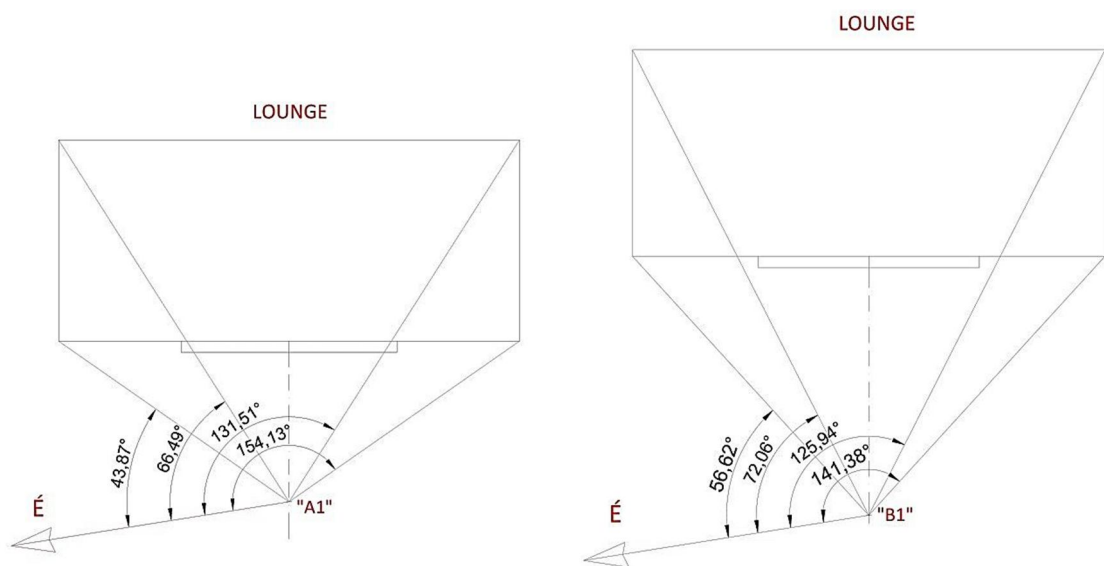
6.45. ábra Lounge, medence oldali árnyékolóhoz, elevációs szögek



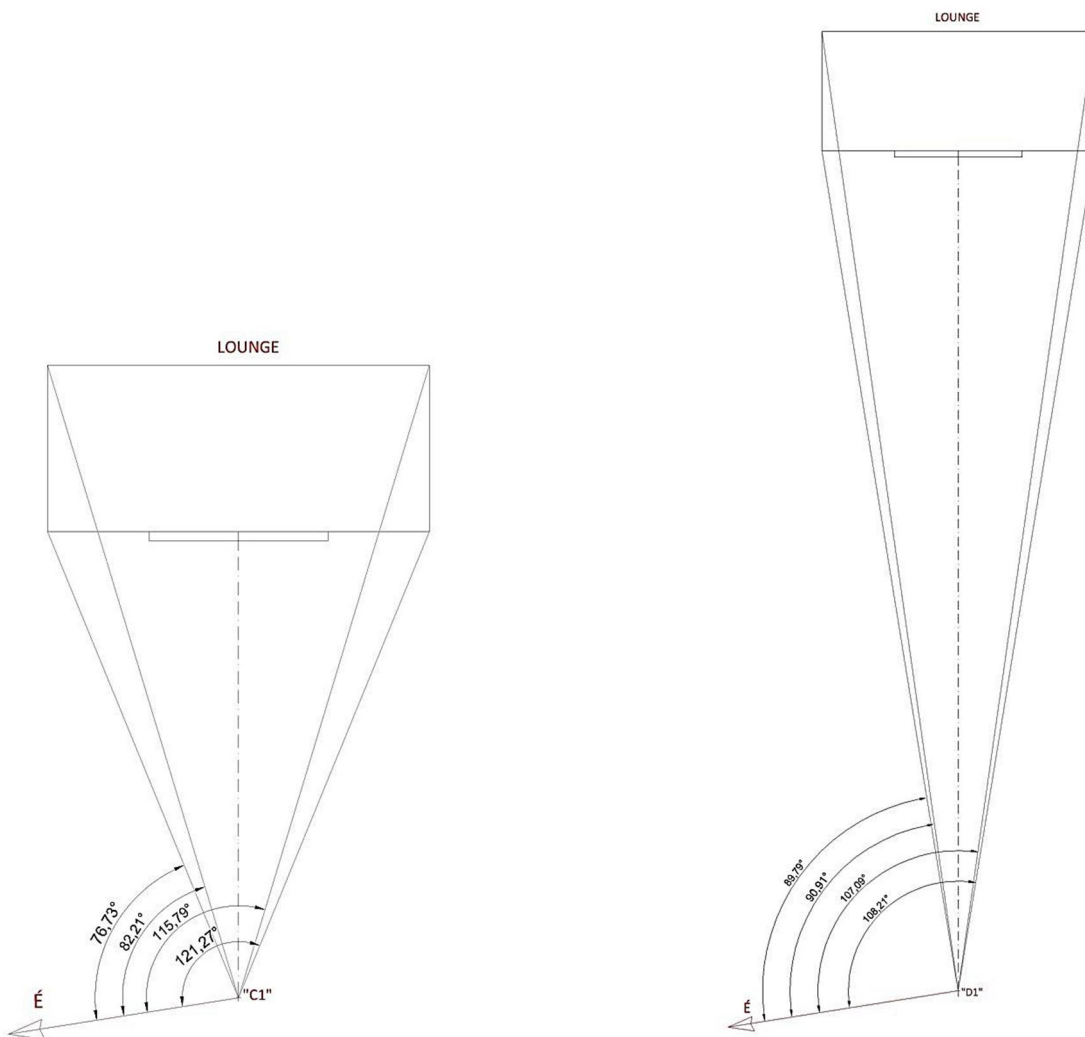
6.46. ábra Lounge, medence oldali bevilágítóhoz, azimut szögek (A1; B1 pontokból)



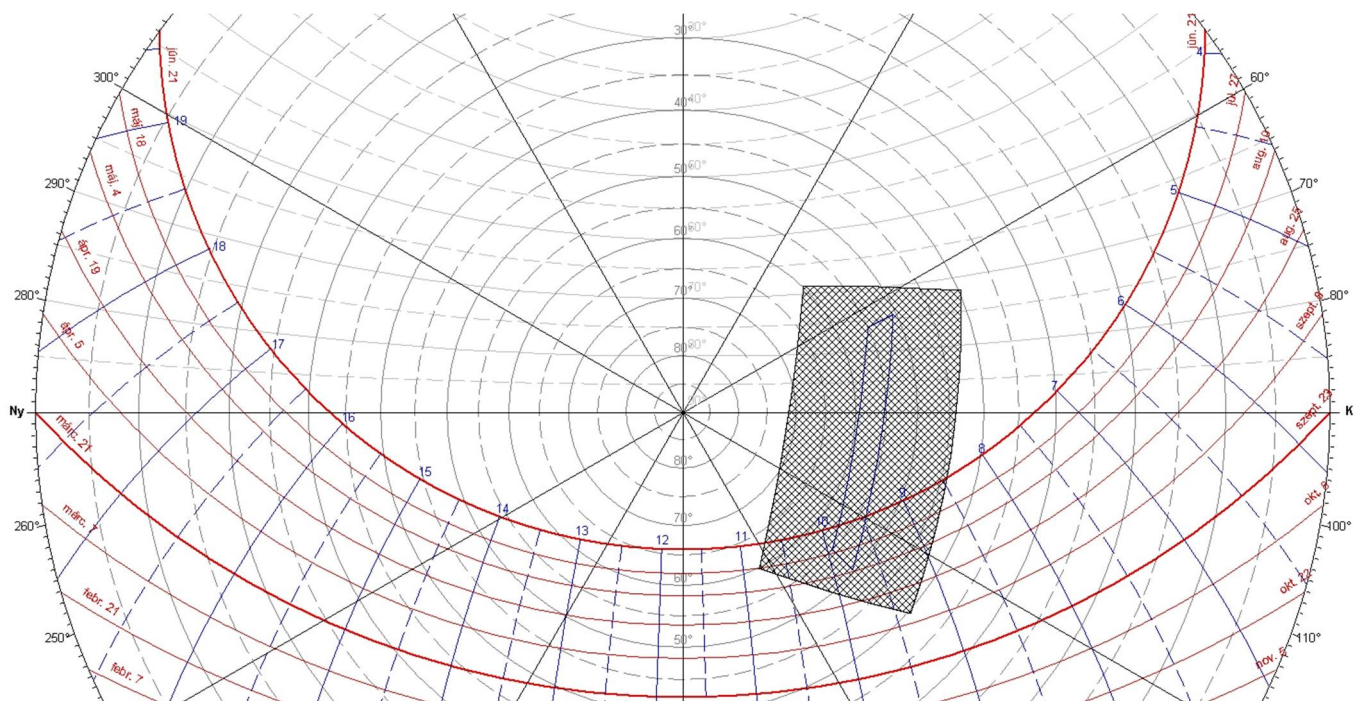
6.47. ábra Lounge, medence oldali bevilágítóhoz, azimut szögek (C1; D1 pontokból)



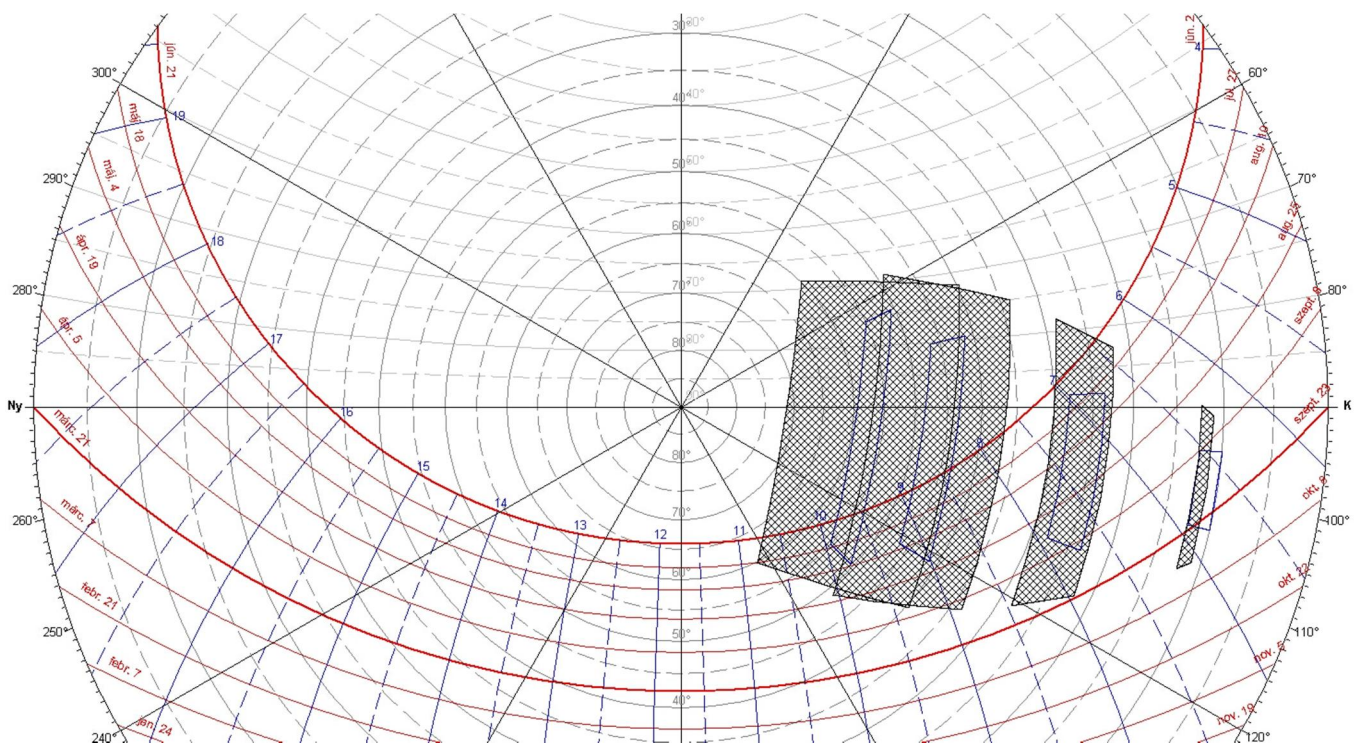
6.48. ábra Lounge, medence oldali árnyékolóhoz, azimut szögek (A1; B1 pontokból)



6.49. ábra Lounge, medence oldali árnyékolóhoz, azimut szögek (C1; D1 pontokból)



6.50. ábra Lounge, medence oldali bevilágító benapozása (A1 pontból)



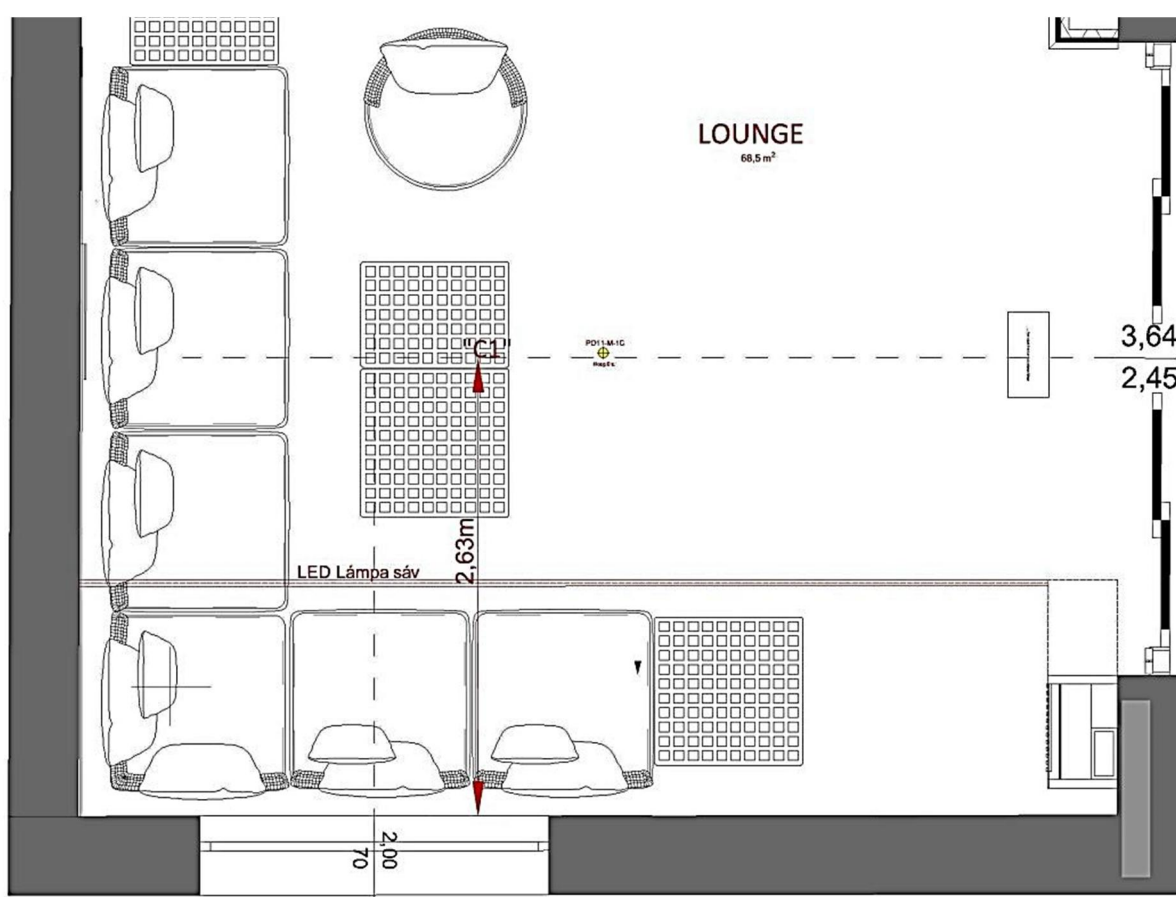
6.51. ábra Lounge, medence oldali bevilágító benapozása (B1; C1; D1 pontból)

A Lounge medence oldali oldal bevilágító benapozottságát a 6.6. táblázat tartalmazza.

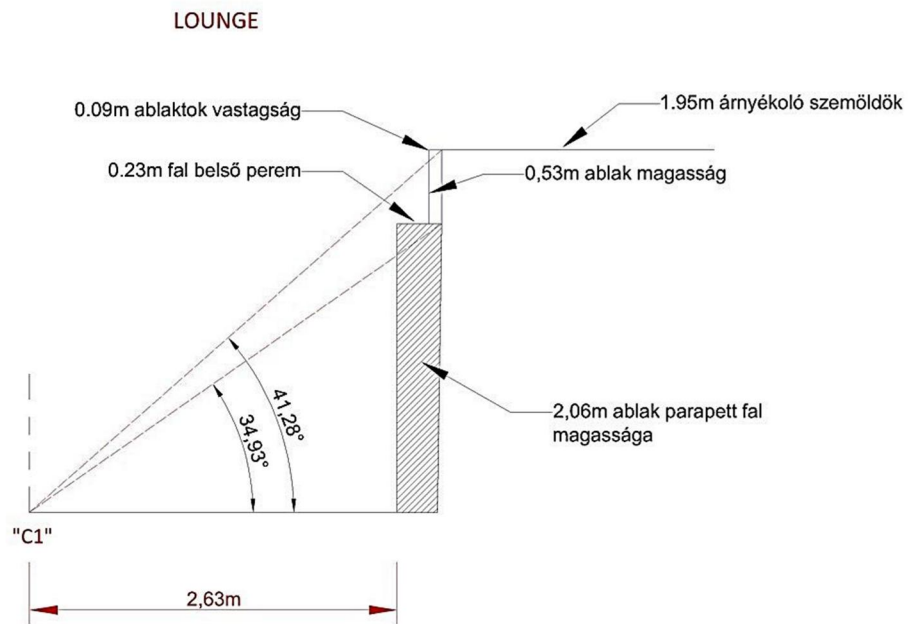
Terület:	Oldal bevilágító	Vizsgálati pont	Árnyékolás	Közvetlen benapozottság intervalluma	Közvetlen benapozottság időpontja:
Lounge	medence oldali bevilágító	A1	van	Árnyékolás miatt nem benapozott.	Árnyékolás miatt nem benapozott.
		B1	van	Árnyékolás miatt nem benapozott.	Árnyékolás miatt nem benapozott.
		C1	van	Árnyékolás miatt nem benapozott.	Árnyékolás miatt nem benapozott.
		D1	van	március 21. - április 5. szeptember 12. - szeptember 23.	6.20. - 7.15.

6.6. táblázat Lounge, medence oldali bevilágító benapozása (A1, B1, C1, D1 pontokból)

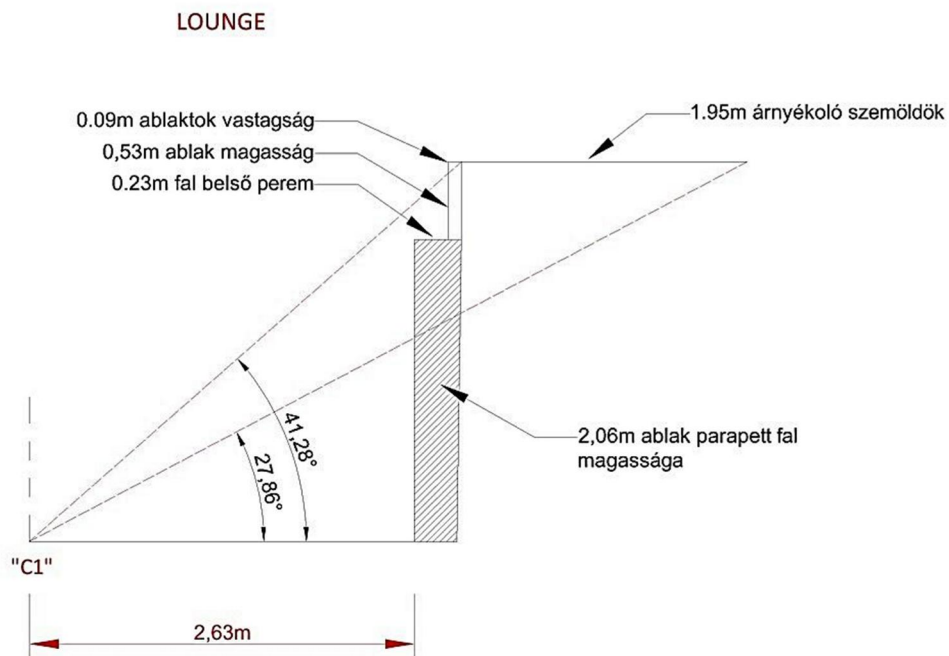
6.7. Lounge belső udvari bevilágító vizsgálata



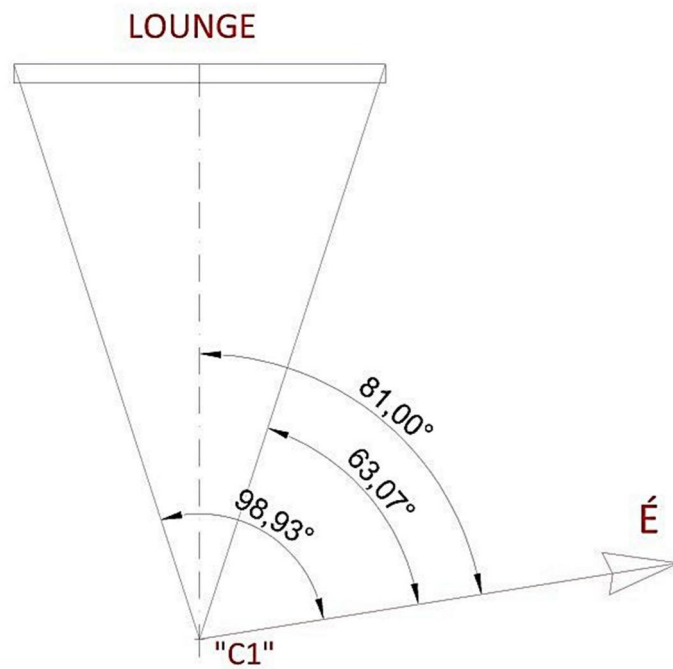
6.52. ábra Lounge, belső udvari bevilágító, vizsgálati ponttal



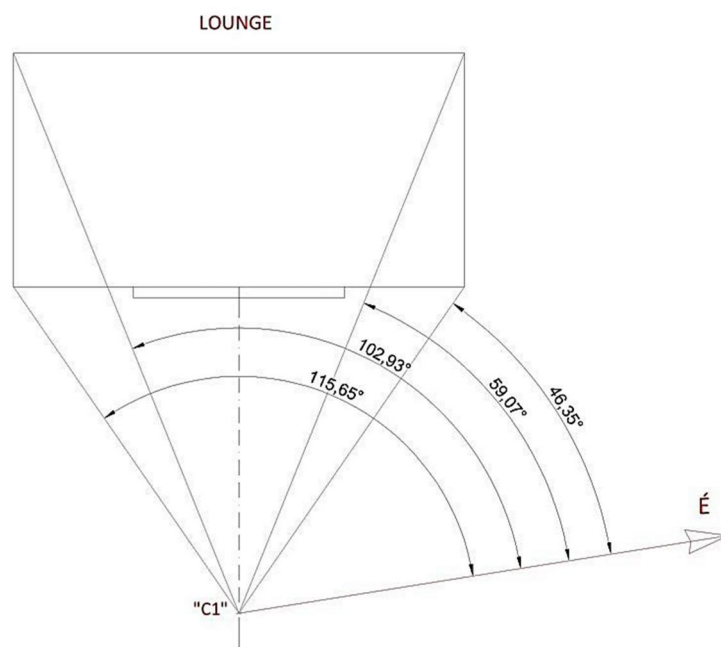
6.53. ábra Lounge, belső udvari bevilágítóhoz, elevációs szögek



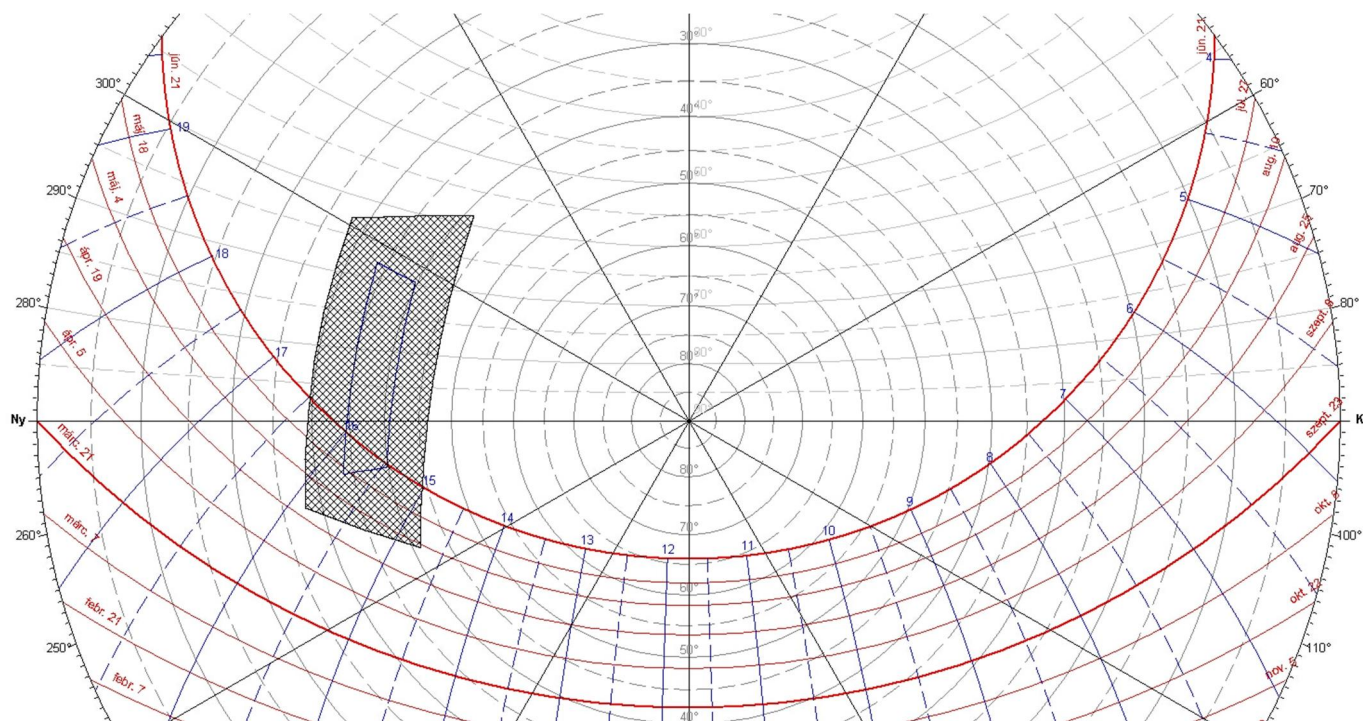
6.54. ábra Lounge, belső udvari árnyékolóhoz, elevációs szögek



6.55. ábra Lounge, belső udvari bevilágítóhoz, azimut szögek



6.56. ábra Lounge, belső udvari árnyékolóhoz, azimut szögek



6.57. ábra Lounge, belső udvari bevilágító benapozása

A Lounge belső udvari bevilágító benapozását a 6.7. táblázat tartalmazza.

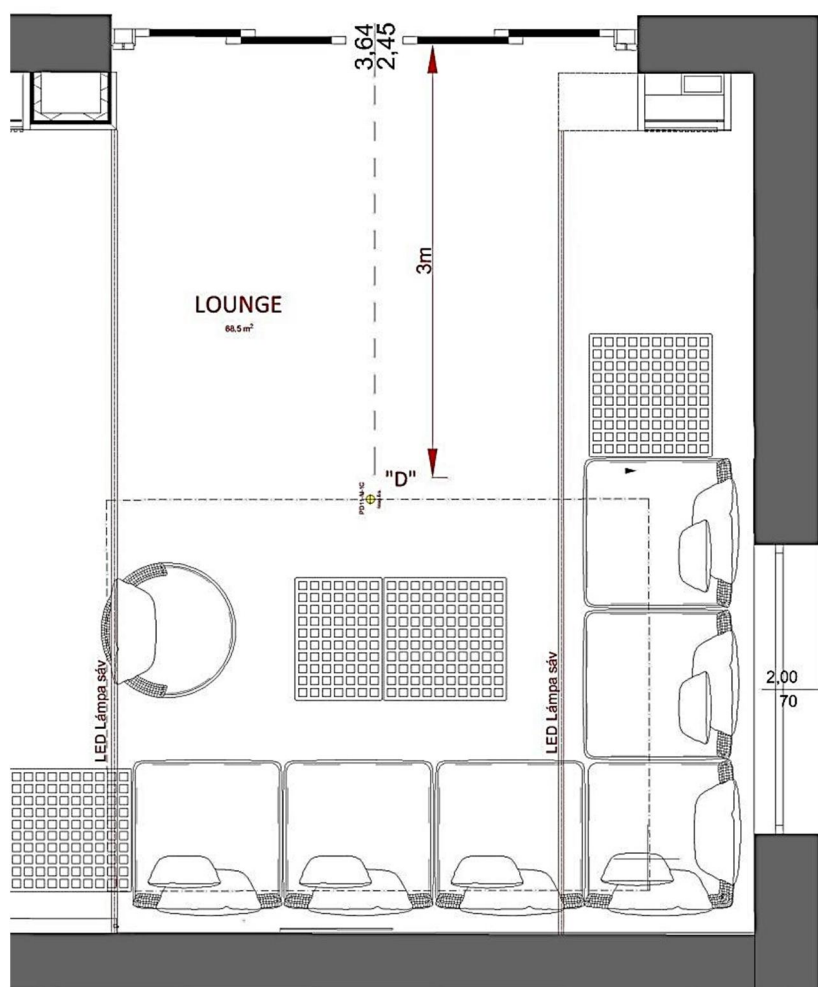
Terület	Oldal bevilágító	Vizsgálati pont	Árnyékolás	Közvetlen benapozottság intervalluma	Közvetlen benapozottság időpontja:
Lounge	belső udvari bevilágító	C1	van	Árnyékolás miatt nem benapozott.	Árnyékolás miatt nem benapozott.

6.7. táblázat Lounge, belső udvari bevilágító benapozása (C1 ponton)

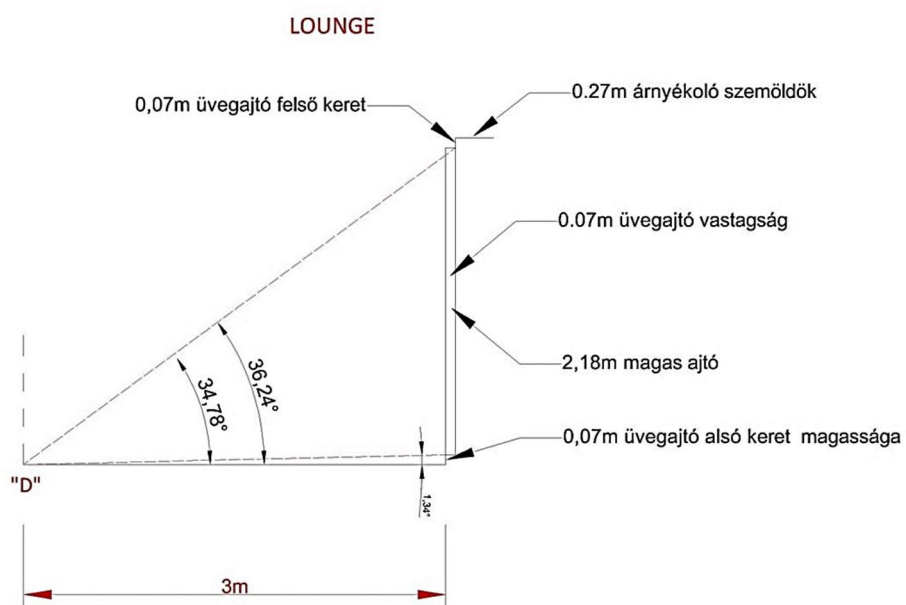
A Lounge belső udvari bevilágító nyugati fekvésű, és jelentős mértékben árnyékolt a felette levő terasztól.

6.8. Lounge üvegajtó bevilágító vizsgálata

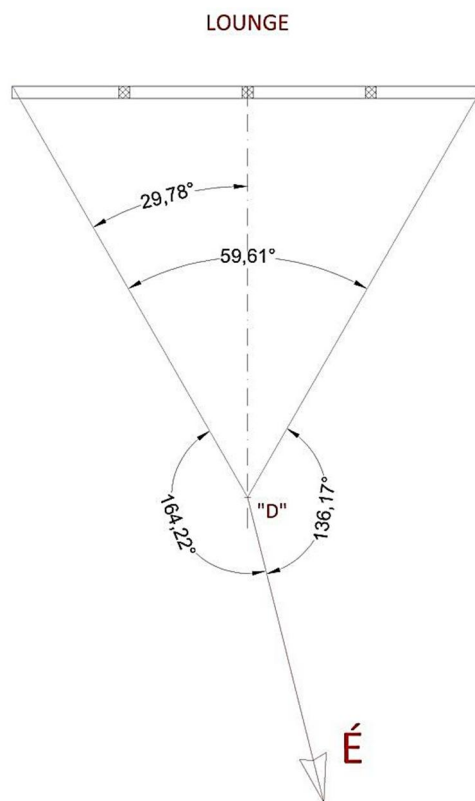
A Lounge üvegajtó déli tájolású.



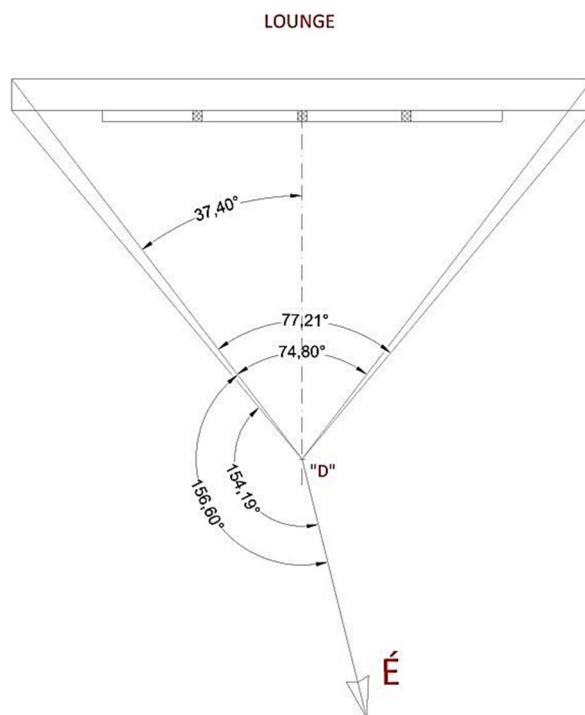
6.58. ábra Lounge, üvegajtó bevilágító, vizsgálati ponttal



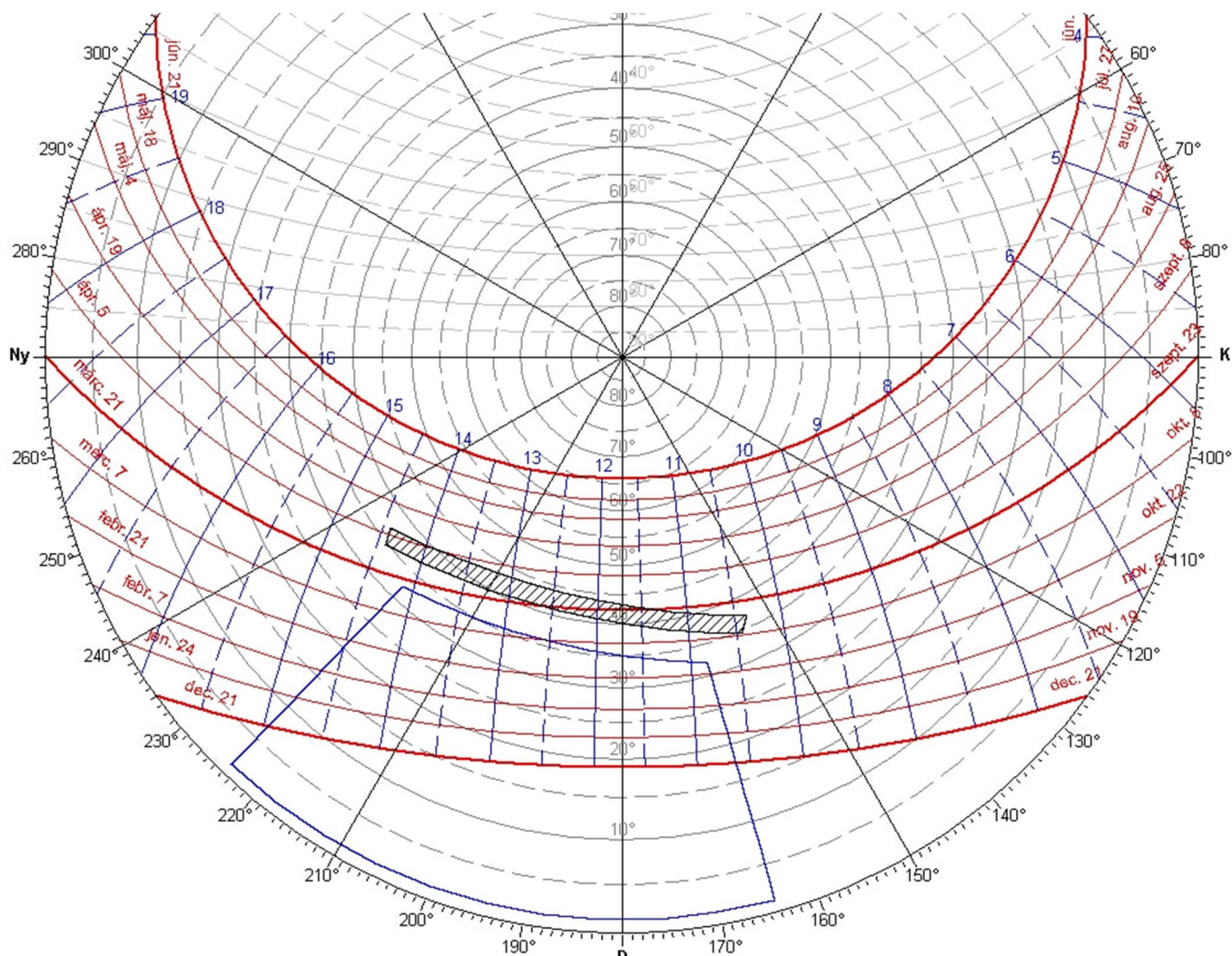
6.59. ábra Lounge, üvegajtó bevilágító, elevációs szögek



6.60. ábra Lounge, üvegajtó bevilágító, azimut szögek



6.61. ábra Lounge, üvegajtó árnyékoló, azimut szögek



6.62. ábra Lounge, üvegajtó bevilágító, benapozása

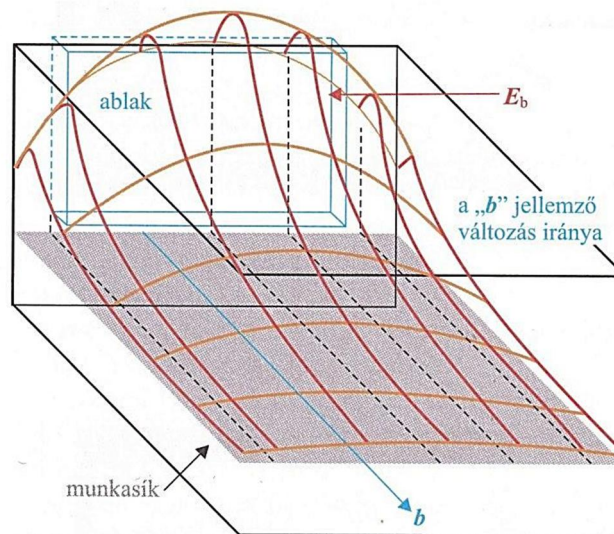
A Lounge üvegajtó benapozását a 6.8. táblázat tartalmazza.

Terület	Oldal bevilágító	Vizsgálati pont	Árnyékolás	Közvetlen benapozottság intervalluma	Közvetlen benapozottság időpontja
Lounge	üvegajtó bevilágító	D	nincs	december 21 - március 21. szeptember 30. - december 21.	11.00 - 14.30.

6.8. táblázat Lounge, üvegajtó bevilágító benapozása (D)

7. Az oldal bevilágítók tulajdonságai

Az oldal bevilágítók egyik fő jellemzője a belsejében kapott egyenlőtlen térbeli világítás eloszlás. Az oldalsó bevilágítók fénysugara jelentős mértékben irányított, amelyből következik, hogy a bevilágított helyiségben kialakuló vizuális környezet is aszimmetrikus lesz. Az aszimmetria mértéke függ az ablakok méretétől, a helyiség méreteitől, a helyiséget határoló felületek reflexióitól, és az oldalbevilágítón keresztül történő fényszerkesztés módjától.

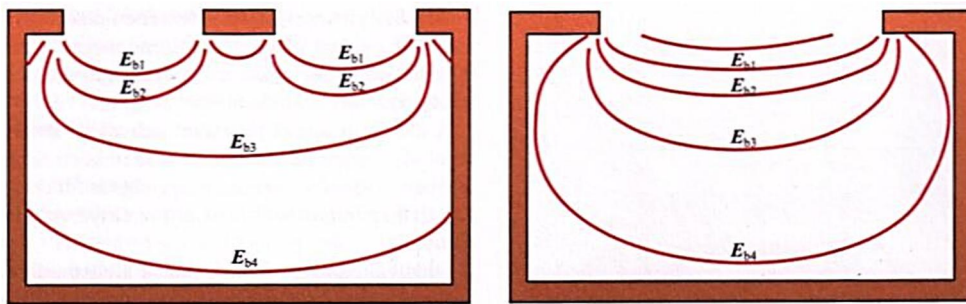


7.1. ábra Oldalbevilágítókra jellemző fényeloszlás [Forrás: 10.]

Minden helyiségben, amely oldalsó bevilágítóval rendelkezik más és más aszimmetrikus világítási kép alakul ki. Az oldal bevilágítókra az alábbi jellemzőket használhatjuk:

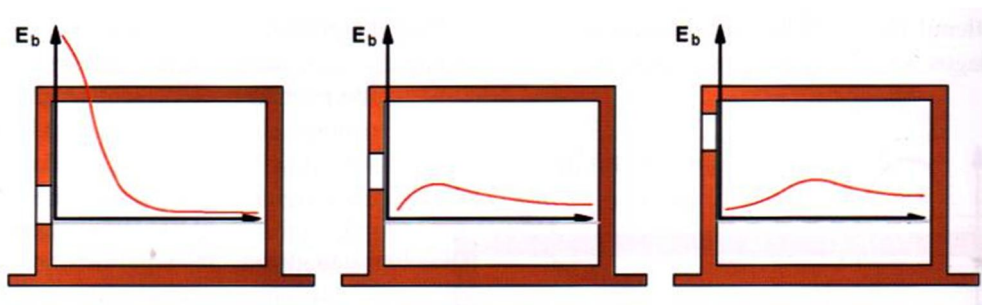
- az oldal bevilágítóval szemközti fal felé néző felület megvilágítása a legkisebb;
- a vízszintes megvilágítás nagymértékben csökken az ablaktól távolodva, az oldalfalakkal párhuzamos és az oldal bevilágítótól távolodva a felületeken;
- az oldal bevilágítók irányába néző falfelületek megvilágítása magasabb, mint a vízszintes síknak a megvilágítása,
- az oldal bevilágítókkal szemközti felületek megvilágítási szintje, nem változik jelentős mértékben az oldal bevilágítótól távolodva;
- az oldal bevilágítókkal párhuzamosan futó felületek alacsonyabb megvilágításúak, mint a vízszintes felületek;

A helyiség felületeiről reflektálódó diffúz fénysugár csökkenteni tudja az oldalvilágítók egyenlőtlen direkt fénysugarát. Oldalvilágítók esetében a legjelentősebb hatása az oldalvilágítókkal szemközti és a bevilágítóval párhuzamos falnak van. A padlózat hatása a takarás miatt és a kisebb reflexiók tényezője miatt sokkal kisebb. A megfelelően kiegyensúlyozott vizuális környezet kialakítása, oldalbevilágítók esetén, a szemközti hátfal és a párhuzamos határoló falak reflexiók értékének tényezőjével alakítható ki. Minél magasabban helyezzük el az oldalbevilágítót annál jobb a helyiség távolabbi részeinek bevilágítása. Az egybefüggő és osztott bevilágítók megvilágítás eloszlása közötti különbséget a 7.2. ábra szemlélteti.



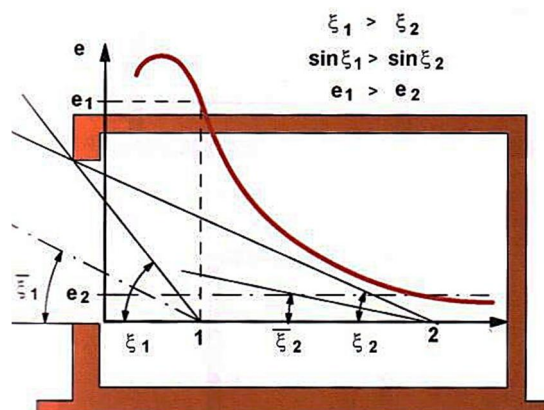
7.2. ábra Az osztott és egybefüggő oldalvilágítók jellemző fényeloszlás [Forrás: 10.]
($E_{b1} > E_{b2} > E_{b3} > E_{b4}$)

Az egybefüggő és az osztott oldal bevilágítókról kimondható hogy minél nagyobb a távolság a két bevilágító között, annál nagyobb a bevilágító menti sávban az egyenlőtlenség. Az oldalbevilágítók elhelyezésének magassága befolyásolja a külső térrel történő vizuális kapcsolatot.



7.3. ábra A megvilágítás eloszlása az oldalbevilágító helyzetének függvényében [Forrás: 13.]

A belső tér pontjainak megvilágítása a külső környezetből érkező és belső felületekről reflektálódó megvilágításból képződik. A belső tér adott pontjának megvilágítása - a természetes fény térbeli egyenletessége - egyenes arányban függ az égbolt hányadtól. A természetes napfény beesési szögének szinuszával és a közvetlenül látható égboltrész, nagyságával arányos, egyenes arányban. A belső tér adott pontján, a világítási tényező (e_p) egyenletessége, a síkon mérhető $e_{\min} / e_{\text{átl}}$ tényezővel jellemezhető.



7.4. ábra Az oldalbevilágító térbeli egyenletességének függése [Forrás: 12.]

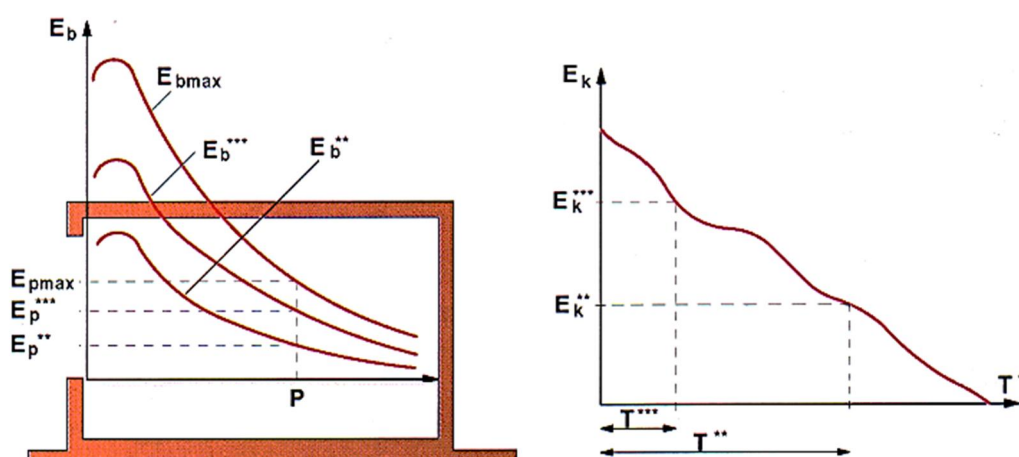
A belső térben a megvilágítás időbeli egyenletessége állandóan változik a Nap mozgásának, és az égbolt állapotának változása függvényében. A megvilágítás szintje arányos a közvetlen napsugárzás intenzitásával (E_n) és az égbolt időbeni intenzitásával (E_k). Az égbolt szórt fénye (E_k) és a közvetlen napfény (E_n) együttesen létrehozott megvilágítás értéke napi szinten változik, az év minden napján.

A természetes fényből adódó megvilágítás értéke E_p az év T időtartamában várhatóan P pontban:

$$E_p = \frac{e_p \times E_k}{100}$$

ahol:

- $e_p = e_{\min} / e_{\text{átl}}$ világítási tényező;
- E_k külső megvilágítás a T várható tartamdiagram függvényében;



7.5. ábra A belsőtéri megvilágítás és az éves időtartam kapcsolata [Forrás: 11.]

Az év adott időszakában káprázás forrása lehet az oldal bevilágító. Amennyiben ennek lehetősége felmerül, az oldal bevilágító elhelyezését a látótér középső részének látóterébe nem célszerű elhelyezni.

A természetes világítás a meteorológia statisztika szabályait követi. Az égbolt szórt és direkt sugárzásának az értéke, a sokéves átlagot követi és 50% valószínűséggel következik be.

8. Az alagsor oldal bevilágítóin bejövő fény mennyiségének meghatározása az Eumetsat PVGIS-SARAH adatai alapján.

Az EUMETSAT PVGIS-SARAH (Photovoltaic Geographical Information System) napsugárzási adatokat biztosít Magyarországra vonatkozóan. PVGIS-SARAH, az adatok előállításához, két METEOSAT geo - stacionárius műholdjának (0° és 57°E) képeit használják fel, amelyek lefedik Európát, Afrikát és Ázsiát. A SARAH napsugárzási adatait, óránkénti értékekből, közvetlenül a műhold képéből számítják ki. A PVGIS-SARAH adatbázis által szolgáltatott adatok, alkalmasak naperőművek tervezéséhez is. Ezekből az adatokból lehet meghatározni azt, hogy átlagosan mekkora fénymennyiség, jön át azokon az oldal bevilágítókon, amelyek vizsgálatunk tárgyai. (A SunArch nappálya diagramok szoftver, a megfelelő földrajzi koordináták beállítása után, a koordinátához tartozó az EUMETSAT PVGIS-SARAH által mért napsugárzási adatok letöltésére ad lehetőséget.)

Megnevezés	Természetes fény bevilágítással rendelkezik	Tájolás	Oldal bevilágítók felülete (m ²)
Info-Pont.	Nem	- - -	- - -
Pihenő-1.	Igen	Kelet	1,048
Közlekedő-1.	Igen	Kelet	4,56
Pihenő-2 (Közlekedő-2).	Igen	Kelet	2,64
Közlekedő-3.	Igen	Kelet	5,94
Lounge medence oldali bevilágító.	Igen	Kelet	0,91
Lounge belső udvari bevilágító.	Igen	Nyugat	0,91
Lounge üvegajtó bevilágító.	Igen	Dél	6,97

8.1. táblázat Oldalbevilágító felületek és tájolásuk

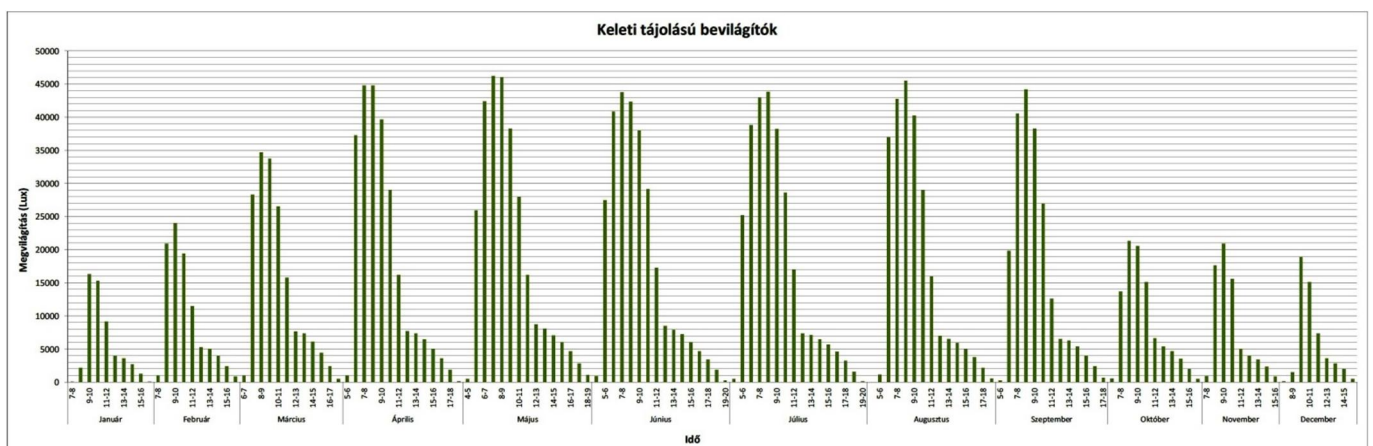
A SunArch szoftver hozzáférést biztosít a PVGIS-SARAH 2016 – os évre vonatkozó napsugárzási adatokhoz. A földrajzi koordináta megadásával a táblázatban levő adatok Wh/m^2 – ben vannak megadva. Ez azt jelenti, hogy a táblázatban feltüntetett időpontban, - pl. egy K (keleti) fekvésű oldal bevilágítóra reggel 5ó - 6ó között, - abban az órában, 27 W fényenergia (foton) ér 1m² - felületet. A 8.2 táblázatban kiemeltem a Keleti, Déli, és Nyugati irányokat, mert azok az oldal bevilágítók, amelyek vizsgálatunk tárgyai, ilyen tájolásúak. Az alagsori bevilágítók, az alagsor átalakítása során kicserélésre kerültek. Az új oldal bevilágítók többrétegű hőszigetelt üvegezést kaptak.

Az oldal bevilágítókban levő üvegezés hő átbocsátási tényezője $U_g = 0,7 [W m^{-2}K^{-1}]$. A **g** értéke azt a paraméterét adja meg az üvegnek, hogy az üvegfelületre eső napfény, hány százaléka jut be a belső térbe. A napból érkező teljes besugárzás (szórt és direkt sugárzás együttesen) értékeit a 8.2. táblázat tartalmazza. A szórt és direkt napsugárzás idő és égtájnak megfelelő eloszlás értékei a 13. Melléklet 13.1. fejezet alatti táblázatok tartalmazzák.

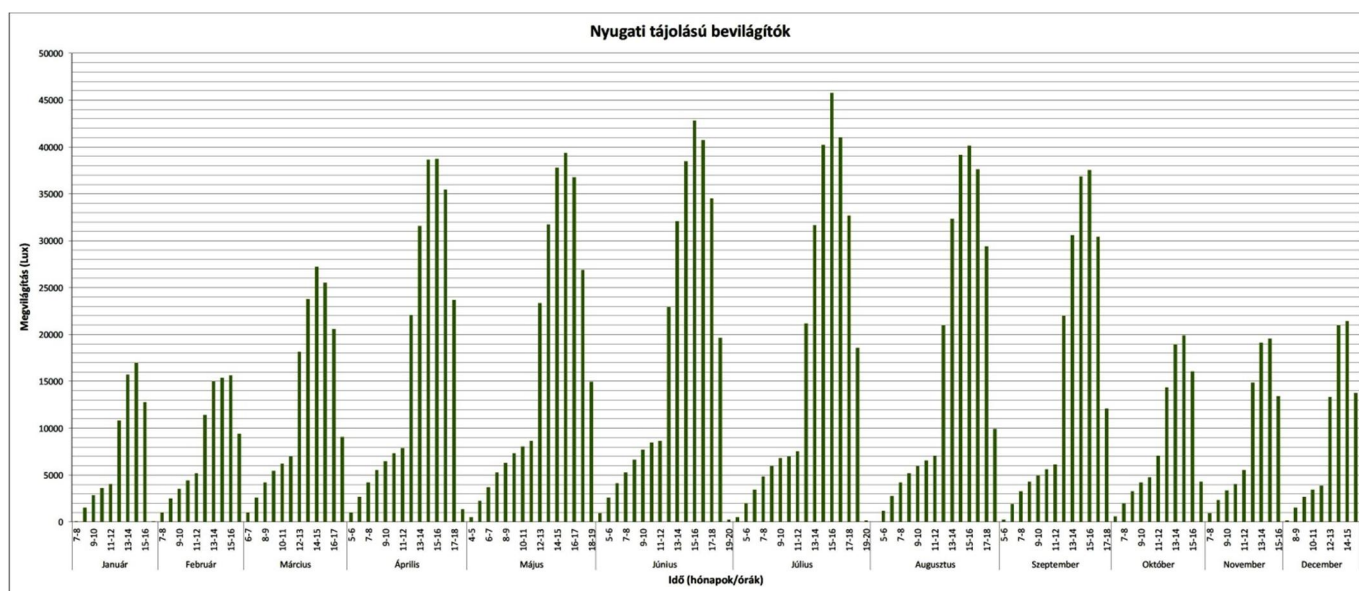
Teljes sugárzás:																									
Időpont	É	15°	30°	45°	60°	75°	K	105°	120°	135°	150°	165°	D	195°	210°	225°	240°	255°	Ny	285°	300°	315°	330°	345°	
0-1																									
1-2																									
2-3																									
3-4																									
4-5																									
5-6	15	20	24	27	28	28	27	24	20	15	10	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	9	
6-7	40	65	88	107	120	127	127	120	106	87	64	38	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
7-8	40	78	128	172	208	233	246	245	231	205	168	123	69	38	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
8-9	54	69	118	181	240	287	321	337	337	318	284	235	176	105	64	54	54	54	54	54	54	54	54	54	
9-10	72	72	89	141	219	298	364	413	441	445	427	387	328	254	163	97	72	72	72	72	72	72	72	72	
10-11	85	85	85	94	144	224	304	372	423	453	462	448	412	356	285	197	113	85	85	85	85	85	85	85	
11-12	90	90	90	90	90	111	199	277	344	398	433	448	442	415	368	306	232	138	90	90	90	90	90	90	
12-13	89	89	89	89	89	89	89	159	242	314	373	416	440	443	425	386	331	262	184	92	89	89	89	89	
13-14	85	85	85	85	85	85	85	85	114	203	275	337	384	414	424	414	385	338	276	204	130	85	85	85	
14-15	73	73	73	73	73	73	73	73	73	98	167	253	323	378	414	430	423	396	348	284	209	133	84	73	
15-16	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	78	137	219	285	338	374	390	385	360	315	255	184	114	67	
16-17	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	39	49	100	163	218	262	292	306	303	283	248	199	141	81	
17-18	46	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	28	69	117	158	192	214	224	220	204	176	139	94	
18-19	43	18	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	34	59	80	96	107	112	110	101	86	67	
19-20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
20-21																									
21-22																									
22-23																									
23-24																									
Összes	828	862	997	1187	1424	1683	1963	2233	2459	2664	2813	2910	2956	2956	2909	2796	2623	2405	2162	1870	1605	1327	1098	919	

8.2. táblázat Teljes napsugárzás értékei idő és égtáznak megfelelően (Wh/m²)

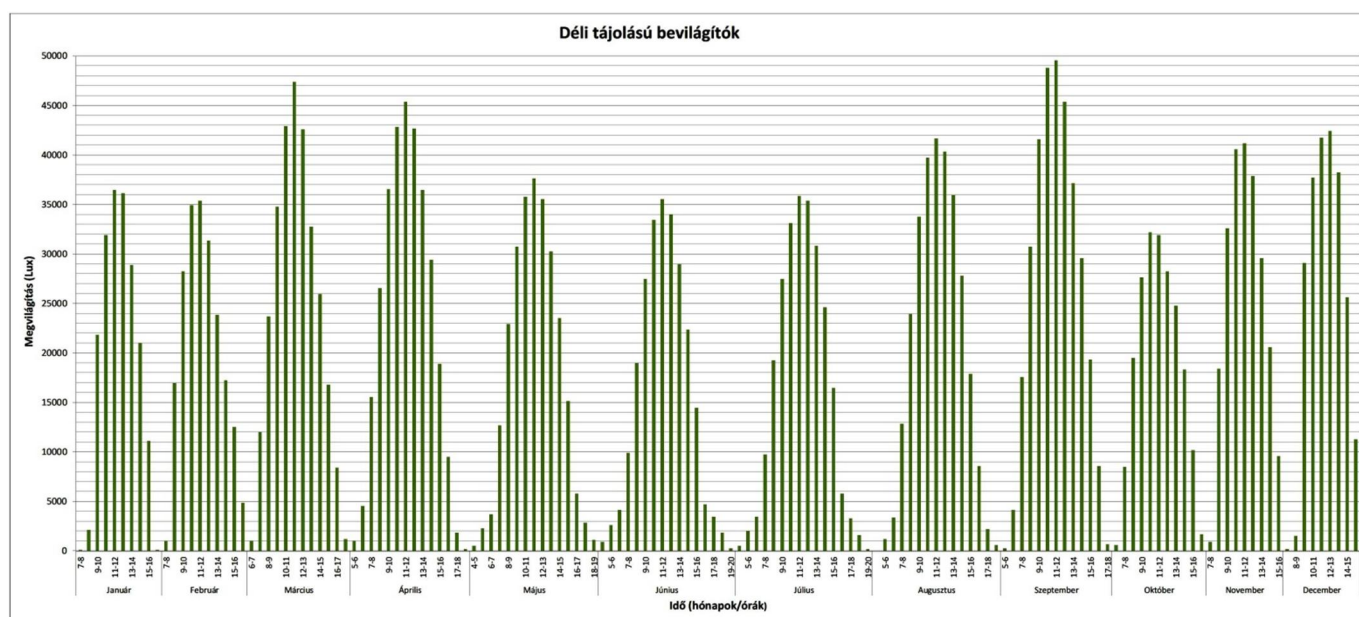
A napsugárzás égtájának megfelelő teljesítmény értékei, megvilágítási értékekre való átszámítása, táblázatos formában a 13. Melléklet 13.1. fejezete tartalmazza. A 13.1.1. és 13.1.2. táblázatok a Keleti, a 13.1.3. és 13.1.4. táblázatok a Nyugati, a 13.1.5. és 13.1.6. táblázatok a Déli tájolású bevilágítók számított megvilágítás értékeit tartalmazzák. A számított értékek grafikus ábrázolását a 8.1. , a 8.2. , és a 8.3. ábrák mutatják.



8.1. ábra A keleti tájolású bevilágítók megvilágítás értékei havi és időpont szerinti bontásban.



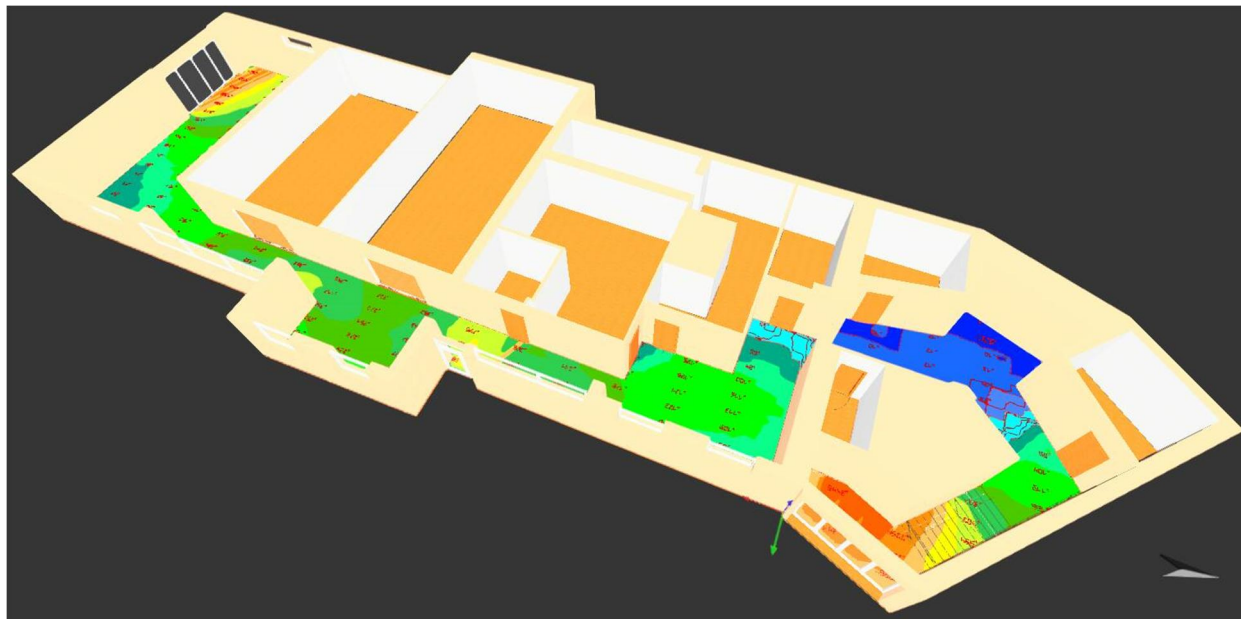
8.2. ábra A nyugati tájolású bevilágítók megvilágítás értékei havi és időpont szerinti bontásban.



8.3. ábra A déli tájolású bevilágítók megvilágítás értékei havi és időpont szerinti bontásban.

9. Az alagsor oldal bevilágítók fényviszonyainak modellezése DIALux evo-val.

Az alagsori közlekedőn található oldal bevilágítók fényviszonyainak modellezésére, elkészítettem a Normafa Club House szálloda épületének 3D modelljét és abban az alagsori közlekedőt. A DIALux evo – szoftverben az oldal bevilágítók modellezését és a számításokat „közepes égbolt tisztaság” feltételezésével, egy teljes év időtartamra vonatkozóan, készítettem el.



9.1. ábra Alagsori közlekedő 3D modellje



9.2. ábra Alagsori közlekedő, vizsgált területe DIALux evo szoftverben

Az alagsori közlekedőn az Info - Pont területe nem rendelkezik saját oldal bevilágítóval. A természetes fény jobb oldalról a Pihenő - 1, a baloldaltól, a medence kijáratú üvegajtón keresztül érkezik az Info - Pont területére. Az Info - Pont sajátos geometriai formája miatt a legkevésbé bevilágított területnek számít, a természetes fény tekintetében.

Az MSZ EN 12464 -1 Fény és világítás. Munkahelyi világítás 1. rész Belső téri munkahelyekre az épületen belüli közlekedési zónákra mesterséges világítás esetén a következő fotometriai értékeket írja elő:

$$\overline{E_m}(lx) = 100$$

$$UGR_L = 28;$$

$$U_o = 0,4;$$

$$R_a = 40.$$

Az E_m átlagos megvilágítási szintet, a padlószinten kell értelmezni. A közlekedőn jármű forgalom az alagsori közlekedőn nincs. A természetes fény színvisszaadási képessége 100%.

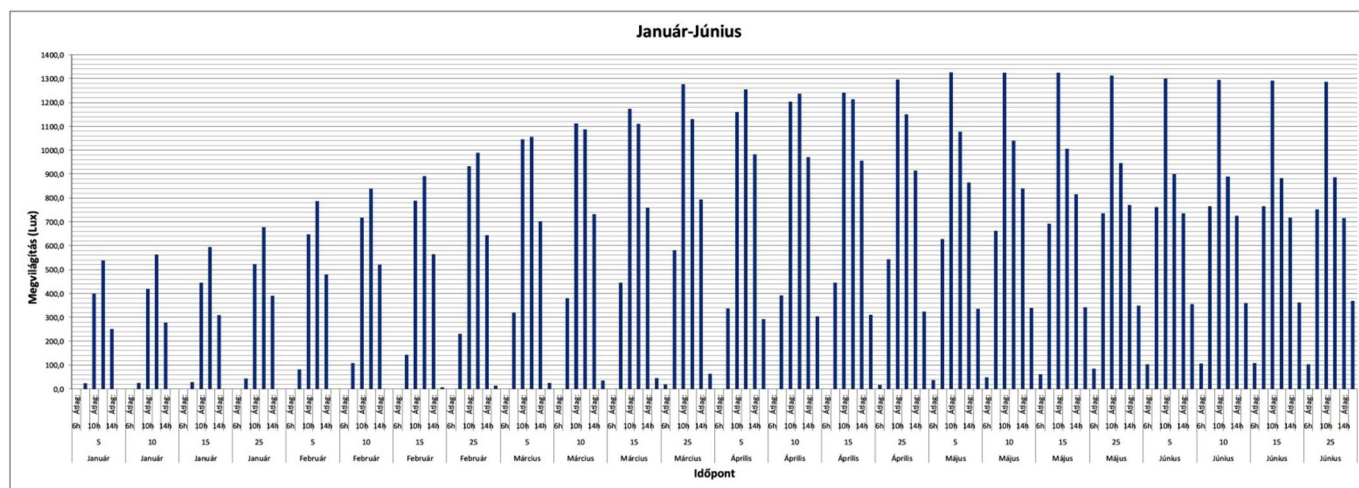
Az átlagos megvilágítás számításokat Januártól - Decemberig több időpont meghatározásával egy napon belül a 9.1. és 9.2. táblázatok tartalmazzák, illetve az eredmények grafikonban való ábrázolását a 9.3. és 9.4. grafikonok tartalmazzák. A havi bontású részletes számítások és azok grafikus ábrázolása a 13 Melléklet 13.2 alfejezetében az alagsori közlekedő DIALux evo modell fotometriai számításai alatt megtalálható.

Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)		Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)	
Január	5	6h	Átlag:	0,0	Április	5	6h	Átlag:	0,0
		8h	Átlag:	23,4			8h	Átlag:	338,0
		10h	Átlag:	400			10h	Átlag:	1160
		12h	Átlag:	538			12h	Átlag:	1254
		14h	Átlag:	251			14h	Átlag:	982
		17h	Átlag:	0			17h	Átlag:	293
Január	10	6h	Átlag:	0	Április	10	6h	Átlag:	0
		8h	Átlag:	25,3			8h	Átlag:	392
		10h	Átlag:	419			10h	Átlag:	1204
		12h	Átlag:	563			12h	Átlag:	1237
		14h	Átlag:	277			14h	Átlag:	971
		17h	Átlag:	0			17h	Átlag:	304
Január	15	6h	Átlag:	0	Április	15	6h	Átlag:	0
		8h	Átlag:	29			8h	Átlag:	446
		10h	Átlag:	446			10h	Átlag:	1241
		12h	Átlag:	595			12h	Átlag:	1214
		14h	Átlag:	309			14h	Átlag:	956
		17h	Átlag:	0			17h	Átlag:	311
Január	25	6h	Átlag:	0	Április	25	6h	Átlag:	17,1
		8h	Átlag:	44,4			8h	Átlag:	543
		10h	Átlag:	524			10h	Átlag:	1296
		12h	Átlag:	677			12h	Átlag:	1150
		14h	Átlag:	390			14h	Átlag:	915
		17h	Átlag:	0			17h	Átlag:	324
Február	5	6h	Átlag:	0,0	Május	5	6h	Átlag:	36,9
		8h	Átlag:	82,2			8h	Átlag:	627,0
		10h	Átlag:	648			10h	Átlag:	1326
		12h	Átlag:	787			12h	Átlag:	1077
		14h	Átlag:	480			14h	Átlag:	865
		17h	Átlag:	0			17h	Átlag:	335
Február	10	6h	Átlag:	0	Május	10	6h	Átlag:	49,4
		8h	Átlag:	109			8h	Átlag:	662
		10h	Átlag:	717			10h	Átlag:	1325
		12h	Átlag:	839			12h	Átlag:	1040
		14h	Átlag:	522			14h	Átlag:	840
		17h	Átlag:	0			17h	Átlag:	339
Február	15	6h	Átlag:	0	Május	15	6h	Átlag:	62,1
		8h	Átlag:	143			8h	Átlag:	693
		10h	Átlag:	788			10h	Átlag:	1324
		12h	Átlag:	892			12h	Átlag:	1006
		14h	Átlag:	565			14h	Átlag:	816
		17h	Átlag:	6,57			17h	Átlag:	343
Február	25	6h	Átlag:	0	Május	25	6h	Átlag:	85,5
		8h	Átlag:	232			8h	Átlag:	736
		10h	Átlag:	933			10h	Átlag:	1313
		12h	Átlag:	990			12h	Átlag:	947
		14h	Átlag:	645			14h	Átlag:	771
		17h	Átlag:	14,2			17h	Átlag:	349
Március	5	6h	Átlag:	0,0	Június	5	6h	Átlag:	103,0
		8h	Átlag:	319,0			8h	Átlag:	762,0
		10h	Átlag:	1046			10h	Átlag:	1300
		12h	Átlag:	1055			12h	Átlag:	902
		14h	Átlag:	703			14h	Átlag:	736
		17h	Átlag:	25,6			17h	Átlag:	356
Március	10	6h	Átlag:	0	Június	10	6h	Átlag:	107
		8h	Átlag:	380			8h	Átlag:	765
		10h	Átlag:	1112			10h	Átlag:	1295
		12h	Átlag:	1087			12h	Átlag:	890
		14h	Átlag:	733			14h	Átlag:	725
		17h	Átlag:	35,1			17h	Átlag:	359
Március	15	6h	Átlag:	0	Június	15	6h	Átlag:	108
		8h	Átlag:	446			8h	Átlag:	765
		10h	Átlag:	1173			10h	Átlag:	1291
		12h	Átlag:	1111			12h	Átlag:	883
		14h	Átlag:	759			14h	Átlag:	718
		17h	Átlag:	46,1			17h	Átlag:	363
Március	25	6h	Átlag:	19,7	Június	25	6h	Átlag:	103
		8h	Átlag:	582			8h	Átlag:	752
		10h	Átlag:	1276			10h	Átlag:	1287
		12h	Átlag:	1131			12h	Átlag:	887
		14h	Átlag:	794			14h	Átlag:	715
		17h	Átlag:	63,9			17h	Átlag:	369

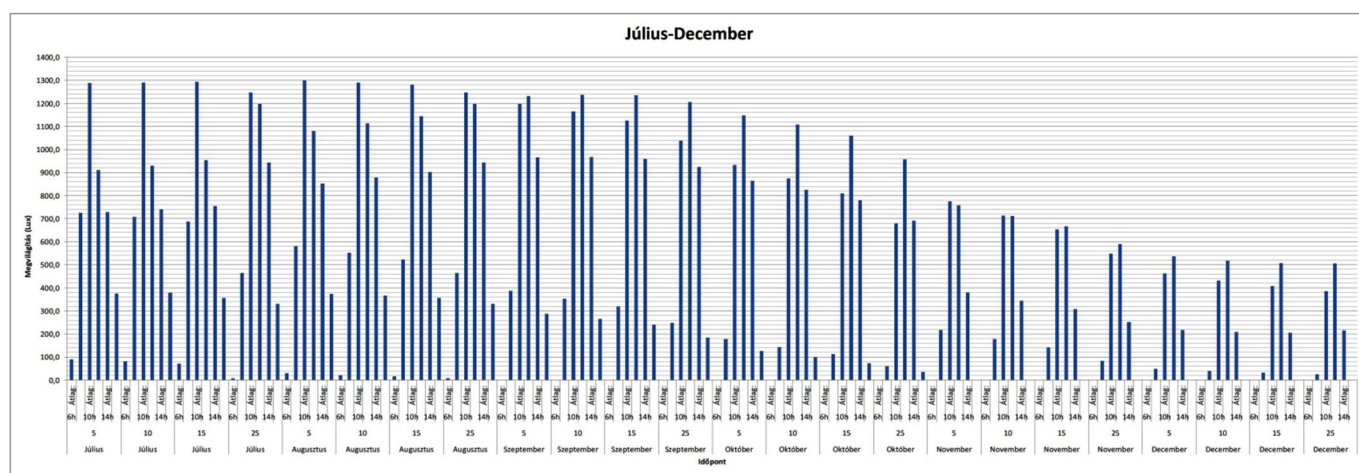
9.1. táblázat Alagsori közlekedő, átlagos megvilágítási szintjei január – június időtartamra

Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)		Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)	
Július	5	6h	Átlag:	90,4	Október	5	6h	Átlag:	0,0
		8h	Átlag:	725,0			8h	Átlag:	177,0
		10h	Átlag:	1289			10h	Átlag:	934
		12h	Átlag:	911			12h	Átlag:	1147
		14h	Átlag:	729			14h	Átlag:	864
Július	10	17h	Átlag:	375	Október	10	17h	Átlag:	127
		6h	Átlag:	81,6			6h	Átlag:	0
		8h	Átlag:	708			8h	Átlag:	143
		10h	Átlag:	1290			10h	Átlag:	875
		12h	Átlag:	930			12h	Átlag:	1109
Július	15	14h	Átlag:	741	Október	15	14h	Átlag:	825
		17h	Átlag:	378			17h	Átlag:	99,4
		6h	Átlag:	71,7			6h	Átlag:	0
		8h	Átlag:	687			8h	Átlag:	113
		10h	Átlag:	1293			10h	Átlag:	810
Július	25	12h	Átlag:	954	Október	25	12h	Átlag:	1061
		14h	Átlag:	754			14h	Átlag:	781
		17h	Átlag:	357			17h	Átlag:	73,3
		6h	Átlag:	8,31	Október	25	6h	Átlag:	0
		8h	Átlag:	465			8h	Átlag:	60,7
Augusztus	5	10h	Átlag:	1248			10h	Átlag:	679
		12h	Átlag:	1197			12h	Átlag:	958
		14h	Átlag:	943			14h	Átlag:	691
		17h	Átlag:	330			17h	Átlag:	35,4
		6h	Átlag:	29,9	November	5	6h	Átlag:	0,0
Augusztus	10	8h	Átlag:	581,0			8h	Átlag:	218,0
		10h	Átlag:	1300			10h	Átlag:	776,0
		12h	Átlag:	1081			12h	Átlag:	758
		14h	Átlag:	853	November	10	14h	Átlag:	381
		17h	Átlag:	373			17h	Átlag:	0
Augusztus	15	6h	Átlag:	22,3			6h	Átlag:	0
		8h	Átlag:	552			8h	Átlag:	177
		10h	Átlag:	1291			10h	Átlag:	713
		12h	Átlag:	1114	November	15	12h	Átlag:	711
		14h	Átlag:	878			14h	Átlag:	345
Augusztus	25	17h	Átlag:	366			17h	Átlag:	0
		6h	Átlag:	16,2			6h	Átlag:	0
		8h	Átlag:	523	November	25	8h	Átlag:	141
		10h	Átlag:	1281			10h	Átlag:	654
		12h	Átlag:	1145			12h	Átlag:	667
Augusztus	5	14h	Átlag:	902			14h	Átlag:	309
		17h	Átlag:	357			17h	Átlag:	0
		6h	Átlag:	8,31	December	5	6h	Átlag:	0
		8h	Átlag:	465			8h	Átlag:	83,9
		10h	Átlag:	1248			10h	Átlag:	549
Szeptember	10	12h	Átlag:	1197			12h	Átlag:	590
		14h	Átlag:	943			14h	Átlag:	251
		17h	Átlag:	330			17h	Átlag:	0
		6h	Átlag:	0,0	December	10	6h	Átlag:	0,0
		8h	Átlag:	388,0			8h	Átlag:	48,9
Szeptember	15	10h	Átlag:	1197			10h	Átlag:	462
		12h	Átlag:	1232			12h	Átlag:	536
		14h	Átlag:	965	December	15	14h	Átlag:	217
		17h	Átlag:	288			17h	Átlag:	0
Szeptember	25	6h	Átlag:	0			6h	Átlag:	0
		8h	Átlag:	353			8h	Átlag:	38,3
		10h	Átlag:	1165	December	25	10h	Átlag:	431
		12h	Átlag:	1237			12h	Átlag:	518
		14h	Átlag:	967			14h	Átlag:	208
Szeptember	5	17h	Átlag:	265			17h	Átlag:	0
		6h	Átlag:	0	December	5	6h	Átlag:	0
		8h	Átlag:	319			8h	Átlag:	31,3
		10h	Átlag:	1126			10h	Átlag:	407
		12h	Átlag:	1235			12h	Átlag:	507
Szeptember	10	14h	Átlag:	959			14h	Átlag:	205
		17h	Átlag:	239			17h	Átlag:	0
		6h	Átlag:	0	December	10	6h	Átlag:	0
		8h	Átlag:	248			8h	Átlag:	24,1
		10h	Átlag:	1038			10h	Átlag:	385
Szeptember	15	12h	Átlag:	1207			12h	Átlag:	506
		14h	Átlag:	925			14h	Átlag:	215
		17h	Átlag:	184			17h	Átlag:	0

9.2. táblázat Alagsori közlekedő, átlagos megvilágítási szintjei július – december időtartamra



9.3. ábra Alagsori közlekedő, átlagos megvilágítási szintjei január – június időtartamra



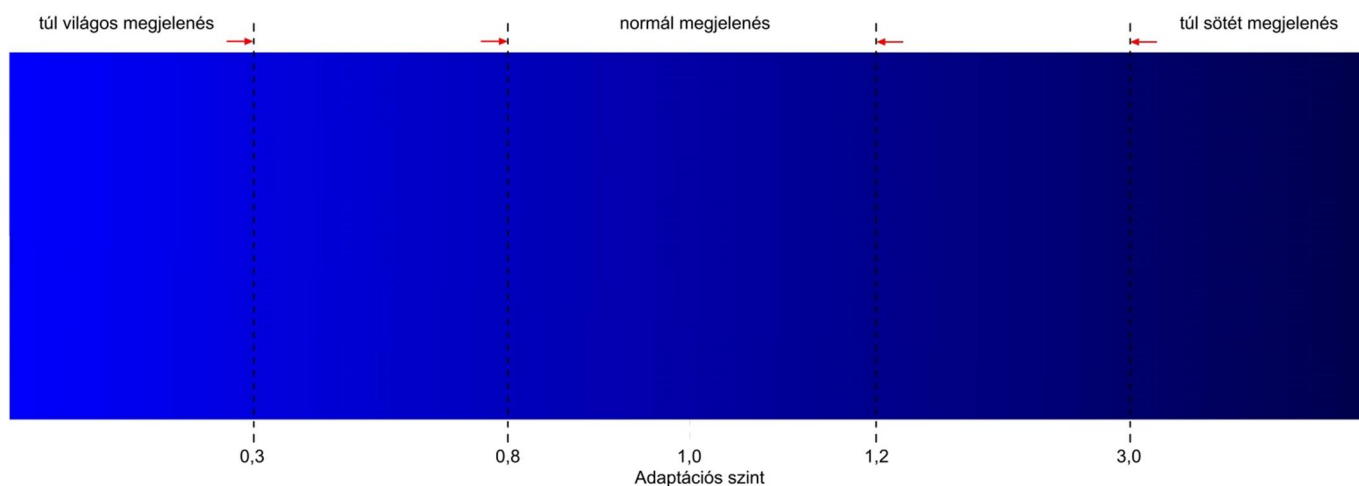
9.4. ábra Alagsori közlekedő, átlagos megvilágítási szintjei július – december időtartamra

10. A természetes és mesterséges világítás összehangolása az alagsori közlekedőn

Az alagsori közlekedő Info - Pont területén egy alagúthatás alakulhat ki. Az alagút hatás kialakulásának oka hogy az Info - Pont két oldalán természetes fénnel bevilágított területek helyezkednek el, míg magában az Info - Pont területén természetes megvilágítás nem lévén, csak mesterséges világítással biztosítható a megfelelő látás. Azokon a területeken, amelyeket elér a természetes világítás, szemben azokkal, amelyeket nem, a két megvilágítási szint között, jelentős eltérések alakulhatnak ki, amelyek zavaróak lehetnek a szem számára.

A látási teljesítményt (adaptációs állapot) a fénysűrűségnek a teljes látótérben való eloszlása határozza meg. A teljes látótér a látási feladat közvetlen, és távolabbi környezetéből áll. Az adaptációs szint akkor lesz megfelelő, ha a megvilágított felületen a fénysűrűség eltérése $\pm 20\%$ - os határokon belül marad.

A fénysűrűség a megvilágítással arányos, így mondhatjuk, hogy a fénysűrűség eltérésre tett megállapításunk, vonatkozik a megvilágításra is.



10.1. ábra Egyenlőtlenül megvilágított felületek érzékelése [Forrás: 16. Zumtobel]

Az alagsori közlekedőn az Info – Pont területén két megvilágítás mérő is található, abból az egyik elhelyezkedése olyan, amellyel az Info – Pont – ra a földszinten elhelyezkedő oldal bevilágítón keresztül leérkező természetes fény mennyisége mérhető. A másik megvilágítás mérő beljebb helyezkedik el és csak a mesterséges világítást tudja mérni. A két szenzor által mért megvilágítás értékének összehasonlítása alapján a világításvezérlést betöltő Loxone központ, pont olyan mértékben tudja vezérelni a mesterséges világítás szintjét, hogy a szem könnyen adaptálódjon az erős természetes fénnel megvilágított területről, egy mesterséges megvilágítással megvilágított területre való leérkezéskor.

Az alagsori közlekedő területén, az elvégzett megvilágítás modellezés és a számítások alapján, az Info - Pont területének kivételével, az egy naptári évet tekintve alapul, az idő 24%-ban, (21196) a szabványos és a közlekedőkre előírt megvilágítási szint, a természetes fény által biztosított. Az alagsori közlekedőn az egyes területek között nyílászáró nem lévén, az egyes oldal bevilágítók keresztül a természetes fényáram direkt és szórt fénye a nap járásának megfelelően, végigpásztázza a közlekedőt. Az Info - Pont területén nincs oldal bevilágító, így nincs olyan időszaka az évnek, amikor az előírt szabványos megvilágítási szint, biztosított lenne az Info – Pont területén, a természetes bevilágításból adódóan. Az Info – Pont területén a mozgásérzékelőre működő mesterséges világítás működik DALI2 protokollal vezérelt fényerő szabályzással.

Az alagsori közlekedőn annak egyes szakaszain a 10.1 táblázatban összefoglalt típusú és teljesítményű fényforrás van elhelyezve.

Alagsori Közlekedő	Fényforrás típusa	Fényforrások száma a lámpatestben (db)	Lámpatest felvett villamos teljesítménye (W)	Lámpatestek száma (db)	Beépített villamos teljesítmény (W)
Info-Pont	Naima Twins BPM300 (LED)	2	20	15	300
Pihenő-1	Naima Twins BPM300 (LED)	2	20	10	200
Közlekedő-1	Naima Twins BPM300 (LED)	2	20	4	80
Pihenő-2 (Közlekedő-2)	Naima Twins BPM300 (LED)	2	20	8	160
Közlekedő-3	Naima Twins BPM300 (LED)	2	20	4	80
Lounge	Karizma Luce Doppio Lente (LED)	2	18	8	144
Lounge	BPM Mini Alba (lámpasáv)	6m LED szalag	94,4	4	377,6

10.1. táblázat Alagsori közlekedőn beépített fényforrások típusa/teljesítménye

Az alagsori közlekedőn az oldal bevilágítókon keresztül beérkező természetes fény a 10.2. ábra szerinti időtartamban, biztosítja a szabvány szerinti megvilágítási szintet, a közlekedő mentén az Info - Pont területének kivételével. A 10.2. ábrán a zöld színnel jelzett sávja jelenti azt az időszávot, amikor a természetes fény a szabványos megvilágítási szintet is teljesítve, megfelelő megvilágítást biztosít a közlekedőn. A zöld mezőbe beírt időszáv a dátum oszlopban adja meg, hogy ez az időablak, adott napon belül, hány napon keresztül áll fenn, egy adott évben. Az időablakokat összegezve kapjuk, hogy egy évben 21196 az az időtartam, amikor a természetes fény használható és nincs szükség mesterséges megvilágításra. Ez a 21196 a közepes tisztaságú égbolt modell használatával adódó eredmény. Természetesen egy tiszta égbolt modell egy kedvezőbb természetes fény használatot eredményez, de szeretném hangsúlyozni, hogy az általam elvégzett fotometriai mérések, az alagsori közlekedőn, annak feldolgozása után, a közepes tisztaságú égbolt modellhez sokkal közelebb volt, mint egy mindig tiszta égbolt modell. Nagy valószínűséggel a legjobb eredményt egy kevert modell eredményezi, de az időjárás utóbbi időszakában végbemenő, az egy napon belül is több időjárási helyzet előfordulása miatt, nem könnyű a világítás tervezés céljára gyakorlatban is jól használható leírást létrehozni.

Dátum	Időpont	Természetes fény	Mesterséges világítás
2022.01.01	0:00	X	106
	1:00		
	2:00		
	3:00		
	4:00		
	5:00		
	6:00		
	7:00		
	8:00		
	9:00		
	10:00		
	11:00	56	X
	12:00		
	13:00		
	14:00		
	15:00	X	96
	16:00		
	17:00		
	18:00		
	19:00		
	20:00		
	21:00		
	22:00		
	23:00		
2022.03.31	0:00	X	96
	1:00		
	2:00		
	3:00		
	4:00		
	5:00		
	6:00		
	7:00		
	8:00		
	9:00		
	10:00	86	X
	11:00		
	12:00		
	13:00		
	14:00	X	76
	15:00		
	16:00		
	17:00		
	18:00		
	19:00		
	20:00		
	21:00		
	22:00		
	23:00		
2022.10.01	0:00	X	106
	1:00		
	2:00		
	3:00		
	4:00		
	5:00		
	6:00		
	7:00		
	8:00		
	9:00		
	10:00	36	X
	11:00		
	12:00		
	13:00		
	14:00	X	116
	15:00		
	16:00		
	17:00		
	18:00		
	19:00		
	20:00		
	21:00		
	22:00		
	23:00		
2022.11.25	0:00	X	116
	1:00		
	2:00		
	3:00		
	4:00		
	5:00		
	6:00		
	7:00		
	8:00		
	9:00		
	10:00	16	X
	11:00		
	12:00		
	13:00		
	14:00	X	126
	15:00		
	16:00		
	17:00		
	18:00		
	19:00		
	20:00		
	21:00		
	22:00		
	23:00		
2022.12.31	0:00		

10.2. ábra A természetes fény használhatósága a közlekedőn egy évre vonatkozóan

A Normafa Club House vállalati rendezvények részére nyújt helyszíneket. A vállalati rendezvények mellett, kikapcsolódási céllal jóga, sport, szauna, jakuzzi, és medencés fürdőzésszolgáltatásokat is nyújt. A rendezvények rendszerint éjszakába nyúlóan tartanak, és a rendezvények közötti időszakban a belső karbantartó személyzet használja az infrastruktúrát a következő rendezvényre való felkészülés keretében. A működési formájából és szolgáltatásaiból adódóan egész évben működik, a szálloda és benne az alagsori rész is. Az alagsori közlekedő egy összekötő útvonal a szálloda épület és a kültéri kényelmi szolgáltatások között. A közlekedő úgy lett tervezve, hogy annak minden egyes szektorában, a mesterséges világítást külön - külön lehessen felkapcsolni, nem csak mozgásra, hanem megvilágítási szint mérése alapján is. A természetes megvilágítás 10.2. ábra szerinti működési idejének a biztosításához, át kell állítani az egyes közlekedő szakaszokra beépített B.E.G. Luxomat PD3N-1C érzékelő működési módját. Jelenleg a B.E.G. Luxomat PD3N-1C érzékelők mozgásérzékelésre vannak állítva, a közlekedő teljes szakaszán. A jelenlegi működési mód úgy van beállítva, hogy minden felkapcsolás után még legalább 1 óráig tartó ideig felkapcsolt állapotban tartja a mesterséges világítást. Az érzékelő átváltható megvilágítási szint alapú mérésen alapuló világítás felkapcsolásra is. A B.E.G. Luxomat PD3N-1C érzékelő adatlapja a 13. Melléklet 13.7.7. pontja alatt megtalálható.

10.1. Energia és karbantartási költség megtakarítás természetes fény használata esetén.

Egy világítási hálózat éves összköltsége a következő költséghányadokból tevődik össze:

Éves összköltség = Berendezés költsége + Energia költség + Lámpacsere és karbantartási költség

A berendezés költsége az egy egyszeri beruházási költség (Capex Capital Expenditure) amely a világítási hálózat létrehozásának költsége. Az energia költség és a lámpacsere illetve a karbantartási költség, a rendszer beüzemelése után jelentkező, rendszeres, évenként felmerülő költség, melyet Opex –nek hívunk (Operating Expenses).

A természetes fény okos használata, a világítási hálózat működési költségét tudja csökkenteni. Az energia költség és a lámpacsere és karbantartás költségének becslésére, az alábbi összefüggést használtam annak kiszámításához. A számítások eredményeit a 10.2. - 10.4. táblázatokban foglaltam össze.

$$n1 \times (t_B \times a \times P) + \left(\frac{n1 \times t_B}{t_L} \times (K3 + K4) + R \times \frac{n1}{n2} \right)$$

Energiaköltség + Lámpacsere és karbantartás költség

10.1.1. egyenlet Világítási rendszer üzemeltetési költségei [Forrás: 16]

- R = lámpatestek tisztításának költsége, lámpatestenként évente;
- n1 = fényforrások száma;
- n2 = lámpatestenkénti fényforrások száma;
- K3 = egy fényforrás ára;

- K4 = egy fényforrás cseréjének a költsége;
- P = egy fényforrás teljesítmény felvétele, a fényforrást meghajtó driverrel együtt. (kW)
- a = villamos energia ára;
- t_L = a fényforrás hasznos élettartama (h);
- t_B = a fényforrás éves használati ideje (h);

Az alagsori közlekedő általam vizsgált területén három különböző típusú világítóttest van elhelyezve. A három világító lámpatest típus adatait, melyek alapját képezik a költségek összehasonlításának a 10.2. táblázatban foglaltam össze. A táblázatba beírt adatok piaci adatok, az építmény villamossági kivitelezés 2021 - 2022 évéből.

Fényforrás típusa	Lámpatestek ára (HUF/db)	Fényforrás típusa	P	t_L	t_B	K3	K4	n2	n1	a	R	Fényforrás driver típusa	Lámpatesthez tartozó driverlek száma	Fényforrás Driver ára (HUF)
Naima Twins BPM300 (LED)	89 200	7XTEC40-1	Fényforrás teljesítménye előtéttel (kW)	1.80/810	Éves használati idő (h)	Fényforrás ára (HUF)	Fényforrás kicserélésének költsége (HUF)	Lámpatestben lévő fényforrások száma (db)	Fényforrások száma	Elektromos energia kWh költsége (HUF)	Tisztítási költség (lámpatest/év) (HUF)	Alvit 2SD	2	13 600
Karizma Luce Doppio Lente (LED)	78 500	LED mélysugárzó	0,0110	50 000	5 546	16 800	9 000	2	16	47,22	4 500	Tridonic LC10/250/40 fix C	2	3 800
BPM Mini Alba (lámpasáv) 6m.	540 000	Tridonic LED panel	0,0090	50 000	5 546	21 300	27 000	10	40		4 500	Maxi Jolly US DALI	4	21 500

10.2. táblázat Alagsori világítóttestek és fényforrások

A 10.3. táblázat tartalmazza a három különböző mesterséges fényforrás éves fogyasztási és karbantartási költségét. A mesterséges világítás üzemidejének számításakor a 246 tól - 66 ig terjedő kora reggeli időszávot úgy tekintettem, hogy ekkor nem használják az alagsor infrastruktúráját, így a világítást sem.

Fényforrás típusa		Lámpatestek ára. (HUF/db)	Fényforrás típusa	P	t _L	t _B	K3	K4	n2	n1	a	R	Energia költség Lámpatest/év/HUF		Lámpacseré és karbantartási költség (HUF)/év	Alagsori kódok
				Fényforrás teljesítménye előtéttel (kW)	1.80/810	Éves használati idő (h)	Fényforrás ára (HUF)	Fényforrás kicserélésének költsége (HUF)	Lámpatestben lévő fényforrások száma (db)	Fényforrások száma	Elektromos energia kWh költsége (HUF)	Tisztítási költség (lámpatest/év) (HUF)	6 000	83 763,6	204 948,7	Info-Point
Naima Twins BPM300 (LED)	89 200	7XTEC40-1	0,0100	50 000	5 913	14 400	18 000	2	30		47,22	6 000	145 190,2	355 244,4		Pihenő - 1, Közlekedő - 1, Pihenő - 2, Közlekedő - 3
Naima Twins BPM300 (LED)	89 200	7XTEC40-1	0,0100	50 000	5 913	14 400	18 000	2	30		47,22	6 000	145 190,2	355 244,4		Pihenő - 1, Közlekedő - 1, Pihenő - 2, Közlekedő - 3
Karizma Luce Doppio Lente (LED)	78 500	LED mélysugárzó	0,0110	50 000	5 913	16 800	9 000	2	16			4 500	49 141,3	84 817,7		Lounge
BPM Mini Alba (lámpasáv) 6m.	540 000	Tridonic LED panel	0,0090	50 000	5 913	21 300	27 000	10	40			4 500	100 516,3	246 478,3		Lounge
Összesen:													378 611,3	891 489,2		

10.3. táblázat Alagsori fényforrások éves energia és karbantartási költségei

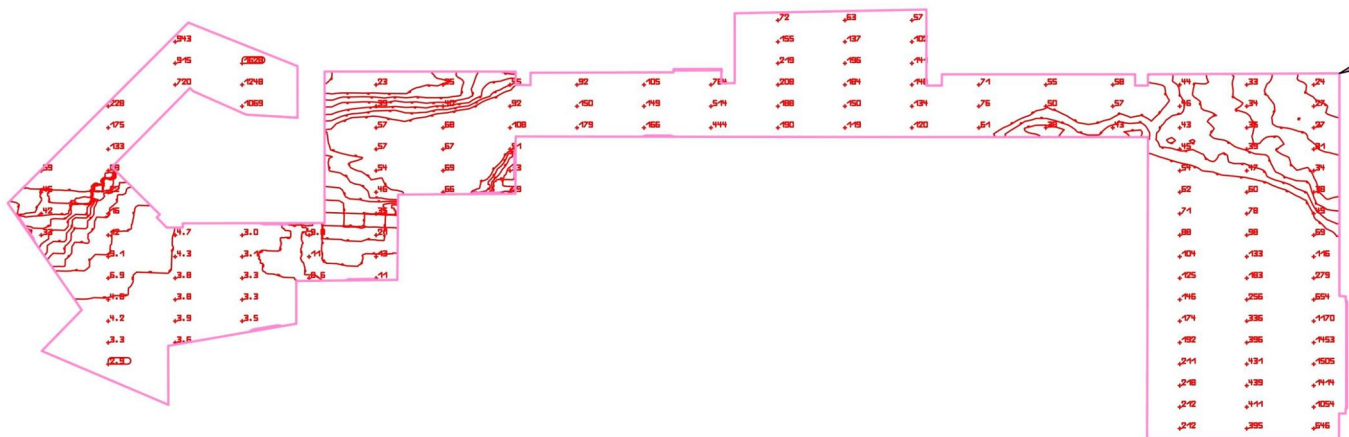
A 10.4. táblázat tartalmazza a természetes fény felhasználásának költségesökkentő hatását, amely a villamos energia költségekben 27,9 ~ 28% csökkenést mutat. A karbantartási költségek is 19%-os mértékben tudnak csökkenni a természetes fény felhasználása esetén az alagsori közlekedőn.

Természetes fény hasznosításának figyelembe vételével														
Fényforrás típusa	Lámpatestek ára. (HUF/db)	Fényforrás típusa	P	t _L	t _B	K3	K4	n2	n1	a	R			
			Fényforrás teljesítménye előtét nélkül (kW)	1.80/810	Éves használati idő (h)	Fényforrás ára (HUF)	Fényforrás kicserélésének költsége (HUF)	Lámpatestben lévő fényforrások száma (db)	Fényforrások száma	Elektromos energia kWh költsége (HUF)	Tisztítási költség (lámpatest/év) (HUF)	Energia költség Lámpatest/év/HUF	Lámpacseré és karbantartási költség (HUF)/év	Alagsori kódok
Naima Twins BPM300 (LED)	89 200	7XTEC40-1	0,0100	50 000	5 913	14 400	18 000	2	30	47,22	6 000	83 763,6	204 948,7	Info-Point
Naima Twins BPM300 (LED)	89 200	7XTEC40-1	0,0100	50 000	3 794	14 400	18 000	2	52		6 000	93 159,4	283 842,6	Pihenő - 1, Közlekedő - 1, Pihenő - 2, Közlekedő - 3
Karizma Luce Doppio Lente (LED)	78 500	LED mélysugárzó	0,0110	50 000	3 794	16 800	9 000	2	16		4 500	31 530,9	67 323,3	Lounge
BPM Mini Alba (lámpasáv) 6m.	540 000	Tridonic LED panel	0,0090	50 000	3 794	21 300	27 000	10	40		4 500	64 495,0	164 600,2	Lounge
Összesen:												272 948,8	720 714,8	
Megtakarítás:												105 662,5	170 774,4	

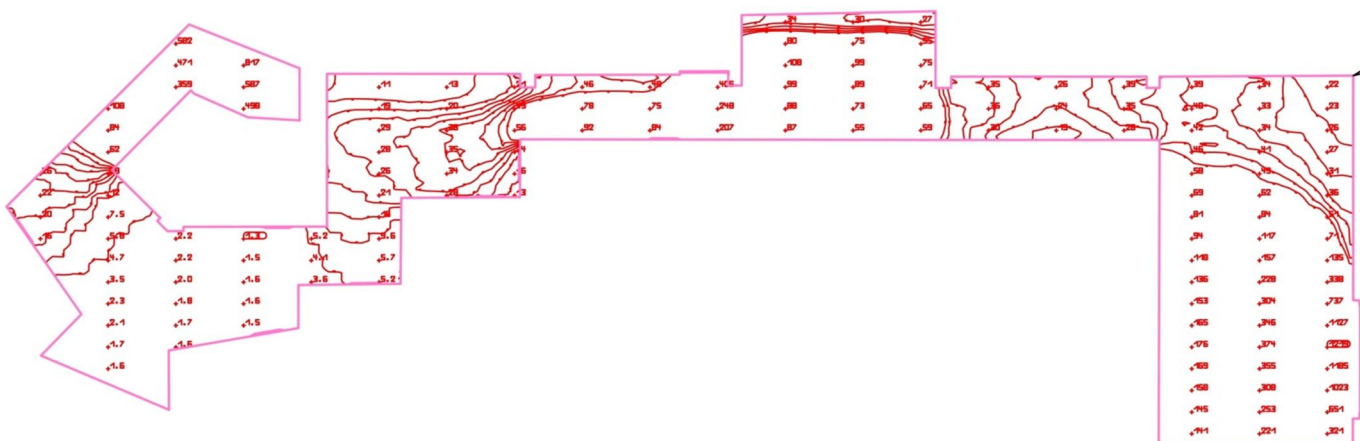
10.4. táblázat A természetes fény hasznosítása során jelentkező költség megtakarítás

10.2. Alagsori közlekedő megvilágítási szintjei a természetes fény esetén.

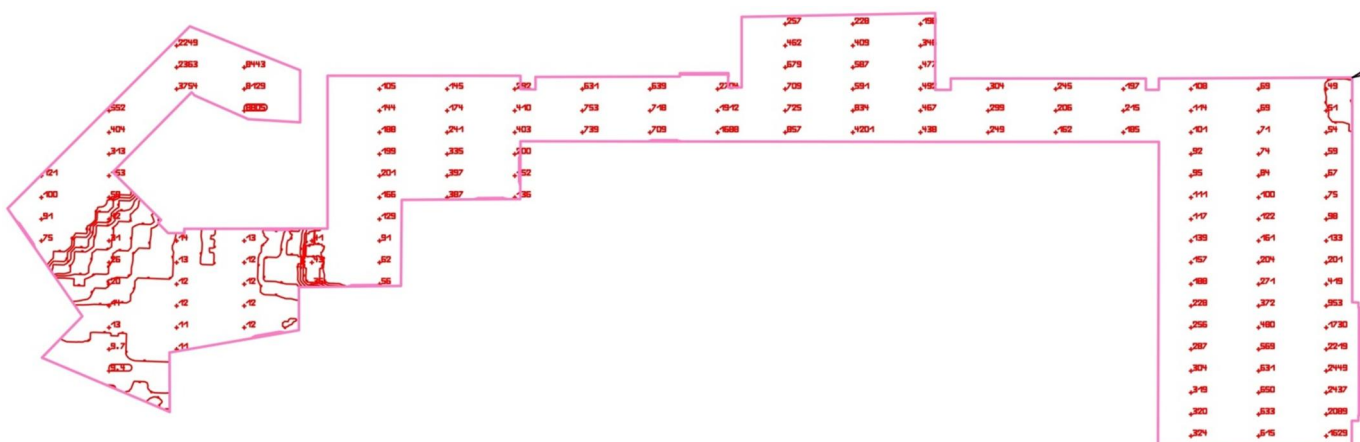
Az alagsori közlekedőre elvégeztem azokat a megvilágítás számításokat, aminek az eredményeit ebben a fejezetben a közlekedőn kialakuló megvilágítási szint görbéekkel lehet alátámasztani. A megvilágítási szint görbéekkel igazolható, a 10.2. ábra, a természetes fény használhatósága azokban az idősávokban. A természetes fény megvilágítási szint görbéi, közepes égbolt tisztasághoz tartoznak. A modellszámítások DIALux evo szoftverrel készültek.



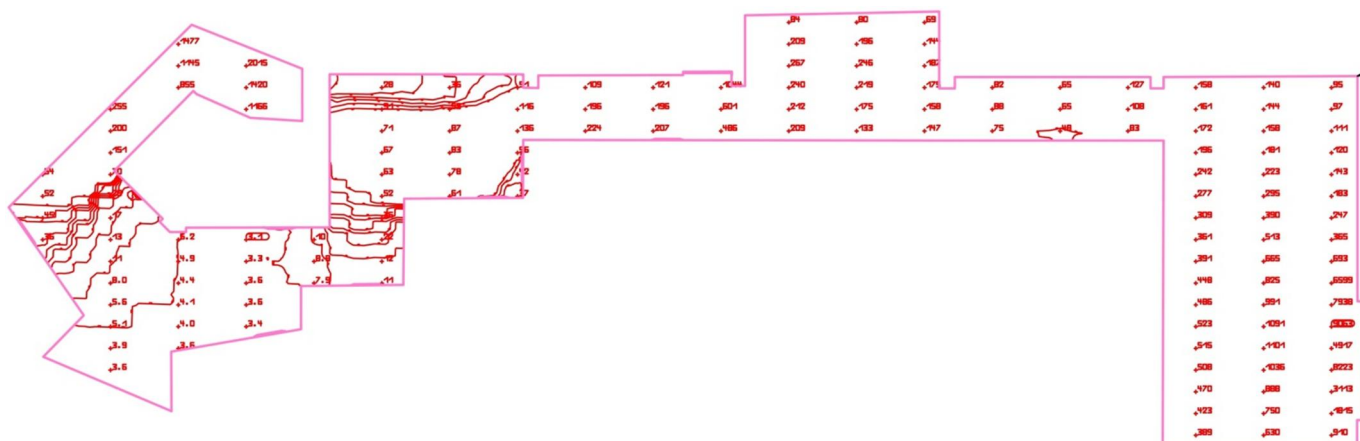
10.3. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei január 01. 10 ó-kor.



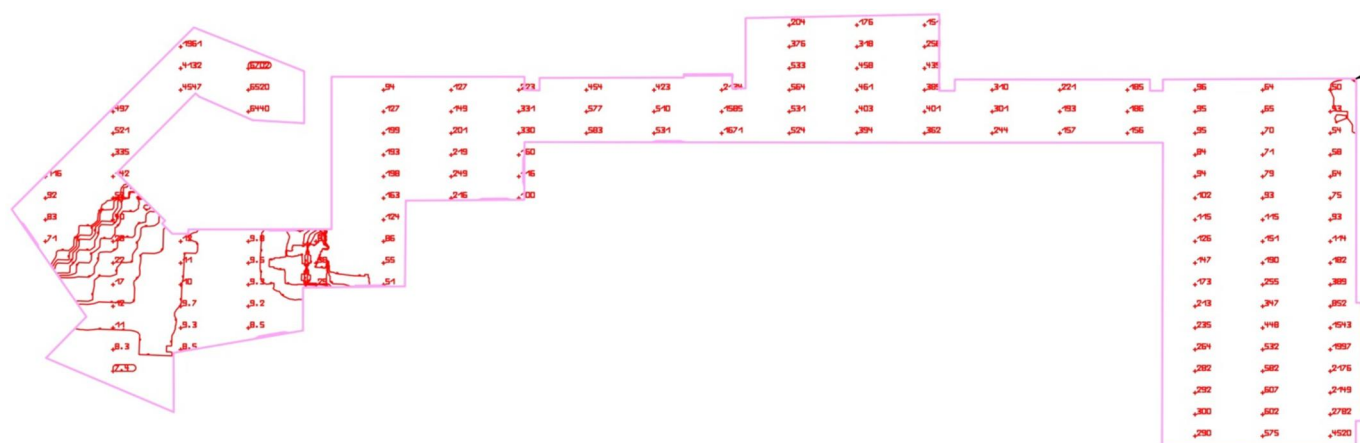
10.4. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei január 01. 14 ó-kor.



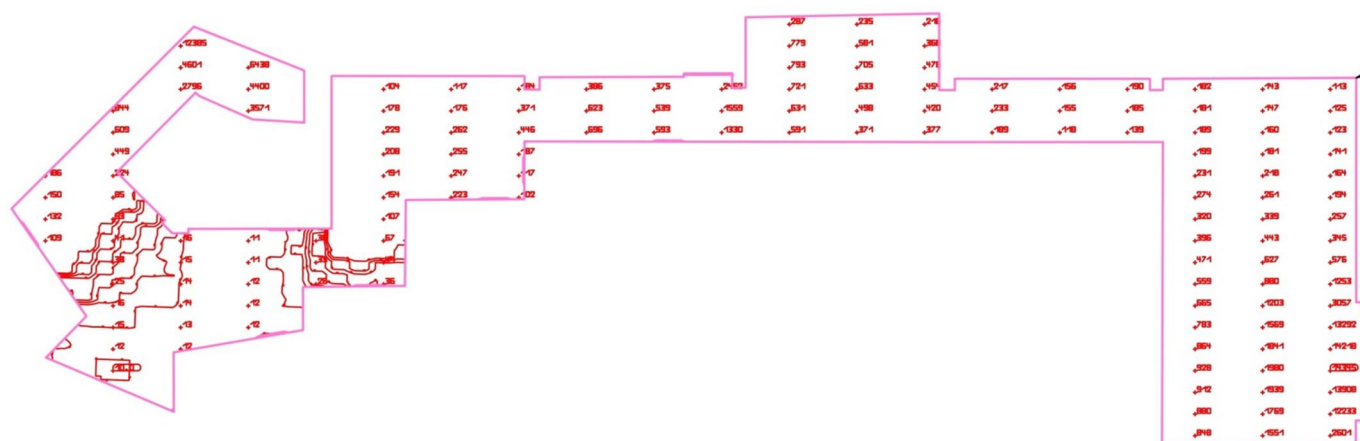
10.5. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei március 31. 9 ó-kor.



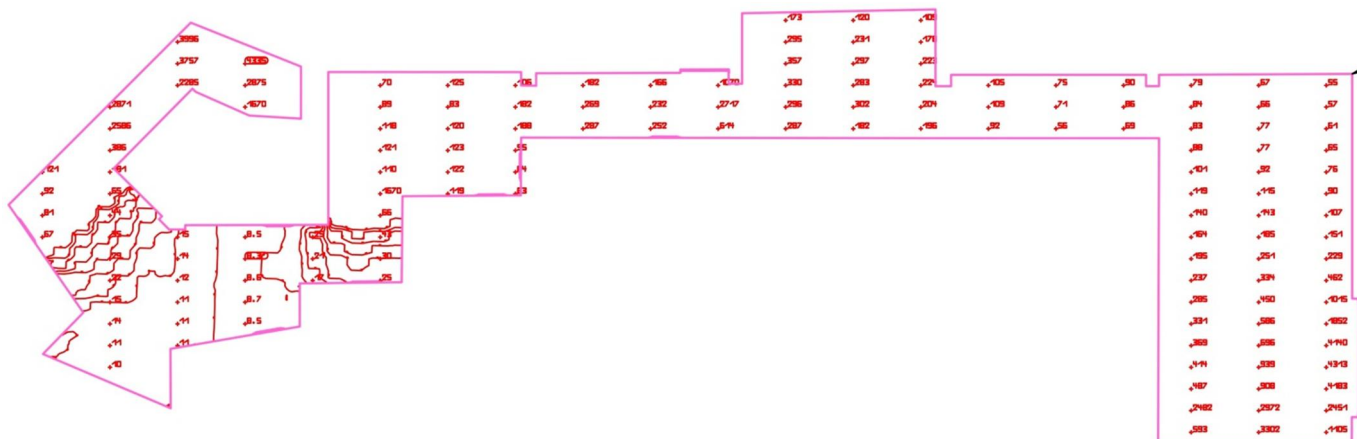
10.6. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei (március 31. 16ó)



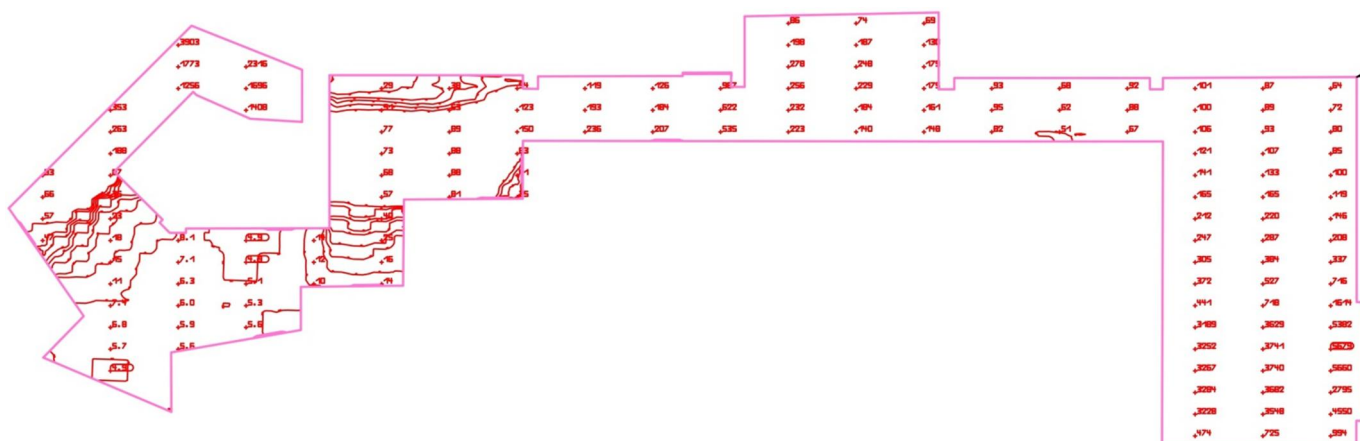
10.7. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei (október 01. 10ó)



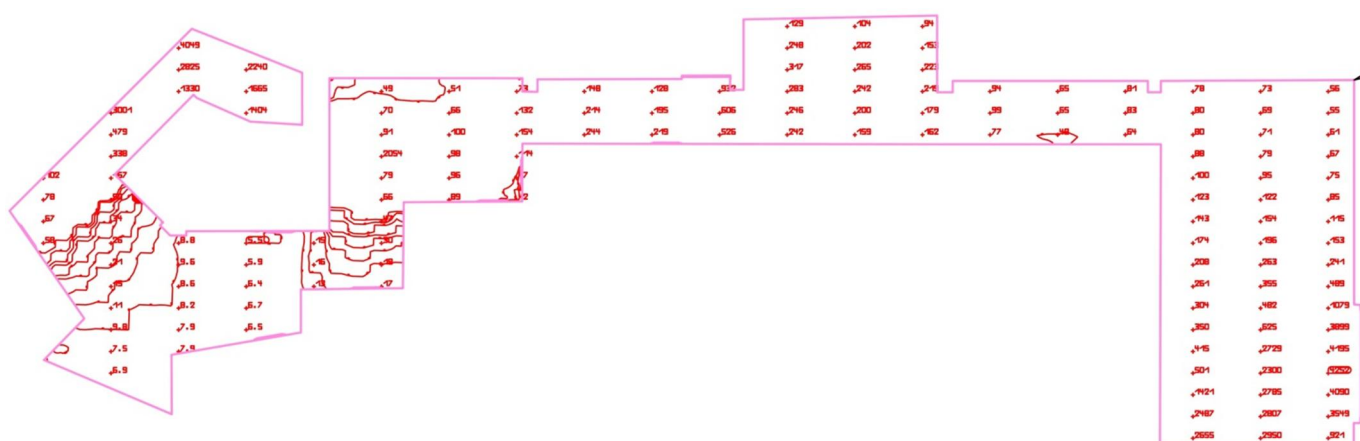
10.8. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei (október 01. 12)



10.9. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei (november 25. 10ó)



10.10. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei (november 25. 12ó)



10.11. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei (december 31. 11ó)

11. Eredmények összefoglalása

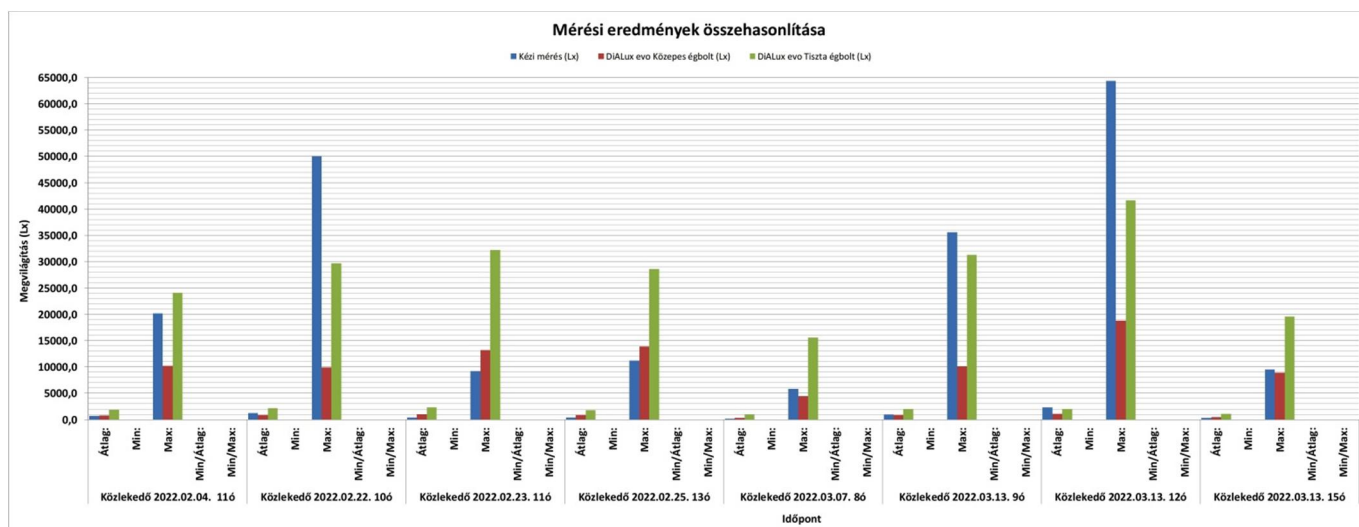
A Normafa Club House alagsori közlekedőjén sikerült meghatározni azokat az időszakokat, egy adott éven belül, amikor a természetes fényt úgy lehet hasznosítani, hogy közben teljesül a közlekedőkre előírt szabvány szerinti megvilágítási szint is. Ezekben az időablakokban a fényérzékelésre átváltott megvilágítás érzékelők, nem kapcsolják fel a mesterséges világítást, mert a természetes fény, az oldal bevilágítókon keresztül, biztosítja a szükséges vizuális környezetet az alagsori közlekedőben.

A természetes fény használata jelentős villamos energia megtakarítással jár, ami éves viszonylatban ~ 28%-os energia felhasználás csökkenést jelent a világítási hálózat energiafogyasztásában. A villamos energia megtakarítása mellett az üzemeltetési költségekben is egy 19% - os költség megtakarítás jelentkezik.

Az alagsori közlekedőn a megvilágítási szintek szoftverrel történő modellezéséhez a DIALux evo három féle égbolt tisztaságra tesz javaslatot a természetes fénnel való modell alkotásához. A fénytechnikai számítások elvégzése során és a számítógépes modell alkotás folyamán, a kézi megvilágításmérővel mért értékekhez, a DIALux evo közepes mértékben tiszta égbolt modelljének eredményei voltak közelebb a megvilágításmérővel mért értékekhez. A számítógépes modell alkotás és a kézi megvilágításmérővel mért értékek közötti különbséget a megvilágításmérő pontossága és a fényérzékelő szenzor cosinus illesztése, illetve a kézi műszeres mérés során, a szenzor helyzetéből adódó pontatlanság magyarázhatja. A 11.1. táblázat tartalmazza a kézi megvilágításmérővel mért megvilágítási szint értékek és a DIALux evo modellalkotásából származó eredmények összehasonlítását.

		Kézi mérés (Lx)	DiALux evo Közepes égbolt (Lx)	DiALux evo Tiszta égbolt (Lx)
Közlekedő 2022.02.04. 11ó	Átlag:	728,7	776	1819
	Min:	0,2	0,73	6,4
	Max:	20200	10209	24078
	Min/Átlag:	0,0003	0,001	0,004
	Min/Max:	0,00	0	0
Közlekedő 2022.02.22. 10ó	Átlag:	1223,5	889	2158
	Min:	0,6	5,53	6,48
	Max:	50000	9933	29653
	Min/Átlag:	0,00049	0,006	0,003
	Min/Max:	0,000012	0	0
Közlekedő 2022.02.23. 11ó	Átlag:	367,2	1031	2299
	Min:	0,1	0	4,83
	Max:	9200	13211	32236
	Min/Átlag:	0,00027	0	0,002
	Min/Max:	0,00001	0	0
Közlekedő 2022.02.25. 13ó	Átlag:	390,5	850	1735
	Min:	0,1	2,93	0
	Max:	11200	13862	28608
	Min/Átlag:	0,00026	0,003	0
	Min/Max:	0,00001	0	0
Közlekedő 2022.03.07. 8ó	Átlag:	147,4	342	898
	Min:	0	0	1,41
	Max:	5870	4453	15550
	Min/Átlag:	0	0	0,002
	Min/Max:	0	0	0
Közlekedő 2022.03.13. 9ó	Átlag:	942,6	844	1968
	Min:	3,8	6,48	14
	Max:	35600	10117	31257
	Min/Átlag:	0,004	0,008	0,007
	Min/Max:	0,000	0,001	0
Közlekedő 2022.03.13. 12ó	Átlag:	2332,4	1102	2036
	Min:	0,5	0	2,13
	Max:	64300	18765	41641
	Min/Átlag:	0,000	0	0,001
	Min/Max:	0,000	0	0
Közlekedő 2022.03.13. 15ó	Átlag:	322,5	487	1050
	Min:	4,1	0	0,47
	Max:	9510	8908	19537
	Min/Átlag:	0,013	0	0
	Min/Max:	0,000	0	0

11.1. táblázat Kézi megvilágításmérővel mért értékek és a DiALux evo modell számításainak összehasonlítás



11.1. ábra Kézi megvilágításmérővel mért értékek és a DIALux evo modell számításainak összehasonlítása grafikus formában

Az Eumetsat PVGIS-SARAH mérési adataiból számított megvilágítási szint értékek, rendkívül nagy eltérést mutatnak, az oldal bevilágítók belső felületén elvégzett horizontális megvilágítási mért értékekhez képest. Az Eumetsat PVGIS-SARAH által Magyarországra vonatkozóan szolgáltatott adatok pontosságával már más szakértők is foglalkoztak, és az adatok megbízhatóságának átlagát 68% -tól a 92% -ig terjedőnek ítélték, településektől függően. Az esetünkben fennálló nagyfokú eltérés egyik magyarázata lehet, hogy az alagsori közlekedő oldal bevilágítóihoz, amíg eljut a Nap direkt vagy az égbolt szórt fénye, számtalan a környezetet tagoló, a napsugárzás útjába álló, különböző reflexiós tényezővel rendelkező felületű és anyagsűrűségű felületen kell keresztül jutnia. Ezeknek a tereptárgyaknak a napfényre gyakorolt hatását nagyon nehéz modellezni. A közlekedő - 1 oldalbevilágító üvegajtájának (keleti fekvésű) és a Lounge oldalbevilágító üvegajtájának (déli fekvésű) megvilágítás mérővel mért értékeit hasonlítom össze a PVGIS-SARAH adatokból számolt megvilágítás értékekkel. Mindkét üvegfelület nagyobb kiterjedésű és árnyékoló hatás nem érvényesül az üvegfelületeken. Az elvégzett számítások eredményeit a 13. Mellékletek fejezet 13.1. - 13.6. táblázatok tartalmazzák.

A 13. Mellékletek fejezete tartalmazza a fotometriai mérésekhez használt mérőműszer $v(\lambda)$ görbáját és fő paramétereit illetve az elvégzett mérések és megvilágítási szint számítások feldolgozását és azok grafikus formában való megjelenítését.

			Üvegajtó(Lx)	PVGIS-SARAH (Lx)	Eltérés (%)
Közlekedő-1 2022.03.12.	9:47.-9:54.	Átlag:	1796	153982	99
	9:47.-9:54.	Max:	2300	---	---
	9:47.-9:54.	Min:	1081	---	---
	9:47.-9:54.	Min/Átlag:	0,602	---	---
	9:47.-9:54.	Min/Max:	0,470	---	---
Közlekedő-1 2022.03.12.	10:29.-10:36.	Átlag:	1992	121041	98
	10:29.-10:36.	Max:	2530	---	---
	10:29.-10:36.	Min:	1486	---	---
	10:29.-10:36.	Min/Átlag:	0,75	---	---
	10:29.-10:36.	Min/Max:	0,59	---	---
Közlekedő-1 2022.03.12.	12:35.-12:42.	Átlag:	1011	34857	97
	12:35.-12:42.	Max:	1171	---	---
	12:35.-12:42.	Min:	726	---	---
	12:35.-12:42.	Min/Átlag:	0,72	---	---
	12:35.-12:42.	Min/Max:	0,62	---	---
Közlekedő-1 2022.03.12.	13:45.-13:52.	Átlag:	761	33708	98
	13:45.-13:52.	Max:	933	---	---
	13:45.-13:52.	Min:	537	---	---
	13:45.-13:52.	Min/Átlag:	0,71	---	---
	13:45.-13:52.	Min/Max:	0,58	---	---
Közlekedő-1 2022.03.12.	15:16.-15:24.	Átlag:	553	20301	97
	15:16.-15:24.	Max:	721	---	---
	15:16.-15:24.	Min:	316	---	---
	15:16.-15:24.	Min/Átlag:	0,57	---	---
	15:16.-15:24.	Min/Max:	0,44	---	---
Közlekedő-1 2022.03.12.	16:43.-16:51.	Átlag:	382	11108	97
	16:43.-16:51.	Max:	502	---	---
	16:43.-16:51.	Min:	250	---	---
	16:43.-16:51.	Min/Átlag:	0,65	---	---
	16:43.-16:51.	Min/Max:	0,50	---	---
Közlekedő-1 2022.03.13.	7:30.-7:41.	Átlag:	6583	129084	95
	7:30.-7:41.	Max:	11180	---	---
	7:30.-7:41.	Min:	2190	---	---
	7:30.-7:41.	Min/Átlag:	0,33	---	---
	7:30.-7:41.	Min/Max:	0,20	---	---
Közlekedő-1 2022.03.13.	9:45.-9:53.	Átlag:	3110	153982	98
	9:45.-9:53.	Max:	4650	---	---
	9:45.-9:53.	Min:	1494	---	---
	9:45.-9:53.	Min/Átlag:	0,48	---	---
	9:45.-9:53.	Min/Max:	0,32	---	---
Közlekedő-1 2022.03.13.	12:20.-12:31.	Átlag:	1042	34857	97
	12:20.-12:31.	Max:	1289	---	---
	12:20.-12:31.	Min:	610	---	---
	12:20.-12:31.	Min/Átlag:	0,59	---	---
	12:20.-12:31.	Min/Max:	0,47	---	---
Közlekedő-1 2022.03.13.	15:16.-15:27.	Átlag:	596	20301	97
	15:16.-15:27.	Max:	807	---	---
	15:16.-15:27.	Min:	330	---	---
	15:16.-15:27.	Min/Átlag:	0,55	---	---
	15:16.-15:27.	Min/Max:	0,41	---	---

11.2. táblázat Kézi megvilágításmérővel mért adatok és az Eumetsat PVGIS-SARAH adatokból számított megvilágítás értékek összehasonlítása

			Üvegajtó(Lx)	PVGIS-SARAH (Lx)	Eltérés (%)
Lounge 2022.03.12.	7:30.-7:47.	Átlag:	1012	83724	99
	7:30.-7:47.	Max:	4740	---	---
	7:30.-7:47.	Min:	44	---	---
	7:30.-7:47.	Min/Átlag:	0,044	---	---
	7:30.-7:47.	Min/Max:	0,009	---	---
Lounge 2022.03.12.	8:02.-8:20.	Átlag:	2015,0	165105	99
	8:02.-8:20.	Max:	6920	---	---
	8:02.-8:20.	Min:	853	---	---
	8:02.-8:20.	Min/Átlag:	0,42	---	---
	8:02.-8:20.	Min/Max:	0,12	---	---
Lounge 2022.03.12.	9:35.-9:49.	Átlag:	2731	242389	99
	9:35.-9:49.	Max:	4630	---	---
	9:35.-9:49.	Min:	853	---	---
	9:35.-9:49.	Min/Átlag:	0,31	---	---
	9:35.-9:49.	Min/Max:	0,18	---	---
Lounge 2022.03.12.	11:40-11:56	Átlag:	59547	330211	82
	11:40-11:56	Max:	70400	---	---
	11:40-11:56	Min:	12160	---	---
	11:40-11:56	Min/Átlag:	0,20	---	---
	11:40-11:56	Min/Max:	0,17	---	---
Lounge 2022.03.12.	12:47.-13:09.	Átlag:	58593	296838	80
	12:47.-13:09.	Max:	69300	---	---
	12:47.-13:09.	Min:	20800	---	---
	12:47.-13:09.	Min/Átlag:	0,35	---	---
	12:47.-13:09.	Min/Max:	0,30	---	---
Lounge 2022.03.12.	14:15.-14:34.	Átlag:	40182	180913	78
	14:15.-14:34.	Max:	47700	---	---
	14:15.-14:34.	Min:	32400	---	---
	14:15.-14:34.	Min/Átlag:	0,81	---	---
	14:15.-14:34.	Min/Max:	0,68	---	---
Lounge 2022.03.12.	15:30.-15:46.	Átlag:	19234	117096	84
	15:30.-15:46.	Max:	42700	---	---
	15:30.-15:46.	Min:	6150	---	---
	15:30.-15:46.	Min/Átlag:	0,32	---	---
	15:30.-15:46.	Min/Max:	0,14	---	---
Lounge 2022.03.12.	17:15.-17:32.	Átlag:	376	8197	95
	17:15.-17:32.	Max:	764	---	---
	17:15.-17:32.	Min:	147	---	---
	17:15.-17:32.	Min/Átlag:	0,39	---	---
	17:15.-17:32.	Min/Max:	0,19	---	---

11.3. táblázat Kézi megvilágításmérővel mért adatok és az Eumetsat PVGIS-SARAH adatokból számított megvilágítás értékek összehasonlítása

12. Summary of results

In the basement walkway of the Normafa Club House, it has been possible to identify the windows of time during the year when natural light can be used while still meeting the lighting standards for walkways. In these time windows, the light sensors, which have been adapted to detect light, do not switch on the artificial lighting because natural light, via the side lights, provides the necessary visual environment in the basement passageway.

The use of natural light results in significant electricity savings of ~ 28% of the lighting network's energy consumption per year. In addition to the electricity savings, there is also a 19% cost saving in operating costs.

To model the lighting levels in the basement walkway using software, DIALux evo proposes three different sky clarity levels to model natural light. During the photometric calculations and the computer model building process, the results of the DIALux evo medium clear sky model were closer to the values measured with the manual illuminance meter. The difference between the computer modelling and the manual illuminometer values may be explained by the accuracy of the illuminometer and the cosine fit of the light sensor, and the inaccuracy of the sensor position during manual instrumentation. A comparison of the illumination level values measured with the manual illuminance meter and the results from the DIALux evo modelling is shown in Table 12.1.

		Kézi mérés (Lx)	DiALux evo Közepes égbolt (Lx)	DiALux evo Tiszta égbolt (Lx)
Közlekedő 2022.02.04. 116	Átlag:	728,7	776	1819
	Min:	0,2	0,73	6,4
	Max:	20200	10209	24078
	Min/Átlag:	0,0003	0,001	0,004
	Min/Max:	0,00	0	0
Közlekedő 2022.02.22. 106	Átlag:	1223,5	889	2158
	Min:	0,6	5,53	6,48
	Max:	50000	9933	29653
	Min/Átlag:	0,00049	0,006	0,003
	Min/Max:	0,000012	0	0
Közlekedő 2022.02.23. 116	Átlag:	367,2	1031	2299
	Min:	0,1	0	4,83
	Max:	9200	13211	32236
	Min/Átlag:	0,00027	0	0,002
	Min/Max:	0,00001	0	0
Közlekedő 2022.02.25. 136	Átlag:	390,5	850	1735
	Min:	0,1	2,93	0
	Max:	11200	13862	28608
	Min/Átlag:	0,00026	0,003	0
	Min/Max:	0,00001	0	0
Közlekedő 2022.03.07. 86	Átlag:	147,4	342	898
	Min:	0	0	1,41
	Max:	5870	4453	15550
	Min/Átlag:	0	0	0,002
	Min/Max:	0	0	0
Közlekedő 2022.03.13. 96	Átlag:	942,6	844	1968
	Min:	3,8	6,48	14
	Max:	35600	10117	31257
	Min/Átlag:	0,004	0,008	0,007
	Min/Max:	0,000	0,001	0
Közlekedő 2022.03.13. 126	Átlag:	2332,4	1102	2036
	Min:	0,5	0	2,13
	Max:	64300	18765	41641
	Min/Átlag:	0,000	0	0,001
	Min/Max:	0,000	0	0
Közlekedő 2022.03.13. 156	Átlag:	322,5	487	1050
	Min:	4,1	0	0,47
	Max:	9510	8908	19537
	Min/Átlag:	0,013	0	0
	Min/Max:	0,000	0	0

Table 12.1. Comparison of manual illuminance meter values and DIALux evo model calculations

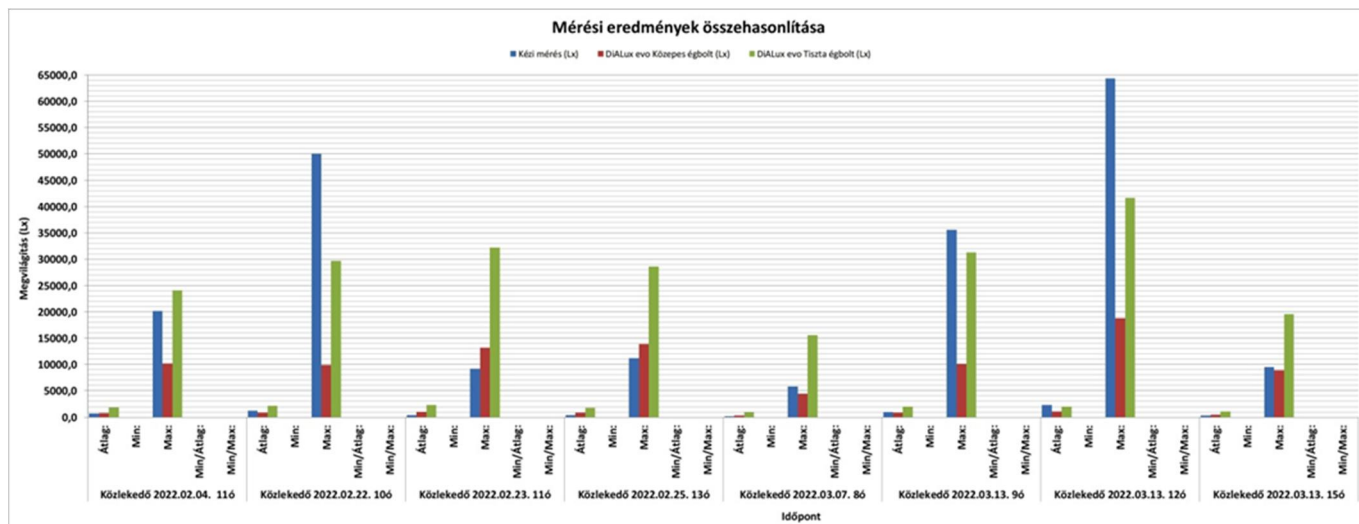


Figure 11.1. Graphical comparison of the values measured with the manual illuminance meter and the DIALux evo model calculations

The illumination level values calculated from the Eumetsat PVGIS-SARAH measurement data show a very large deviation compared to the horizontal illumination measurements made on the inner surface of the side illuminators. The accuracy of the data provided by Eumetsat PVGIS-SARAH for Hungary has been addressed by other experts and the average reliability of the data has been estimated to range from 68% to 92%, depending on the cities. One explanation for the large discrepancy in our case may be that the basement traffic lights, in order to receive direct sunlight or scattered skylight, have to pass through a myriad of surfaces and material densities with different reflectance factors, which fragment the environment and block the path of the sun. The effect of these landmarks on sunlight is very difficult to model. I compare the illuminance values measured with a meter for the glass side-lighting of the Közlekedő - 1 (east side) and the glass side-lighting of the Lounge (south side) with the illuminance values calculated from PVGIS-SARAH data. Both glass surfaces are larger and there is no shading effect on the glass surfaces. The results of the calculations are presented in Tables 13.1 to 13.6 in Annexes 13.

Chapter 13 of the Annexes contains the curve and the main parameters of the measuring instrument $v(\lambda)$ used for the photometric measurements and the processing of the measurements and illuminance calculations carried out and their presentation in graphical form.

			Üvegajtó(Lx)	PVGIS-SARAH (Lx)	Eltérés (%)
Közlekedő-1 2022.03.12.	9:47.-9:54.	Átlag:	1796	153982	99
	9:47.-9:54.	Max:	2300	---	---
	9:47.-9:54.	Min:	1081	---	---
	9:47.-9:54.	Min/Átlag:	0,602	---	---
	9:47.-9:54.	Min/Max:	0,470	---	---
Közlekedő-1 2022.03.12.	10:29.-10:36.	Átlag:	1992	121041	98
	10:29.-10:36.	Max:	2530	---	---
	10:29.-10:36.	Min:	1486	---	---
	10:29.-10:36.	Min/Átlag:	0,75	---	---
	10:29.-10:36.	Min/Max:	0,59	---	---
Közlekedő-1 2022.03.12.	12:35.-12:42.	Átlag:	1011	34857	97
	12:35.-12:42.	Max:	1171	---	---
	12:35.-12:42.	Min:	726	---	---
	12:35.-12:42.	Min/Átlag:	0,72	---	---
	12:35.-12:42.	Min/Max:	0,62	---	---
Közlekedő-1 2022.03.12.	13:45.-13:52	Átlag:	761	33708	98
	13:45.-13:52	Max:	933	---	---
	13:45.-13:52	Min:	537	---	---
	13:45.-13:52	Min/Átlag:	0,71	---	---
	13:45.-13:52	Min/Max:	0,58	---	---
Közlekedő-1 2022.03.12.	15:16.-15:24.	Átlag:	553	20301	97
	15:16.-15:24.	Max:	721	---	---
	15:16.-15:24.	Min:	316	---	---
	15:16.-15:24.	Min/Átlag:	0,57	---	---
	15:16.-15:24.	Min/Max:	0,44	---	---
Közlekedő-1 2022.03.12.	16:43.-16:51.	Átlag:	382	11108	97
	16:43.-16:51.	Max:	502	---	---
	16:43.-16:51.	Min:	250	---	---
	16:43.-16:51.	Min/Átlag:	0,65	---	---
	16:43.-16:51.	Min/Max:	0,50	---	---
Közlekedő-1 2022.03.13.	7:30.-7:41.	Átlag:	6583	129084	95
	7:30.-7:41.	Max:	11180	---	---
	7:30.-7:41.	Min:	2190	---	---
	7:30.-7:41.	Min/Átlag:	0,33	---	---
	7:30.-7:41.	Min/Max:	0,20	---	---
Közlekedő-1 2022.03.13.	9:45.-9:53.	Átlag:	3110	153982	98
	9:45.-9:53.	Max:	4650	---	---
	9:45.-9:53.	Min:	1494	---	---
	9:45.-9:53.	Min/Átlag:	0,48	---	---
	9:45.-9:53.	Min/Max:	0,32	---	---
Közlekedő-1 2022.03.13.	12:20.-12:31.	Átlag:	1042	34857	97
	12:20.-12:31.	Max:	1289	---	---
	12:20.-12:31.	Min:	610	---	---
	12:20.-12:31.	Min/Átlag:	0,59	---	---
	12:20.-12:31.	Min/Max:	0,47	---	---
Közlekedő-1 2022.03.13.	15:16.-15:27.	Átlag:	596	20301	97
	15:16.-15:27.	Max:	807	---	---
	15:16.-15:27.	Min:	330	---	---
	15:16.-15:27.	Min/Átlag:	0,55	---	---
	15:16.-15:27.	Min/Max:	0,41	---	---

Table 12.2. Comparison of illuminance values measured with manual illuminance meter and illuminance values calculated from Eumetsat PVGIS-SARAH data

			Üvegajtó(Lx)	PVGIS-SARAH (Lx)	Eltérés (%)
Lounge 2022.03.12.	7:30.-7:47.	Átlag:	1012	83724	99
	7:30.-7:47.	Max:	4740	---	---
	7:30.-7:47.	Min:	44	---	---
	7:30.-7:47.	Min/Átlag:	0,044	---	---
	7:30.-7:47.	Min/Max:	0,009	---	---
Lounge 2022.03.12.	8:02.-8:20.	Átlag:	2015,0	165105	99
	8:02.-8:20.	Max:	6920	---	---
	8:02.-8:20.	Min:	853	---	---
	8:02.-8:20.	Min/Átlag:	0,42	---	---
	8:02.-8:20.	Min/Max:	0,12	---	---
Lounge 2022.03.12.	9:35.-9:49.	Átlag:	2731	242389	99
	9:35.-9:49.	Max:	4630	---	---
	9:35.-9:49.	Min:	853	---	---
	9:35.-9:49.	Min/Átlag:	0,31	---	---
	9:35.-9:49.	Min/Max:	0,18	---	---
Lounge 2022.03.12.	11:40-11:56	Átlag:	59547	330211	82
	11:40-11:56	Max:	70400	---	---
	11:40-11:56	Min:	12160	---	---
	11:40-11:56	Min/Átlag:	0,20	---	---
	11:40-11:56	Min/Max:	0,17	---	---
Lounge 2022.03.12.	12:47.-13:09.	Átlag:	58593	296838	80
	12:47.-13:09.	Max:	69300	---	---
	12:47.-13:09.	Min:	20800	---	---
	12:47.-13:09.	Min/Átlag:	0,35	---	---
	12:47.-13:09.	Min/Max:	0,30	---	---
Lounge 2022.03.12.	14:15.-14:34.	Átlag:	40182	180913	78
	14:15.-14:34.	Max:	47700	---	---
	14:15.-14:34.	Min:	32400	---	---
	14:15.-14:34.	Min/Átlag:	0,81	---	---
	14:15.-14:34.	Min/Max:	0,68	---	---
Lounge 2022.03.12.	15:30.-15:46.	Átlag:	19234	117096	84
	15:30.-15:46.	Max:	42700	---	---
	15:30.-15:46.	Min:	6150	---	---
	15:30.-15:46.	Min/Átlag:	0,32	---	---
	15:30.-15:46.	Min/Max:	0,14	---	---
Lounge 2022.03.12.	17:15.-17:32.	Átlag:	376	8197	95
	17:15.-17:32.	Max:	764	---	---
	17:15.-17:32.	Min:	147	---	---
	17:15.-17:32.	Min/Átlag:	0,39	---	---
	17:15.-17:32.	Min/Max:	0,19	---	---

Table 12.3. Comparison of illuminance values measured by manual illuminance meter and illuminance values calculated from Eumetsat PVGIS-SARAH data

13. Mellékletek

13.1. Alagsori közlekedő bevilágítóin bejövő fénymennyiségek számítása az Eumetsat PVGIS-SARAH adatai alapján

A Keleti tájolású bevilágítók számításait összefoglaló táblázat:

Hónap	Időpont	Tájolás (Keleti)	Bevilágító $U_g = 0,7$	Fényáram $1W/m^2 = 120(Lx)$	Pihenő-1 1. és 2. bevilágítók (Lx)	Közlekedő-1 oldal bevilágítók (Lx)	Pihenő-2 1. és 2. bevilágítók (Lx)	Közlekedő-3 1. 2. 3. bevilágítók (Lx)	Lounge medence oldali bevilágító (Lx)
Január	7-8	1	0,7	84	88	383	222	499	76
	8-9	26	18,2	2184	2289	9959	5766	12973	1987
	9-10	194	135,8	16296	17078	74310	43021	96798	14829
	10-11	182	127,4	15288	16022	69713	40360	90811	13912
	11-12	109	76,3	9156	9595	41751	24172	54387	8332
	12-13	48	33,6	4032	4226	18386	10644	23950	3669
	13-14	43	30,1	3612	3785	16471	9536	21455	3287
	14-15	32	22,4	2688	2817	12257	7096	15967	2446
	15-16	15	10,5	1260	1320	5746	3326	7484	1147
	16-17	1	0,7	84	88	383	222	499	76
Február	7-8	12	8,4	1008	1056	4596	2661	5988	917
	8-9	249	174,3	20916	21920	95377	55218	124241	19034
	9-10	286	200,2	24024	25177	109549	63423	142703	21862
	10-11	231	161,7	19404	20335	88482	51227	115260	17658
	11-12	137	95,9	11508	12060	52476	30381	68358	10472
	12-13	63	44,1	5292	5546	24132	13971	31434	4816
	13-14	60	42	5040	5282	22982	13306	29938	4586
	14-15	47	32,9	3948	4138	18003	10423	23451	3593
	15-16	29	20,3	2436	2553	11108	6431	14470	2217
	16-17	10	7	840	880	3830	2218	4990	764
Március	6-7	12	8,4	1008	1056	4596	2661	5988	917
	7-8	337	235,9	28308	29667	129084	74733	168150	25760
	8-9	413	289,1	34692	36357	158196	91587	206070	31570
	9-10	402	281,4	33768	35389	153982	89148	200582	30729
	10-11	316	221,2	26544	27818	121041	70076	157671	24155
	11-12	188	131,6	15792	16550	72012	41691	93804	14371
	12-13	91	63,7	7644	8011	34857	20180	45405	6956
	13-14	88	61,6	7392	7747	33708	19515	43908	6727
	14-15	73	51,1	6132	6426	27962	16188	36424	5580
	15-16	53	37,1	4452	4666	20301	11753	26445	4051
Április	6-7	12	8,4	1008	1056	4596	2661	5988	917
	7-8	444	310,8	37296	39086	170070	98461	221538	33939
	8-9	533	373,1	44772	46921	204160	118198	265946	40743
	9-10	472	330,4	39648	41551	180795	104671	235509	36080
	10-11	345	241,5	28980	30371	132149	76507	172141	26372
	11-12	193	135,1	16212	16990	73927	42800	96299	14753
	12-13	92	64,4	7728	8099	35240	20402	45904	7032
	13-14	88	61,6	7392	7747	33708	19515	43908	6727
	14-15	77	53,9	6468	6778	29494	17076	38420	5886
	15-16	59	41,3	4956	5194	22599	13084	29439	4510
Május	4-5	6	4,2	504	528	2298	1331	2994	459
	5-6	309	216,3	25956	27202	118359	68524	154179	23620
	6-7	505	353,5	42420	44456	193435	111989	251975	38602
	7-8	550	385	46200	48418	210672	121968	274428	42042
	8-9	548	383,6	46032	48242	209906	121524	273430	41889
	9-10	456	319,2	38304	40143	174666	101123	227526	34857
	10-11	333	233,1	27972	29315	127552	73846	166154	25455
	11-12	193	135,1	16212	16990	73927	42800	96299	14753
	12-13	104	72,8	8736	9155	39836	23063	51892	7950
	13-14	96	67,2	8064	8451	36772	21289	47900	7338
Június	4-5	11	7,7	924	968	4213	2439	5489	841
	5-6	327	228,9	27468	28786	125254	72516	163160	24996
	6-7	486	340,2	40824	42784	186157	107775	242495	37150
	7-8	521	364,7	43764	45865	199564	115537	259958	39825
	8-9	504	352,8	42336	44368	193052	111767	251476	38526
	9-10	452	316,4	37968	39790	173134	100236	225530	34551
	10-11	347	242,9	29148	30547	132915	76951	173139	26525
	11-12	206	144,2	17304	18135	78906	45683	102786	15747
	12-13	101	70,7	8484	8891	38687	22398	50395	7720
	13-14	94	65,8	7896	8275	36006	20845	46902	7185

13.1. táblázat Keleti tájolású bevilágítók megvilágítás értékei (január-június)

Hónap	Időpont	Tájolás (Keleti)	Bevilágító $U_g = 0,7$	Fényáram $1W/m^2 = 120(Lx)$	Pihenő-1 1. és 2. bevilágítók (Lx)	Közlekedő-1 oldal bevilágítók (Lx)	Pihenő-2 1. és 2. bevilágítók (Lx)	Közlekedő-3 1. 2. 3. bevilágítók (Lx)	Lounge medence oldali bevilágító (Lx)
Július	4-5	6	4,2	504	528	2298	1331	2994	459
	5-6	300	210	25200	26410	114912	66528	149688	22932
	6-7	462	323,4	38808	40671	176964	102453	230520	35315
	7-8	511	357,7	42924	44984	195733	113319	254969	39061
	8-9	522	365,4	43848	45953	199947	115759	260457	39902
	9-10	455	318,5	38220	40055	174283	100901	227027	34780
	10-11	341	238,7	28644	30019	130617	75620	170145	26066
	11-12	202	141,4	16968	17782	77374	44796	100790	15441
	12-13	88	61,6	7392	7747	33708	19515	43908	6727
	13-14	85	59,5	7140	7483	32558	18850	42412	6497
	14-15	77	53,9	6468	6778	29494	17076	38420	5886
	15-16	68	47,6	5712	5986	26047	15080	33929	5198
	16-17	55	38,5	4620	4842	21067	12197	27443	4204
	17-18	39	27,3	3276	3433	14939	8649	19459	2981
	18-19	19	13,3	1596	1673	7278	4213	9480	1452
	19-20	2	1,4	168	176	766	444	998	153
Augusztus	4-5	0	0	0	0	0	0	0	0
	5-6	14	9,8	1176	1232	5363	3105	6985	1070
	6-7	440	308	36960	38734	168538	97574	219542	33634
	7-8	509	356,3	42756	44808	194967	112876	253971	38908
	8-9	542	379,4	45528	47713	207608	120194	270436	41430
	9-10	479	335,3	40236	42167	183476	106223	239002	36615
	10-11	345	241,5	28980	30371	132149	76507	172141	26372
	11-12	190	133	15960	16726	72778	42134	94802	14524
	12-13	83	58,1	6972	7307	31792	18406	41414	6345
	13-14	78	54,6	6552	6866	29877	17297	38919	5962
	14-15	71	49,7	5964	6250	27196	15745	35426	5427
	15-16	59	41,3	4956	5194	22599	13084	29439	4510
	16-17	45	31,5	3780	3961	17237	9979	22453	3440
	17-18	26	18,2	2184	2289	9959	5766	12973	1987
	18-19	7	4,9	588	616	2681	1552	3493	535
Szeptember	5-6	3	2,1	252	264	1149	665	1497	229
	6-7	236	165,2	19824	20776	90397	52335	117755	18040
	7-8	483	338,1	40572	42519	185008	107110	240998	36921
	8-9	526	368,2	44184	46305	201479	116646	262453	40207
	9-10	456	319,2	38304	40143	174666	101123	227526	34857
	10-11	321	224,7	26964	28258	122956	71185	160166	24537
	11-12	150	105	12600	13205	57456	33264	74844	11466
	12-13	78	54,6	6552	6866	29877	17297	38919	5962
	13-14	75	52,5	6300	6602	28728	16632	37422	5733
	14-15	64	44,8	5376	5634	24515	14193	31933	4892
	15-16	48	33,6	4032	4226	18386	10644	23950	3669
	16-17	29	20,3	2436	2553	11108	6431	14470	2217
	17-18	8	5,6	672	704	3064	1774	3992	612
Október	6-7	7	4,9	588	616	2681	1552	3493	535
	7-8	163	114,1	13692	14349	62436	36147	81330	12460
	8-9	254	177,8	21336	22360	97292	56327	126736	19416
	9-10	245	171,5	20580	21568	93845	54331	122245	18728
	10-11	180	126	15120	15846	68947	39917	89813	13759
	11-12	79	55,3	6636	6955	30260	17519	39418	6039
	12-13	64	44,8	5376	5634	24515	14193	31933	4892
	13-14	56	39,2	4704	4930	21450	12419	27942	4281
	14-15	42	29,4	3528	3697	16088	9314	20956	3210
	15-16	24	16,8	2016	2113	9193	5322	11975	1835
	16-17	6	4,2	504	528	2298	1331	2994	459
November	7-8	11	7,7	924	968	4213	2439	5489	841
	8-9	210	147	17640	18487	80438	46570	104782	16052
	9-10	249	174,3	20916	21920	95377	55218	124241	19034
	10-11	186	130,2	15624	16374	71245	41247	92807	14218
	11-12	60	42	5040	5282	22982	13306	29938	4586
	12-13	48	33,6	4032	4226	18386	10644	23950	3669
	13-14	41	28,7	3444	3609	15705	9092	20457	3134
	14-15	28	19,6	2352	2465	10725	6209	13971	2140
	15-16	10	7	840	880	3830	2218	4990	764
December	7-8	2	1,4	168	176	766	444	998	153
	8-9	18	12,6	1512	1585	6895	3992	8981	1376
	9-10	225	157,5	18900	19807	86184	49896	112266	17199
	10-11	180	126	15120	15846	68947	39917	89813	13759
	11-12	88	61,6	7392	7747	33708	19515	43908	6727
	12-13	43	30,1	3612	3785	16471	9536	21455	3287
	13-14	34	23,8	2856	2993	13023	7540	16965	2599
	14-15	24	16,8	2016	2113	9193	5322	11975	1835
	15-16	6	4,2	504	528	2298	1331	2994	459

13.2. táblázat Keleti tájolású bevilágítók megvilágítás értékei (július-december)

A Nyugati tájolású bevilágítók számításait összefoglaló táblázat:

Hónap	Időpont	Tájolás (Nyugat)	Bevilágító $U_g = 0,7$	Megvilágítás $1W/m^2 = 120(Lx)$	Lounge belső udvari bevilágító (Lx)
Január	7-8	1	0,7	84	77
	8-9	18	12,6	1512	1384
	9-10	34	23,8	2856	2614
	10-11	43	30,1	3612	3306
	11-12	48	33,6	4032	3690
	12-13	129	90,3	10836	9917
	13-14	187	130,9	15708	14376
	14-15	202	141,4	16968	15529
	15-16	152	106,4	12768	11685
Február	16-17	1	0,7	84	77
	7-8	12	8,4	1008	923
	8-9	30	21	2520	2306
	9-10	42	29,4	3528	3229
	10-11	53	37,1	4452	4074
	11-12	62	43,4	5208	4766
	12-13	136	95,2	11424	10455
	13-14	179	125,3	15036	13761
	14-15	183	128,1	15372	14068
Március	15-16	186	130,2	15624	14299
	16-17	112	78,4	9408	8610
	6-7	12	8,4	1008	923
	7-8	31	21,7	2604	2383
	8-9	50	35	4200	3844
	9-10	65	45,5	5460	4997
	10-11	74	51,8	6216	5689
	11-12	83	58,1	6972	6381
	12-13	216	151,2	18144	16605
Április	13-14	283	198,1	23772	21756
	14-15	324	226,8	27216	24908
	15-16	304	212,8	25536	23371
	16-17	245	171,5	20580	18835
	17-18	108	75,6	9072	8303
	5-6	12	8,4	1008	923
	6-7	32	22,4	2688	2460
	7-8	50	35	4200	3844
	8-9	66	46,2	5544	5074
Május	9-10	77	53,9	6468	5920
	10-11	87	60,9	7308	6688
	11-12	94	65,8	7896	7226
	12-13	263	184,1	22092	20219
	13-14	376	263,2	31584	28906
	14-15	460	322	38640	35363
	15-16	461	322,7	38724	35440
	16-17	422	295,4	35448	32442
	17-18	282	197,4	23688	21679
Június	18-19	16	11,2	1344	1230
	4-5	6	4,2	504	461
	5-6	27	18,9	2268	2076
	6-7	44	30,8	3696	3383
	7-8	63	44,1	5292	4843
	8-9	75	52,5	6300	5766
	9-10	87	60,9	7308	6688
	10-11	96	67,2	8064	7380
	11-12	103	72,1	8652	7918
Július	12-13	278	194,6	23352	21372
	13-14	378	264,6	31752	29059
	14-15	450	315	37800	34595
	15-16	469	328,3	39396	36055
	16-17	438	306,6	36792	33672
	17-18	320	224	26880	24601
	18-19	178	124,6	14952	13684
	4-5	11	7,7	924	846
	5-6	31	21,7	2604	2383
Augusztus	6-7	49	34,3	4116	3767
	7-8	63	44,1	5292	4843
	8-9	79	55,3	6636	6073
	9-10	92	64,4	7728	7073
	10-11	101	70,7	8484	7765
	11-12	103	72,1	8652	7918
	12-13	273	191,1	22932	20987
	13-14	382	267,4	32088	29367
	14-15	458	320,6	38472	35210
Szeptember	15-16	510	357	42840	39207
	16-17	485	339,5	40740	37285
	17-18	411	287,7	34524	31596
	18-19	234	163,8	19656	17989
	19-20	3	2,1	252	231

13.3. táblázat Nyugati tájolású bevilágítók megvilágítás értékei (január-június)

Hónap	Időpont	Tájolás (Nyugat)	Bevilágító $U_g = 0,7$	Megvilágítás ($1W/m^2 \approx 120(Lx)$)	Lounge belső udvari bevilágító (Lx)
Július	4-5	6	4,2	504	461
	5-6	24	16,8	2016	1845
	6-7	41	28,7	3444	3152
	7-8	58	40,6	4872	4459
	8-9	71	49,7	5964	5458
	9-10	81	56,7	6804	6227
	10-11	83	58,1	6972	6381
	11-12	90	63	7560	6919
	12-13	252	176,4	21168	19373
	13-14	377	263,9	31668	28983
	14-15	479	335,3	40236	36824
	15-16	545	381,5	45780	41898
	16-17	488	341,6	40992	37516
	17-18	389	272,3	32676	29905
	18-19	221	154,7	18564	16990
	19-20	2	1,4	168	154
Augusztus	4-5	0	0	0	0
	5-6	14	9,8	1176	1076
	6-7	33	23,1	2772	2537
	7-8	50	35	4200	3844
	8-9	62	43,4	5208	4766
	9-10	71	49,7	5964	5458
	10-11	78	54,6	6552	5996
	11-12	84	58,8	7056	6458
	12-13	250	175	21000	19219
	13-14	385	269,5	32340	29598
	14-15	466	326,2	39144	35825
	15-16	478	334,6	40152	36747
	16-17	448	313,6	37632	34441
	17-18	350	245	29400	26907
	18-19	118	82,6	9912	9071
Szeptember	5-6	3	2,1	252	231
	6-7	23	16,1	1932	1768
	7-8	39	27,3	3276	2998
	8-9	51	35,7	4284	3921
	9-10	59	41,3	4956	4536
	10-11	67	46,9	5628	5151
	11-12	73	51,1	6132	5612
	12-13	262	183,4	22008	20142
	13-14	364	254,8	30576	27983
	14-15	439	307,3	36876	33749
	15-16	447	312,9	37548	34364
	16-17	362	253,4	30408	27829
	17-18	144	100,8	12096	11070
Október	6-7	7	4,9	588	538
	7-8	24	16,8	2016	1845
	8-9	39	27,3	3276	2998
	9-10	50	35	4200	3844
	10-11	57	39,9	4788	4382
	11-12	84	58,8	7056	6458
	12-13	171	119,7	14364	13146
	13-14	225	157,5	18900	17297
	14-15	237	165,9	19908	18220
	15-16	191	133,7	16044	14683
	16-17	51	35,7	4284	3921
November	7-8	11	7,7	924	846
	8-9	28	19,6	2352	2153
	9-10	40	28	3360	3075
	10-11	48	33,6	4032	3690
	11-12	66	46,2	5544	5074
	12-13	177	123,9	14868	13607
	13-14	228	159,6	19152	17528
	14-15	233	163,1	19572	17912
	15-16	160	112	13440	12300
December	7-8	2	1,4	168	154
	8-9	18	12,6	1512	1384
	9-10	32	22,4	2688	2460
	10-11	41	28,7	3444	3152
	11-12	46	32,2	3864	3536
	12-13	159	111,3	13356	12223
	13-14	250	175	21000	19219
	14-15	255	178,5	21420	19604
	15-16	164	114,8	13776	12608

13.4. táblázat Nyugati tájolású bevilágítók megvilágítás értékei (július-december)

A Déli tájolású bevilágítók számításait összefoglaló táblázat:

Hónap	Időpont	Tájolás (Dél)	Bevilágító $U_g = 0,7$	Megvilágítás $1W/m^2 = 120(Lx)$	Lounge üvegajtó bevilágító (Lx)
Január	7-8	1	0,7	84	585
	8-9	25	17,5	2100	14637
	9-10	260	182	21840	152225
	10-11	380	266	31920	222482
	11-12	434	303,8	36456	254098
	12-13	430	301	36120	251756
	13-14	344	240,8	28896	201405
	14-15	250	175	21000	146370
	15-16	132	92,4	11088	77283
Február	16-17	1	0,7	84	585
	7-8	12	8,4	1008	7026
	8-9	202	141,4	16968	118267
	9-10	336	235,2	28224	196721
	10-11	416	291,2	34944	243560
	11-12	421	294,7	35364	246487
	12-13	373	261,1	31332	218384
	13-14	284	198,8	23856	166276
	14-15	205	143,5	17220	120023
Március	15-16	149	104,3	12516	87237
	16-17	58	40,6	4872	33958
	6-7	12	8,4	1008	7026
	7-8	143	100,1	12012	83724
	8-9	282	197,4	23688	165105
	9-10	414	289,8	34776	242389
	10-11	511	357,7	42924	299180
	11-12	564	394,8	47376	330211
	12-13	507	354,9	42588	296838
Április	13-14	390	273	32760	228337
	14-15	309	216,3	25956	180913
	15-16	200	140	16800	117096
	16-17	100	70	8400	58548
	17-18	14	9,8	1176	8197
	5-6	12	8,4	1008	7026
	6-7	54	37,8	4536	31616
	7-8	185	129,5	15540	108314
	8-9	316	221,2	26544	185012
Május	9-10	435	304,5	36540	254684
	10-11	510	357	42840	298595
	11-12	540	378	45360	316159
	12-13	508	355,6	42672	297424
	13-14	434	303,8	36456	254098
	14-15	350	245	29400	204918
	15-16	225	157,5	18900	131733
	16-17	113	79,1	9492	66159
	17-18	22	15,4	1848	12881
Június	18-19	2	1,4	168	1171
	4-5	6	4,2	504	3513
	5-6	27	18,9	2268	15808
	6-7	44	30,8	3696	25761
	7-8	151	105,7	12684	88407
	8-9	273	191,1	22932	159836
	9-10	366	256,2	30744	214286
	10-11	426	298,2	35784	249414
	11-12	448	313,6	37632	262295
Július	12-13	423	296,1	35532	247658
	13-14	360	252	30240	210773
	14-15	280	196	23520	163934
	15-16	180	126	15120	105386
	16-17	69	48,3	5796	40398
	17-18	34	23,8	2856	19906
	18-19	13	9,1	1092	7611
	4-5	11	7,7	924	6440
	5-6	31	21,7	2604	18150
Augusztus	6-7	49	34,3	4116	28689
	7-8	118	82,6	9912	69087
	8-9	226	158,2	18984	132318
	9-10	327	228,9	27468	191452
	10-11	398	278,6	33432	233021
	11-12	423	296,1	35532	247658
	12-13	405	283,5	34020	237119
	13-14	345	241,5	28980	201991
	14-15	266	186,2	22344	155738
Szeptember	15-16	172	120,4	14448	100703
	16-17	56	39,2	4704	32787
	17-18	41	28,7	3444	24005
	18-19	22	15,4	1848	12881
	19-20	3	2,1	252	1756

13.5. táblázat Déli tájolású bevilágítók megvilágítás értékei, (január-június)

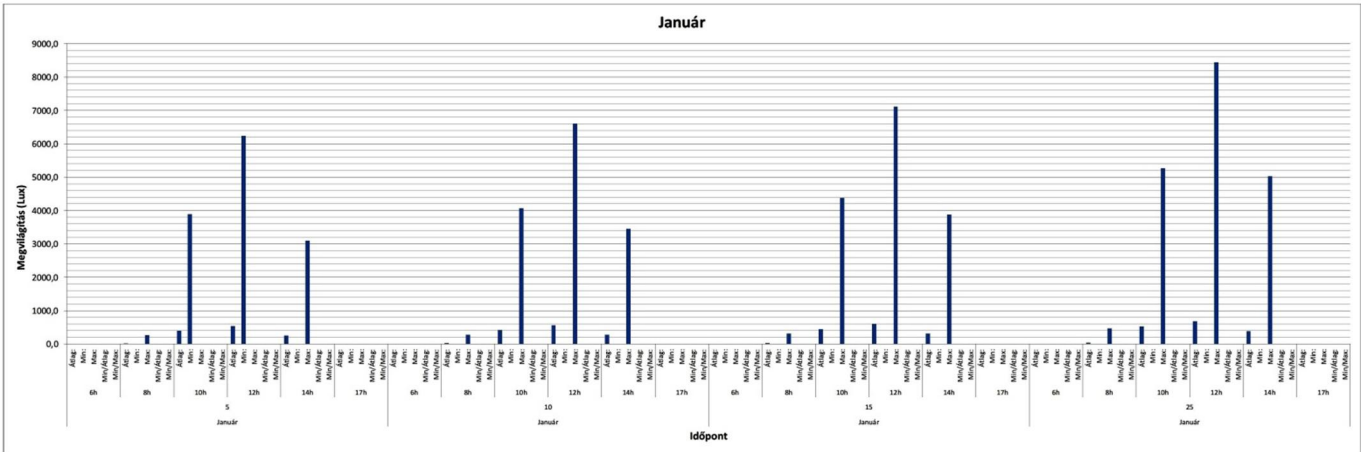
Hónap	Időpont	Tájolás (Dél)	Bevilágító $U_g = 0,7$	Megvilágítás $1W/m^2 = 120(Lx)$	Lounge üvegajtó bevilágító (Lx)
Július	4-5	6	4,2	504	3513
	5-6	24	16,8	2016	14052
	6-7	41	28,7	3444	24005
	7-8	116	81,2	9744	67916
	8-9	229	160,3	19236	134075
	9-10	327	228,9	27468	191452
	10-11	394	275,8	33096	230679
	11-12	427	298,9	35868	250000
	12-13	421	294,7	35364	246487
	13-14	367	256,9	30828	214871
	14-15	293	205,1	24612	171546
	15-16	196	137,2	16464	114754
	16-17	69	48,3	5796	40398
Augusztus	17-18	39	27,3	3276	22834
	18-19	19	13,3	1596	11124
	19-20	2	1,4	168	1171
	4-5	0	0	0	0
	5-6	14	9,8	1176	8197
	6-7	40	28	3360	23419
	7-8	153	107,1	12852	89578
	8-9	285	199,5	23940	166862
	9-10	402	281,4	33768	235363
	10-11	473	331,1	39732	276932
	11-12	496	347,2	41664	290398
	12-13	480	336	40320	281030
	13-14	428	299,6	35952	250585
Szeptember	14-15	331	231,7	27804	193794
	15-16	213	149,1	17892	124707
	16-17	102	71,4	8568	59719
	17-18	26	18,2	2184	15222
	18-19	7	4,9	588	4098
	5-6	3	2,1	252	1756
	6-7	49	34,3	4116	28689
	7-8	209	146,3	17556	122365
	8-9	366	256,2	30744	214286
	9-10	495	346,5	41580	289813
	10-11	581	406,7	48804	340164
	11-12	590	413	49560	345433
	12-13	540	378	45360	316159
Október	13-14	442	309,4	37128	258782
	14-15	352	246,4	29568	206089
	15-16	230	161	19320	134660
	16-17	102	71,4	8568	59719
	17-18	8	5,6	672	4684
	6-7	7	4,9	588	4098
	7-8	101	70,7	8484	59133
	8-9	232	162,4	19488	135831
	9-10	329	230,3	27636	192623
	10-11	383	268,1	32172	224239
	11-12	380	266	31920	222482
	12-13	336	235,2	28224	196721
	13-14	295	206,5	24780	172717
November	14-15	218	152,6	18312	127635
	15-16	121	84,7	10164	70843
	16-17	20	14	1680	11710
	7-8	11	7,7	924	6440
	8-9	219	153,3	18396	128220
	9-10	388	271,6	32592	227166
	10-11	483	338,1	40572	282787
	11-12	490	343	41160	286885
	12-13	451	315,7	37884	264051
	13-14	352	246,4	29568	206089
	14-15	245	171,5	20580	143443
	15-16	114	79,8	9576	66745
December	7-8	2	1,4	168	1171
	8-9	18	12,6	1512	10539
	9-10	346	242,2	29064	202576
	10-11	449	314,3	37716	262881
	11-12	497	347,9	41748	290984
	12-13	505	353,5	42420	295667
	13-14	455	318,5	38220	266393
	14-15	305	213,5	25620	178571
	15-16	134	93,8	11256	78454

13.6. táblázat Déli tájolású bevilágítók megvilágítás értékei (július-december)

13.2. Alagsori közlekedő DIALux evo modell fotometriai számításai

Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)		Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)	
Január	5	6h	Átlag:	0,0	Január	15	6h	Átlag:	0
			Min:	0,0				Min:	0
			Max:	0,0				Max:	0
			Min/Átlag:	0,0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0,0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	23,4			8h	Átlag:	29
			Min:	0,2				Min:	0,11
			Max:	263,0				Max:	315
			Min/Átlag:	0,0				Min/Átlag:	0,004
			Min/Max:	0,0				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	400			10h	Átlag:	446
			Min:	3896				Min:	1,31
			Max:	1,81				Max:	4379
			Min/Átlag:	0,005				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0,005				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	538			12h	Átlag:	595
			Min:	6236				Min:	0
			Max:	1,45				Max:	7109
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	251			14h	Átlag:	309
			Min:	0,28				Min:	0
			Max:	3103				Max:	3879
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	0			17h	Átlag:	0
			Min:	0				Min:	0
			Max:	0				Max:	0
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
Január	10	6h	Átlag:	0	Január	25	6h	Átlag:	0
			Min:	0				Min:	0
			Max:	0				Max:	0
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	25,3			8h	Átlag:	44,4
			Min:	0,17				Min:	0,12
			Max:	281				Max:	463
			Min/Átlag:	0,007				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0,001				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	419			10h	Átlag:	524
			Min:	2,48				Min:	1,73
			Max:	4075				Max:	5266
			Min/Átlag:	0,006				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0,001				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	563			12h	Átlag:	677
			Min:	0,97				Min:	2,25
			Max:	6606				Max:	8440
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	277			14h	Átlag:	390
			Min:	0,3				Min:	0,51
			Max:	3452				Max:	5028
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,001
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	0			17h	Átlag:	0
			Min:	0				Min:	0
			Max:	0				Max:	0
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0

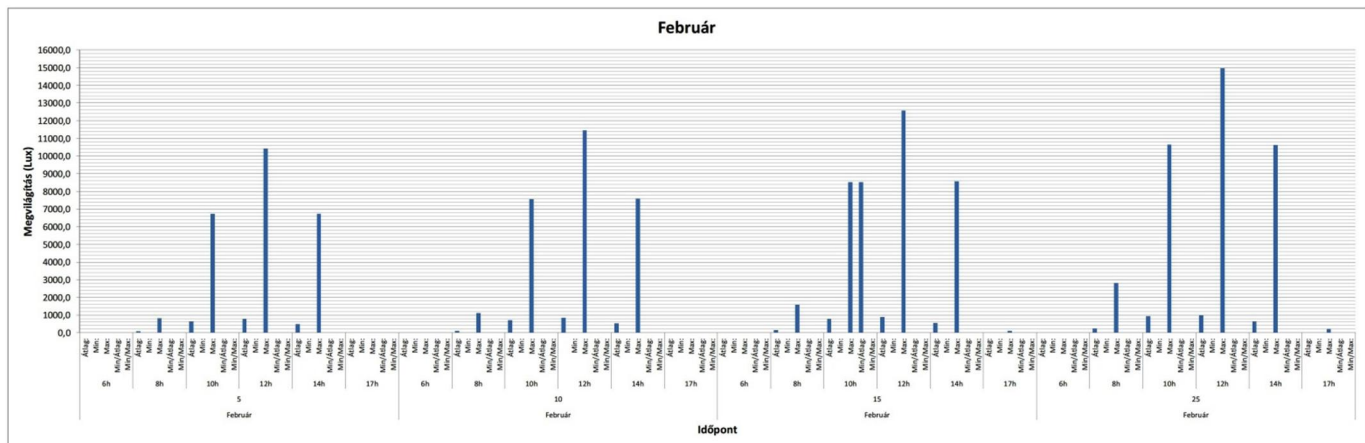
13.7. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (január)



13.1. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (január)

Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)		Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)	
Február	5	6h	Átlag:	0,0	Február	15	6h	Átlag:	0
			Min:	0,0				Min:	0
			Max:	0,0				Max:	0
			Min/Átlag:	0,0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0,0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	82,2			8h	Átlag:	143
			Min:	0,7				Min:	1,55
			Max:	814,0				Max:	1584
			Min/Átlag:	0,008				Min/Átlag:	0,011
			Min/Max:	0,0				Min/Max:	0,001
		10h	Átlag:	648			10h	Átlag:	788
			Min:	6,31				Min:	3,99
			Max:	6743				Max:	8527
			Min/Átlag:	0,01				Min/Átlag:	8527
			Min/Max:	0,001				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	787			12h	Átlag:	892
			Min:	0				Min:	2,32
			Max:	10414				Max:	12584
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	480			14h	Átlag:	565
			Min:	0				Min:	0,49
			Max:	6722				Max:	8559
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,001
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	0			17h	Átlag:	6,57
			Min:	0				Min:	0,053
			Max:	0				Max:	103
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,008
			Min/Max:	0				Min/Max:	0,001
Február	10	6h	Átlag:	0	Február	25	6h	Átlag:	0
			Min:	0				Min:	0
			Max:	0				Max:	0
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	109			8h	Átlag:	232
			Min:	0,38				Min:	1,81
			Max:	1123				Max:	2817
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,008
			Min/Max:	0				Min/Max:	0,001
		10h	Átlag:	717			10h	Átlag:	933
			Min:	0,51				Min:	2,99
			Max:	7570				Max:	10648
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	839			12h	Átlag:	990
			Min:	3,07				Min:	1,89
			Max:	11457				Max:	14975
			Min/Átlag:	0,004				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	522			14h	Átlag:	645
			Min:	0,37				Min:	2,26
			Max:	7593				Max:	10615
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,004
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	0			17h	Átlag:	14,2
			Min:	0				Min:	0,078
			Max:	0				Max:	223
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,005
			Min/Max:	0				Min/Max:	0

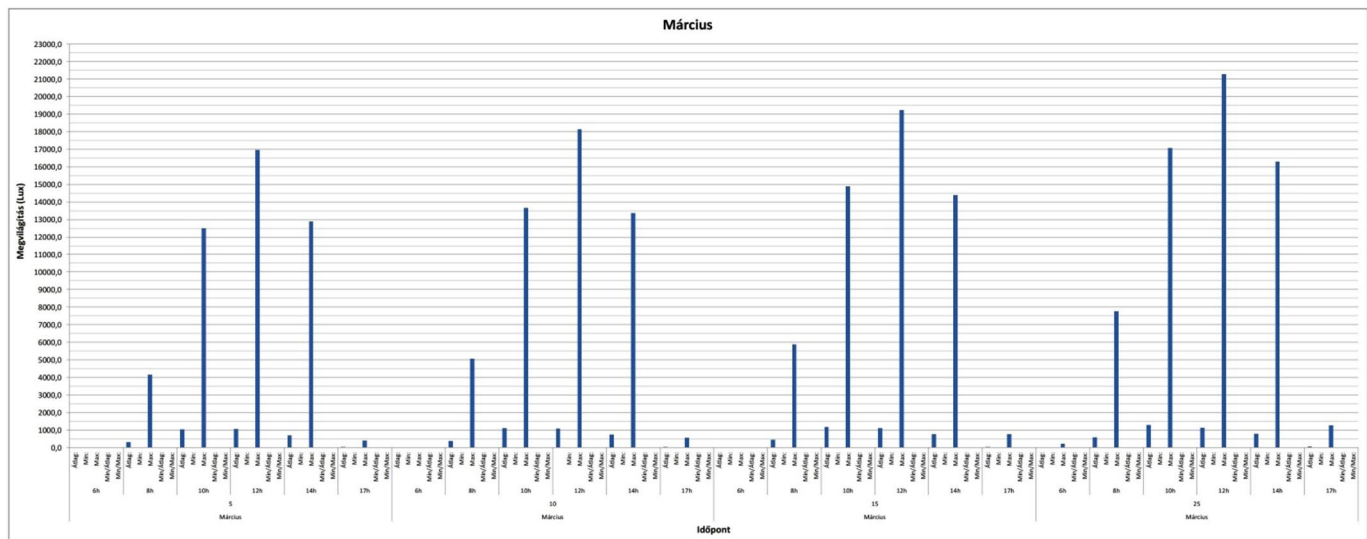
13.8. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (február)



13.2. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (február)

Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)		Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)	
Március	5	6h	Átlag:	0,0	Március	15	6h	Átlag:	0
			Min:	0,0				Min:	0
			Max:	0,0				Max:	0
			Min/Átlag:	0,0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0,0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	319,0			8h	Átlag:	446
			Min:	3,4				Min:	0,91
			Max:	4142,0				Max:	5874
			Min/Átlag:	0,011				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0,001				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	1046			10h	Átlag:	1173
			Min:	2,81				Min:	3,61
			Max:	12493				Max:	14897
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	1055			12h	Átlag:	1111
			Min:	3,71				Min:	1,98
			Max:	16956				Max:	19235
			Min/Átlag:	0,004				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	703			14h	Átlag:	759
			Min:	0				Min:	1,19
			Max:	12885				Max:	14399
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	25,6			17h	Átlag:	46,1
			Min:	0				Min:	0,14
			Max:	394				Max:	753
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
Március	10	6h	Átlag:	0	Március	25	6h	Átlag:	19,7
			Min:	0				Min:	0,03
			Max:	0				Max:	219
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	380			8h	Átlag:	582
			Min:	0,63				Min:	1,95
			Max:	5064				Max:	7761
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	1112			10h	Átlag:	1276
			Min:	2,85				Min:	0
			Max:	13668				Max:	17075
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	1087			12h	Átlag:	1131
			Min:	3,5				Min:	2,24
			Max:	18142				Max:	21271
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	733			14h	Átlag:	794
			Min:	0,76				Min:	1,27
			Max:	13358				Max:	16304
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	35,1			17h	Átlag:	63,9
			Min:	0,21				Min:	0,11
			Max:	555				Max:	1275
			Min/Átlag:	0,006				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0

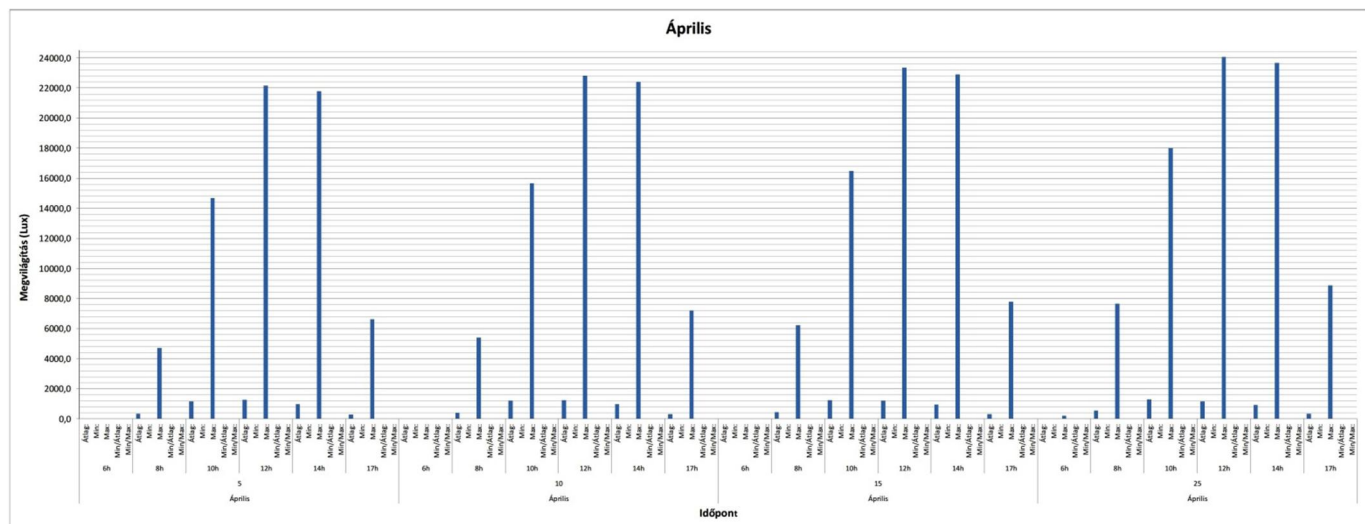
13.9. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (március)



13.3. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (március)

Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)		Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)	
Április	5	6h	Átlag:	0,0	Április	15	6h	Átlag:	0
			Min:	0,0				Min:	0
			Max:	0,0				Max:	0
			Min/Átlag:	0,0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0,0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	338,0			8h	Átlag:	446
			Min:	0,0				Min:	0,84
			Max:	4713				Max:	6219
			Min/Átlag:	0,000				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0,000				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	1160			10h	Átlag:	1241
			Min:	6,21				Min:	4,69
			Max:	14687				Max:	16473
			Min/Átlag:	0,005				Min/Átlag:	0,004
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	1254			12h	Átlag:	1214
			Min:	3,58				Min:	1,07
			Max:	22145				Max:	23360
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,001
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	982			14h	Átlag:	956
			Min:	1,77				Min:	1,59
			Max:	21777				Max:	22909
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	293			17h	Átlag:	311
			Min:	0,52				Min:	0,56
			Max:	6628				Max:	7784
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
Április	10	6h	Átlag:	0	Április	25	6h	Átlag:	17,1
			Min:	0				Min:	0,087
			Max:	0				Max:	196
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,005
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	392			8h	Átlag:	543
			Min:	1,83				Min:	2,1
			Max:	5392				Max:	7662
			Min/Átlag:	0,005				Min/Átlag:	0,004
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	1204			10h	Átlag:	1296
			Min:	4,12				Min:	4,48
			Max:	15668				Max:	17987
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	1237			12h	Átlag:	1150
			Min:	3,55				Min:	5,72
			Max:	22820				Max:	24079
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,005
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	971			14h	Átlag:	915
			Min:	1,63				Min:	1,55
			Max:	22397				Max:	23676
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	304			17h	Átlag:	324
			Min:	0,82				Min:	0
			Max:	7213				Max:	8884
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0

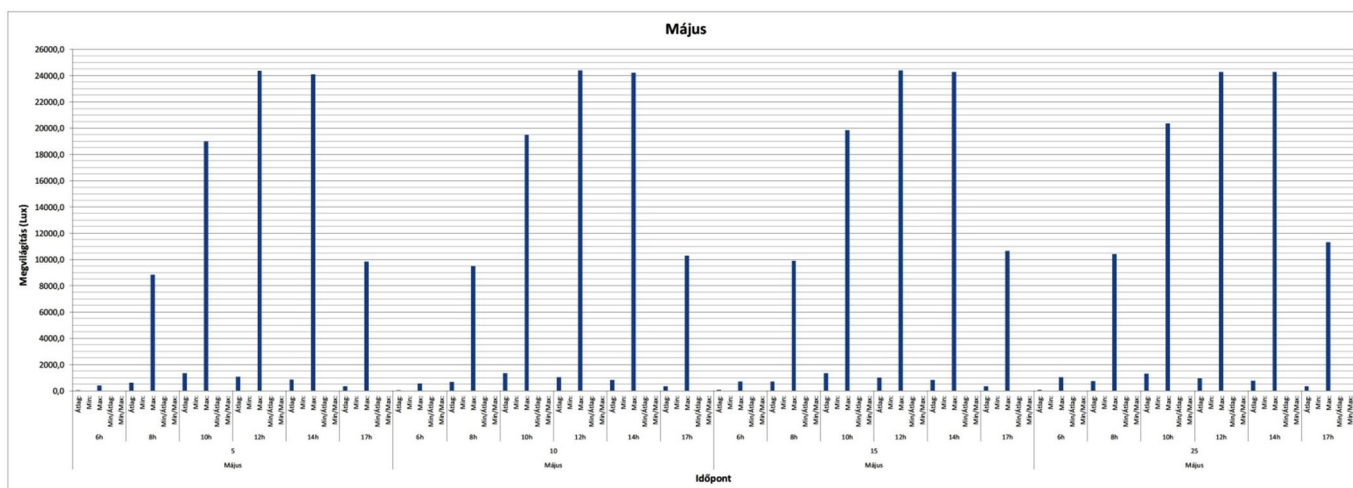
13.10. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (április)



13.4. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (április)

Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)		Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)	
Május	5	6h	Átlag:	36,9	Május	15	6h	Átlag:	62,1
			Min:	0,1				Min:	0,36
			Max:	393,0				Max:	706
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,006
			Min/Max:	0,0				Min/Max:	0,001
		8h	Átlag:	627,0			8h	Átlag:	693
			Min:	1,5				Min:	1,68
			Max:	8840				Max:	9891
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0,000				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	1326			10h	Átlag:	1324
			Min:	3,59				Min:	0
			Max:	18998				Max:	19858
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	1077			12h	Átlag:	1006
			Min:	2,65				Min:	2,53
			Max:	24378				Max:	24410
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	865			14h	Átlag:	816
			Min:	0,95				Min:	1,31
			Max:	24094				Max:	24288
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	335			17h	Átlag:	343
			Min:	0,38				Min:	1,35
			Max:	9850				Max:	10641
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,004
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
Május	10	6h	Átlag:	49,4	Május	25	6h	Átlag:	85,5
			Min:	0,42				Min:	0,14
			Max:	539				Max:	1042
			Min/Átlag:	0,009				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	662			8h	Átlag:	736
			Min:	3,54				Min:	2,47
			Max:	9514				Max:	10412
			Min/Átlag:	0,005				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	1325			10h	Átlag:	1313
			Min:	1,12				Min:	3,15
			Max:	19490				Max:	20351
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	1040			12h	Átlag:	947
			Min:	2,87				Min:	0,92
			Max:	24409				Max:	24264
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,001
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	840			14h	Átlag:	771
			Min:	2,68				Min:	2,27
			Max:	24220				Max:	24262
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	339			17h	Átlag:	349
			Min:	0,41				Min:	0,43
			Max:	10285				Max:	11305
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,001
			Min/Max:	0				Min/Max:	0

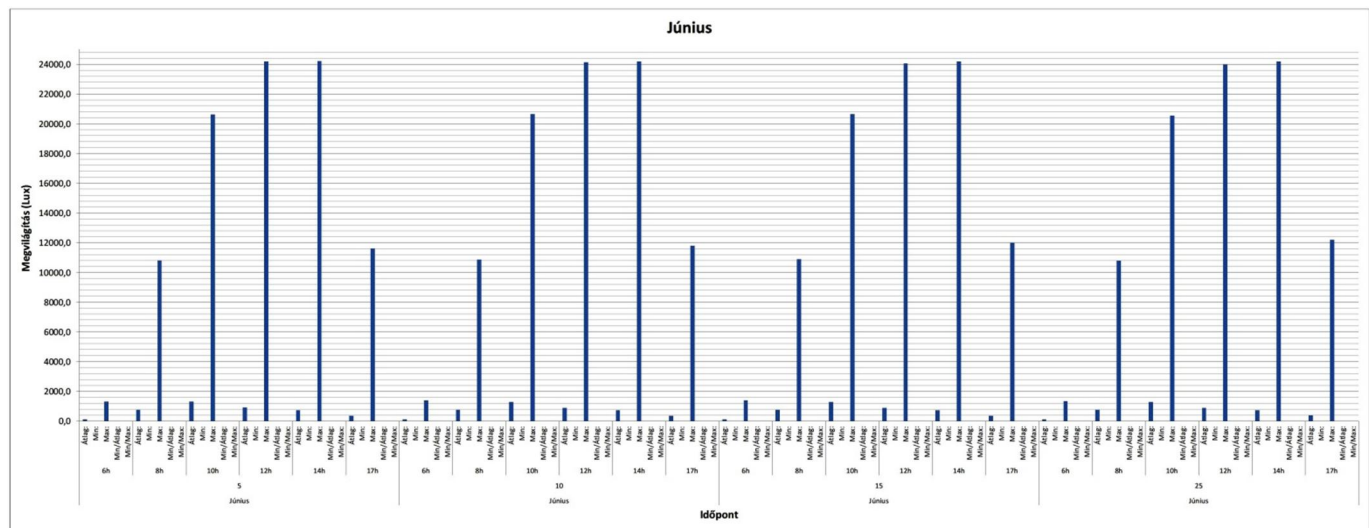
13.11. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (május)



13.5. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (május)

Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)		Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)	
Június	5	6h	Átlag:	103,0	Június	15	6h	Átlag:	108
			Min:	0,1				Min:	0
			Max:	1306,0				Max:	1401
			Min/Átlag:	0,0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0,0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	762,0			8h	Átlag:	765
			Min:	1,7				Min:	2,59
			Max:	10810				Max:	10903
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0,000				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	1300			10h	Átlag:	1291
			Min:	3,40				Min:	4,11
			Max:	20641				Max:	20659
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	902			12h	Átlag:	883
			Min:	2,22				Min:	3,79
			Max:	24201				Max:	24069
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,004
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	736			14h	Átlag:	718
			Min:	0				Min:	2,8
			Max:	24222				Max:	24189
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,004
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	356			17h	Átlag:	363
			Min:	1,04				Min:	1,54
			Max:	11610				Max:	12000
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,004
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
Június	10	6h	Átlag:	107	Június	25	6h	Átlag:	103
			Min:	0,24				Min:	0,13
			Max:	1387				Max:	1339
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,001
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	765			8h	Átlag:	752
			Min:	2,99				Min:	2,06
			Max:	10868				Max:	10780
			Min/Átlag:	0,004				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	1295			10h	Átlag:	1287
			Min:	1,39				Min:	2,35
			Max:	20644				Max:	20546
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	890			12h	Átlag:	887
			Min:	2,33				Min:	0,83
			Max:	24139				Max:	23989
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,001
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	725			14h	Átlag:	715
			Min:	1,56				Min:	0
			Max:	24195				Max:	24183
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	359			17h	Átlag:	369
			Min:	1				Min:	0,7
			Max:	11797				Max:	12207
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0

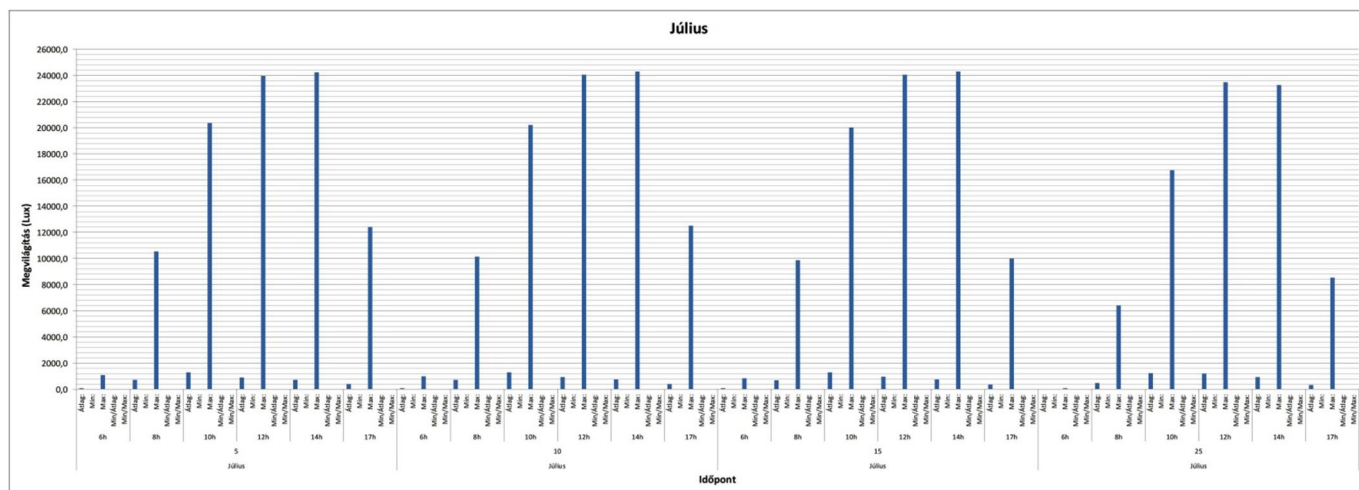
13.12. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (június)



13.6. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (június)

Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)		Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)	
Július	5	6h	Átlag:	90,4	Július	15	6h	Átlag:	71,7
			Min:	0,6				Min:	0,25
			Max:	1094,0				Max:	840
			Min/Átlag:	0,006				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0,001				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	725,0			8h	Átlag:	687
			Min:	0,0				Min:	5,77
			Max:	10537				Max:	9874
			Min/Átlag:	0,000				Min/Átlag:	0,008
			Min/Max:	0,000				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	1289			10h	Átlag:	1293
			Min:	2,93				Min:	4,21
			Max:	20366				Max:	20013
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	911			12h	Átlag:	954
			Min:	2,48				Min:	2,93
			Max:	23963				Max:	24044
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	729			14h	Átlag:	754
			Min:	2,24				Min:	0
			Max:	24249				Max:	24291
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	375			17h	Átlag:	357
			Min:	0,64				Min:	0
			Max:	12420				Max:	10008
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
Július	10	6h	Átlag:	81,6	Július	25	6h	Átlag:	8,31
			Min:	0,0093				Min:	0,017
			Max:	980				Max:	96,2
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	708			8h	Átlag:	465
			Min:	3,02				Min:	1,77
			Max:	10132				Max:	6430
			Min/Átlag:	0,004				Min/Átlag:	0,004
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	1290			10h	Átlag:	1248
			Min:	6,15				Min:	5,45
			Max:	20196				Max:	16744
			Min/Átlag:	0,005				Min/Átlag:	0,004
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	930			12h	Átlag:	1197
			Min:	1,74				Min:	0
			Max:	24072				Max:	23489
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	741			14h	Átlag:	943
			Min:	0				Min:	1,28
			Max:	24298				Max:	23270
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,001
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	378			17h	Átlag:	330
			Min:	1,01				Min:	0,6
			Max:	12508				Max:	8553
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0

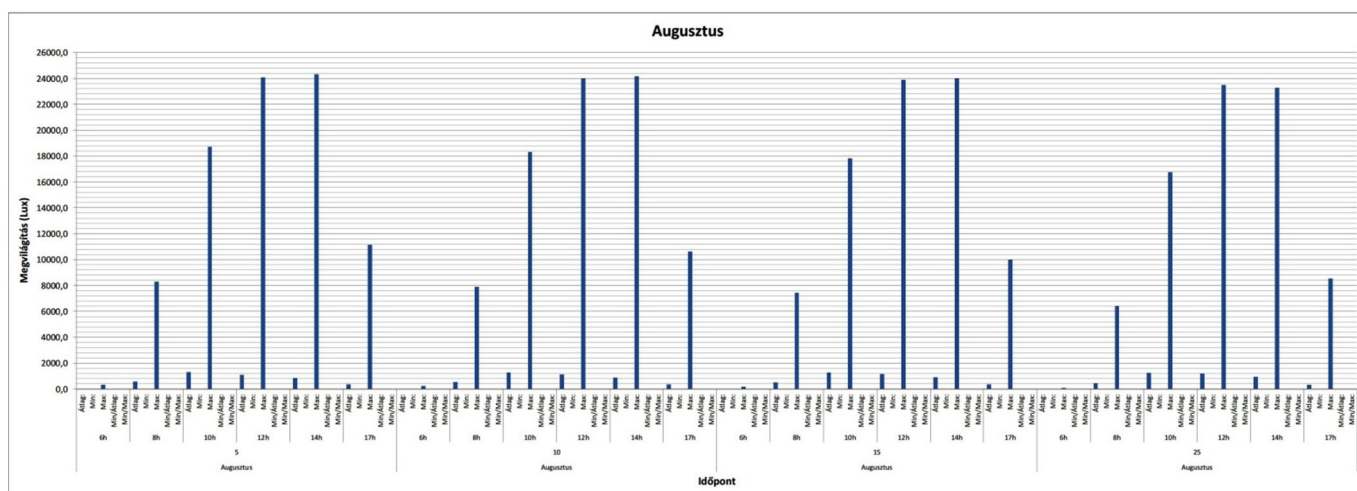
13.13. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (július)



13.7. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (július)

Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)		Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)	
Augusztus	5	6h	Átlag:	29,9	Augusztus	15	6h	Átlag:	16,2
			Min:	0,2				Min:	0
			Max:	325,0				Max:	186
			Min/Átlag:	0,007				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0,001				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	581,0			8h	Átlag:	523
			Min:	1,5				Min:	5,45
			Max:	8282				Max:	7437
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,01
			Min/Max:	0,000				Min/Max:	0,001
		10h	Átlag:	1300			10h	Átlag:	1281
			Min:	2,65				Min:	4,55
			Max:	18731				Max:	17836
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,004
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	1081			12h	Átlag:	1145
			Min:	3,53				Min:	3,27
			Max:	24079				Max:	23902
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	853			14h	Átlag:	902
			Min:	4,87				Min:	1,59
			Max:	24314				Max:	24014
			Min/Átlag:	0,006				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
	10	17h	Átlag:	373			17h	Átlag:	357
			Min:	0				Min:	0
			Max:	11154				Max:	10008
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		6h	Átlag:	22,3		25	6h	Átlag:	8,31
			Min:	0,17				Min:	0,017
			Max:	250				Max:	96,2
			Min/Átlag:	0,008				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0,001				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	552			8h	Átlag:	465
			Min:	0,76				Min:	1,77
			Max:	7899				Max:	6430
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,004
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	1291			10h	Átlag:	1248
			Min:	0				Min:	5,45
			Max:	18310				Max:	16744
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,004
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	1114			12h	Átlag:	1197
			Min:	0				Min:	0
			Max:	24032				Max:	23489
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	878			14h	Átlag:	943
			Min:	1,47				Min:	1,28
			Max:	24171				Max:	23270
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,001
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
	17h	17h	Átlag:	366			17h	Átlag:	330
			Min:	0				Min:	0,6
			Max:	10640				Max:	8553
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0

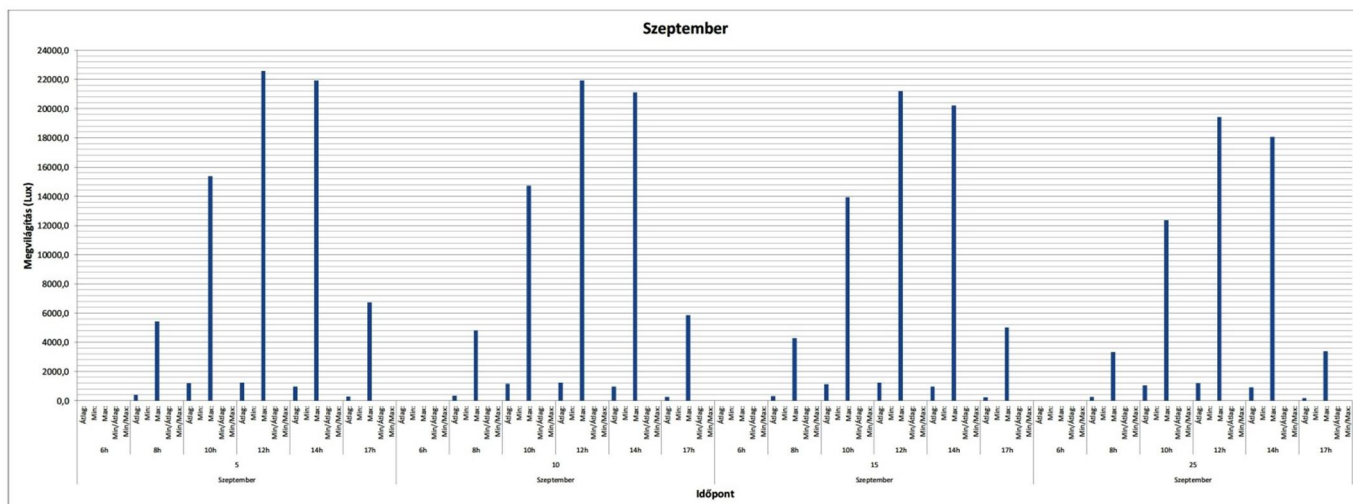
13.14. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (augusztus)



13.8. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (augusztus)

Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)		Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)	
Szeptember	5	6h	Átlag:	0,0	Szeptember	15	6h	Átlag:	0
			Min:	0,0				Min:	0
			Max:	0,0				Max:	0
			Min/Átlag:	0,0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0,0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	388,0			8h	Átlag:	319
			Min:	3,87				Min:	1,96
			Max:	5416				Max:	4294
			Min/Átlag:	0,010				Min/Átlag:	0,006
			Min/Max:	0,001				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	1197			10h	Átlag:	1126
			Min:	2,46				Min:	3,29
			Max:	15385				Max:	13934
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	1232			12h	Átlag:	1235
			Min:	6,25				Min:	2,99
			Max:	22585				Max:	21180
			Min/Átlag:	0,005				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	965			14h	Átlag:	959
			Min:	0				Min:	0
			Max:	21940				Max:	20220
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	288			17h	Átlag:	239
			Min:	0				Min:	0
			Max:	6725				Max:	5019
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
Szeptember	10	6h	Átlag:	0	Szeptember	25	6h	Átlag:	0
			Min:	0				Min:	0
			Max:	0				Max:	0
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	353			8h	Átlag:	248
			Min:	2,07				Min:	1,68
			Max:	4809				Max:	3328
			Min/Átlag:	0,006				Min/Átlag:	0,007
			Min/Max:	0				Min/Max:	0,001
		10h	Átlag:	1165			10h	Átlag:	1038
			Min:	0				Min:	2,9
			Max:	14733				Max:	12363
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	1237			12h	Átlag:	1207
			Min:	2,7				Min:	2,6
			Max:	21930				Max:	19429
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	967			14h	Átlag:	925
			Min:	1,01				Min:	0,88
			Max:	21118				Max:	18075
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,001
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	265			17h	Átlag:	184
			Min:	0				Min:	0,33
			Max:	5864				Max:	3394
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0

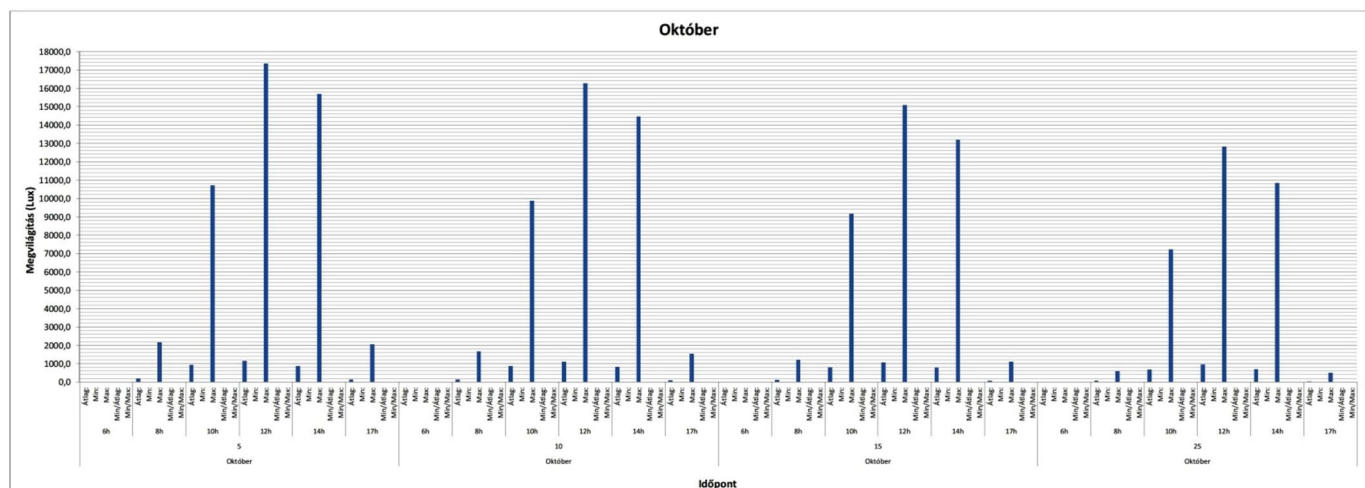
13.15. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (szeptember)



13.9. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (szeptember)

Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)		Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)	
Október	5	6h	Átlag:	0,0	Október	15	6h	Átlag:	0
			Min:	0,0				Min:	0
			Max:	0,0				Max:	0
			Min/Átlag:	0,0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0,0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	177,0			8h	Átlag:	113
			Min:	1,1				Min:	1,1
			Max:	2158				Max:	1221
			Min/Átlag:	0,006				Min/Átlag:	0,01
			Min/Max:	0,001				Min/Max:	0,001
		10h	Átlag:	934			10h	Átlag:	810
			Min:	2,42				Min:	0
			Max:	10702				Max:	9156
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	1147			12h	Átlag:	1061
			Min:	3,78				Min:	1,09
			Max:	17352				Max:	15090
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,001
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	864			14h	Átlag:	781
			Min:	0				Min:	3,43
			Max:	15692				Max:	13188
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,004
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	127			17h	Átlag:	73,3
			Min:	0				Min:	0,13
			Max:	2059				Max:	1105
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
Október	10	6h	Átlag:	0	Október	25	6h	Átlag:	0
			Min:	0				Min:	0
			Max:	0				Max:	0
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	143			8h	Átlag:	60,7
			Min:	0,71				Min:	0,45
			Max:	1666				Max:	593
			Min/Átlag:	0,005				Min/Átlag:	0,007
			Min/Max:	0				Min/Max:	0,001
		10h	Átlag:	875			10h	Átlag:	679
			Min:	2,58				Min:	4,1
			Max:	9866				Max:	7230
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,006
			Min/Max:	0				Min/Max:	0,001
		12h	Átlag:	1109			12h	Átlag:	958
			Min:	2,14				Min:	0
			Max:	16259				Max:	12821
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	825			14h	Átlag:	691
			Min:	1,25				Min:	1,31
			Max:	14451				Max:	10831
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	99,4			17h	Átlag:	35,4
			Min:	0,55				Min:	0
			Max:	1538				Max:	496
			Min/Átlag:	0,006				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0

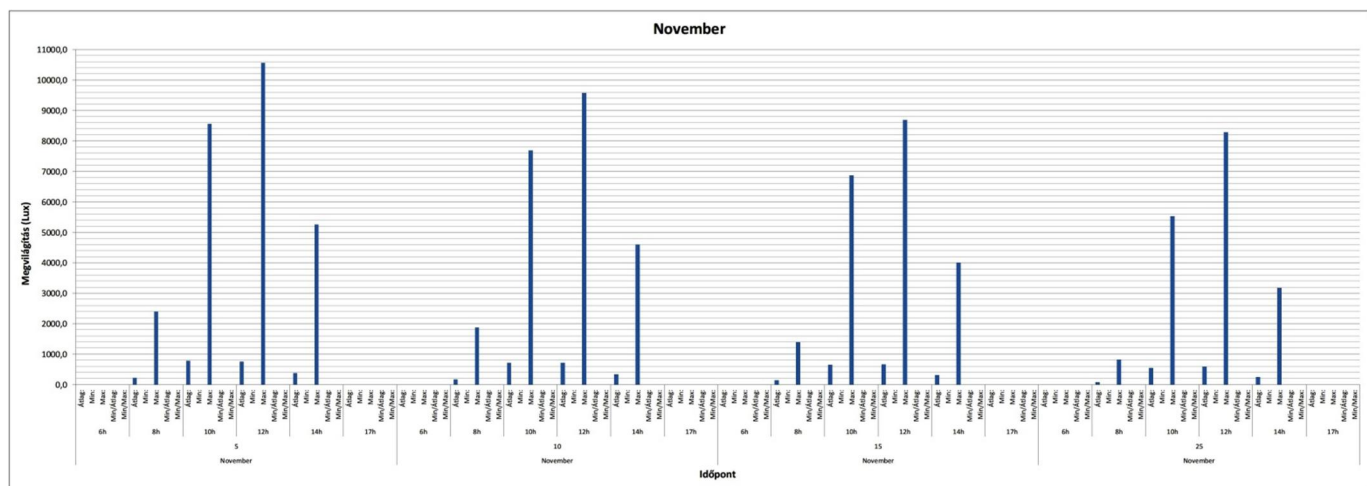
13.16. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (október)



13.10. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (október)

Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)		Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)	
November	5	6h	Átlag:	0,0	November	15	6h	Átlag:	0
			Min:	0,0				Min:	0
			Max:	0,0				Max:	0
			Min/Átlag:	0,0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0,0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	218,0			8h	Átlag:	141
			Min:	1,07				Min:	0,69
			Max:	2400				Max:	1395
			Min/Átlag:	0,005				Min/Átlag:	0,005
			Min/Max:	0,000				Min/Max:	0
		10h	Átlag:	776,0			10h	Átlag:	654
			Min:	3,91				Min:	1,87
			Max:	8562,0				Max:	6873
			Min/Átlag:	0,005				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0,0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	758			12h	Átlag:	667
			Min:	0,79				Min:	1,65
			Max:	10560				Max:	8697
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,002
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	381			14h	Átlag:	309
			Min:	0				Min:	0,25
			Max:	5261				Max:	4011
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0,001
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	0			17h	Átlag:	0
			Min:	0				Min:	0
			Max:	0				Max:	0
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
November	10	6h	Átlag:	0	November	25	6h	Átlag:	0
			Min:	0				Min:	0
			Max:	0				Max:	0
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	177			8h	Átlag:	83,9
			Min:	0,95				Min:	0,55
			Max:	1869				Max:	818
			Min/Átlag:	0,005				Min/Átlag:	0,007
			Min/Max:	0,001				Min/Max:	0,001
		10h	Átlag:	713			10h	Átlag:	549
			Min:	4,13				Min:	1,83
			Max:	7686				Max:	5529
			Min/Átlag:	0,006				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0,001				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	711			12h	Átlag:	590
			Min:	0,54				Min:	2,03
			Max:	9570				Max:	8287
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	345			14h	Átlag:	251
			Min:	0,83				Min:	0
			Max:	4590				Max:	3174
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	0			17h	Átlag:	0
			Min:	0				Min:	0
			Max:	0				Max:	0
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0

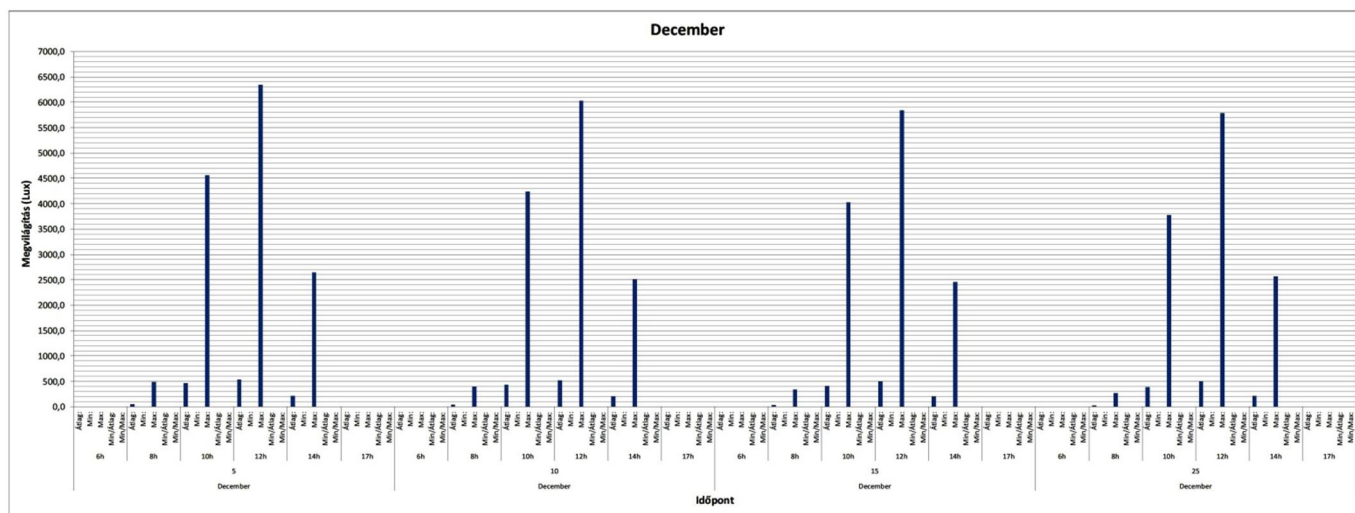
13.17. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (november)



13.11. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (november)

Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)		Hónap	Nap	Időpont	Számítási eredmények (Lx)	
December	5	6h	Átlag:	0,0	December	15	6h	Átlag:	0
			Min:	0,0				Min:	0
			Max:	0,0				Max:	0
			Min/Átlag:	0,0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0,0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	48,9			8h	Átlag:	31,3
			Min:	0,4				Min:	0,18
			Max:	491				Max:	336
			Min/Átlag:	0,008				Min/Átlag:	0,006
			Min/Max:	0,001				Min/Max:	0,001
		10h	Átlag:	462			10h	Átlag:	407
			Min:	2,44				Min:	3,89
			Max:	4559				Max:	4025
			Min/Átlag:	0,005				Min/Átlag:	0,01
			Min/Max:	0,001				Min/Max:	0,001
		12h	Átlag:	536			12h	Átlag:	507
			Min:	1,56				Min:	0,59
			Max:	6347				Max:	5845
			Min/Átlag:	0,003				Min/Átlag:	0,001
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	217			14h	Átlag:	205
			Min:	0,41				Min:	0,58
			Max:	2646				Max:	2460
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	0			17h	Átlag:	0
			Min:	0				Min:	0
			Max:	0				Max:	0
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
December	10	6h	Átlag:	0	December	25	6h	Átlag:	0
			Min:	0				Min:	0
			Max:	0				Max:	0
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		8h	Átlag:	38,3			8h	Átlag:	24,1
			Min:	0,46				Min:	0,33
			Max:	395				Max:	271
			Min/Átlag:	0,012				Min/Átlag:	0,014
			Min/Max:	0,001				Min/Max:	0,001
		10h	Átlag:	431			10h	Átlag:	385
			Min:	0,8				Min:	1,78
			Max:	4239				Max:	3777
			Min/Átlag:	0,002				Min/Átlag:	0,005
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		12h	Átlag:	518			12h	Átlag:	506
			Min:	1,9				Min:	1,43
			Max:	6027				Max:	5787
			Min/Átlag:	0,004				Min/Átlag:	0,003
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		14h	Átlag:	208			14h	Átlag:	215
			Min:	0,21				Min:	0,2
			Max:	2510				Max:	2571
			Min/Átlag:	0,001				Min/Átlag:	0,001
			Min/Max:	0				Min/Max:	0
		17h	Átlag:	0			17h	Átlag:	0
			Min:	0				Min:	0
			Max:	0				Max:	0
			Min/Átlag:	0				Min/Átlag:	0
			Min/Max:	0				Min/Max:	0

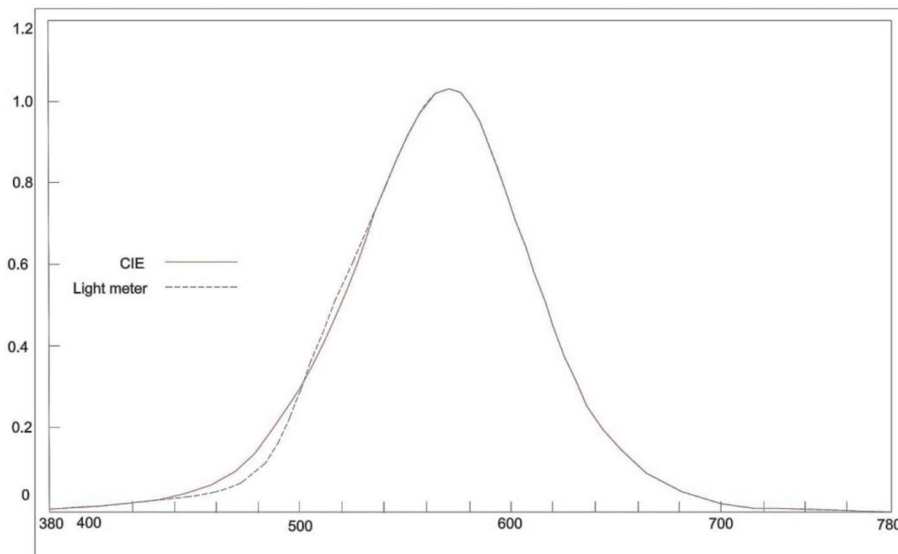
13.18. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (december)



13.12. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (december)

13.3. Alagsori közlekedőn kézi megvilágításmérővel végzett mérések

Az alagsori közlekedőn a 13.13. ábra szerinti $V(\lambda)$ görbével rendelkező műszerrel végeztem a fotometriai méréseket, különböző időpontokban. Horizontális megvilágítás méréseket végeztem a közlekedő oldal bevilágítóin, és a megvilágítási szintméréseket közlekedő padlószintjén.



13.13. ábra A fotometriai mérésekhez használt kézi megvilágításmérő $v(\lambda)$ görbéje.

A kézi megvilágításmérő műszer elektromos paraméterei:

- Szenzor: fotodióda;
- Mérési gyakoriság: 2/mp;
- $\pm 3\% < 2000 \text{ Lux}$;
- $\pm 4\% > 2000 \text{ Lux}$.

Az elvégzett megvilágítás mérések feldolgozása során az eredményeket megjelenítő grafikonokon, használtam egy trendvonalat, mely trendvonal azt mutatja meg, hogy a mérési eredmények, milyen mértékben vannak lineáris kapcsolatban a trendvonal jellegével. Ennek a kapcsolatnak az erősségét mutatja az R^2 mint mutatószám, melyet korrelációs együtthatónak is hívnak.

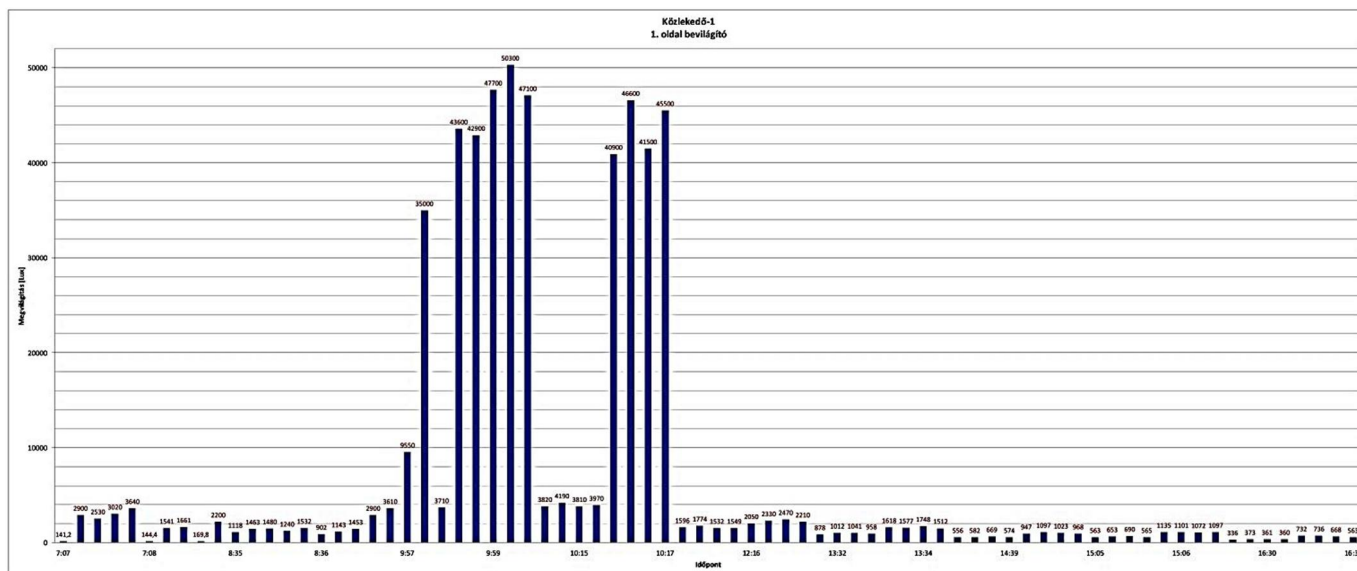
Ha az $R = 1$, akkor az x és y között determinisztikus, függvényszerű lineáris kapcsolat van. Ez azt jelenti, ha ismerjük x értékét, akkor meg tudjuk határozni y értékét is. A kapcsolat megítélésének erősségére az alábbi értékek az iránymutatók:

$$\begin{aligned} |R_{x,y}| = 0,0 &\rightarrow \text{a kapcsolat hiánya} \\ 0,01 \leq |R_{x,y}| \leq 0,3 &\rightarrow \text{a kapcsolat gyenge} \\ 0,31 \leq |R_{x,y}| \leq 0,49 &\rightarrow \text{a kapcsolat közepesnél gyengébb} \\ |R_{x,y}| \cong 0,5 &\rightarrow \text{a kapcsolat közepes} \\ 0,51 \leq |R_{x,y}| \leq 0,8 &\rightarrow \text{a kapcsolat közepesnél erősebb} \\ 0,81 \leq |R_{x,y}| \leq 0,99 &\rightarrow \text{a kapcsolat erős} \\ |R_{x,y}| \leq 1,0 &\rightarrow \text{a kapcsolat függvényszerű} \end{aligned}$$

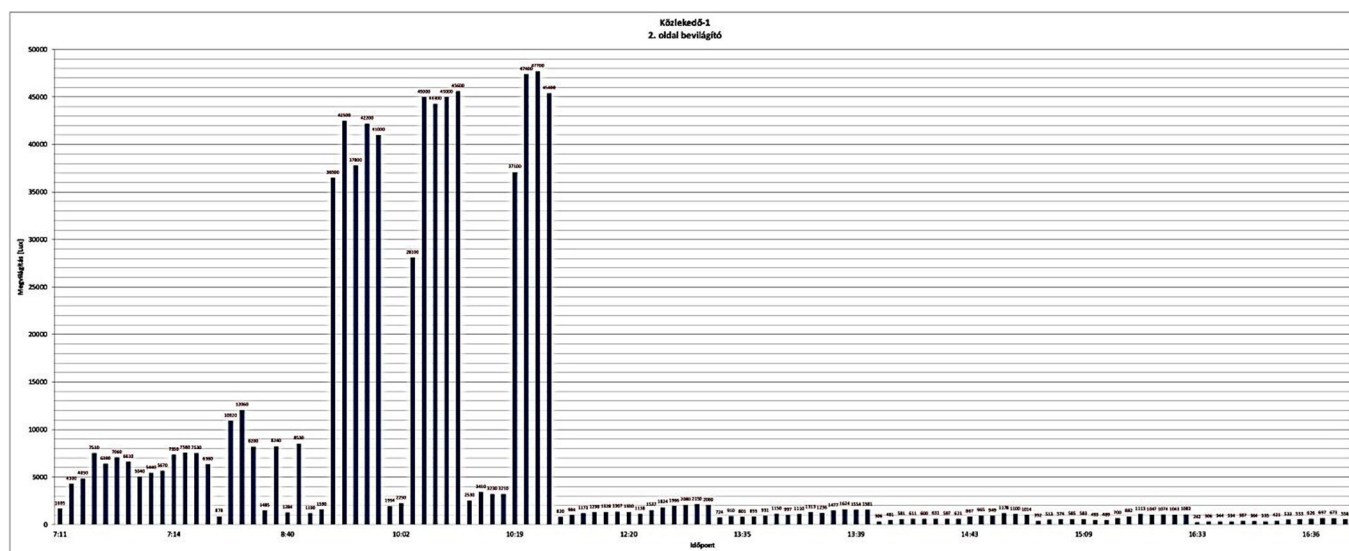
13.14. ábra Korreláció erősségének megítélése

13.4. Közlekedő-1 oldal bevilágító mérések

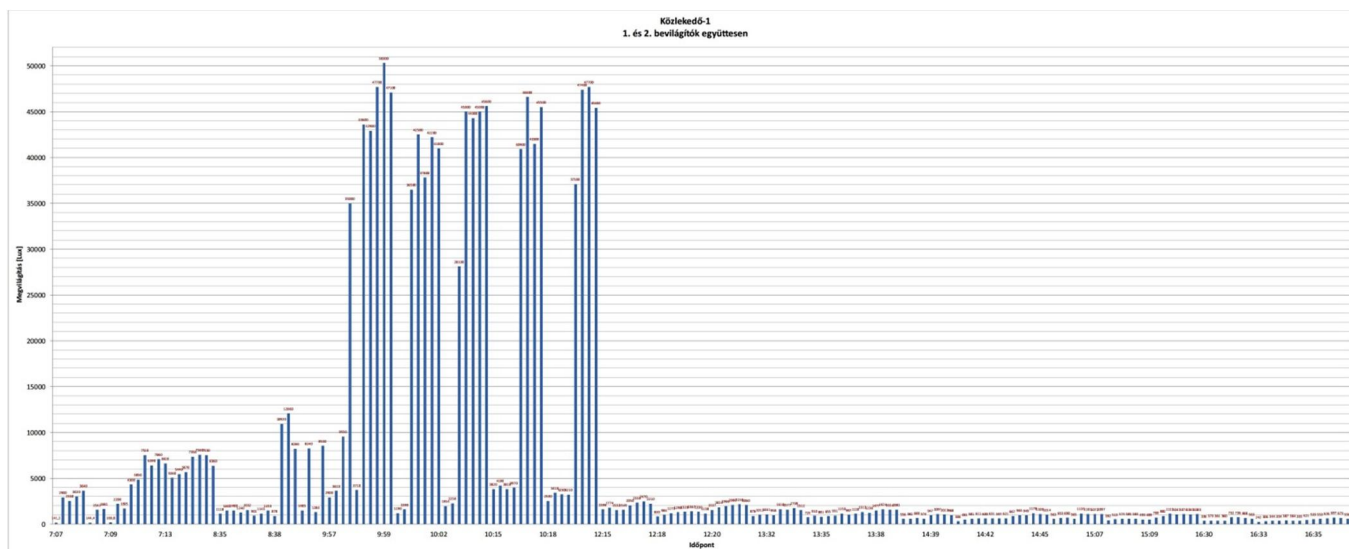
Az alagsori közlekedő alaprajzát 6.1. ábra tartalmazza. A Közlekedő - 1 két oldal bevilágítóból (1. és 2.) és egy üvegajtó bevilágítóból áll.



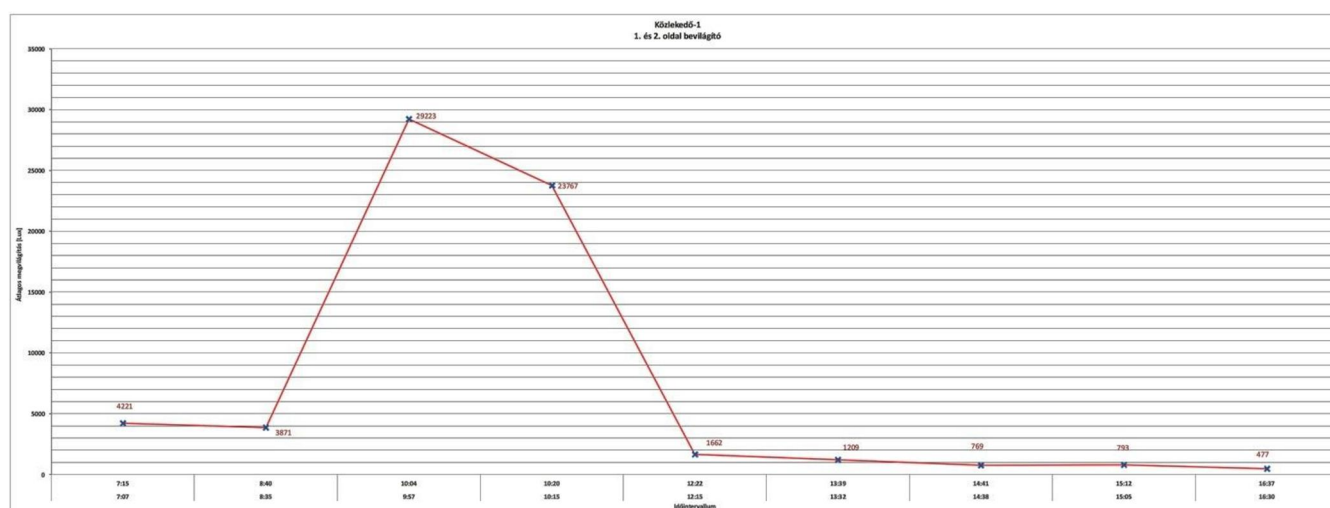
13.15. ábra Közlekedő-1 1. oldal bevilágító (2022. 03. 12.)



13.16. ábra Közlekedő-1 2. oldal bevilágító (2022. 03. 12.)

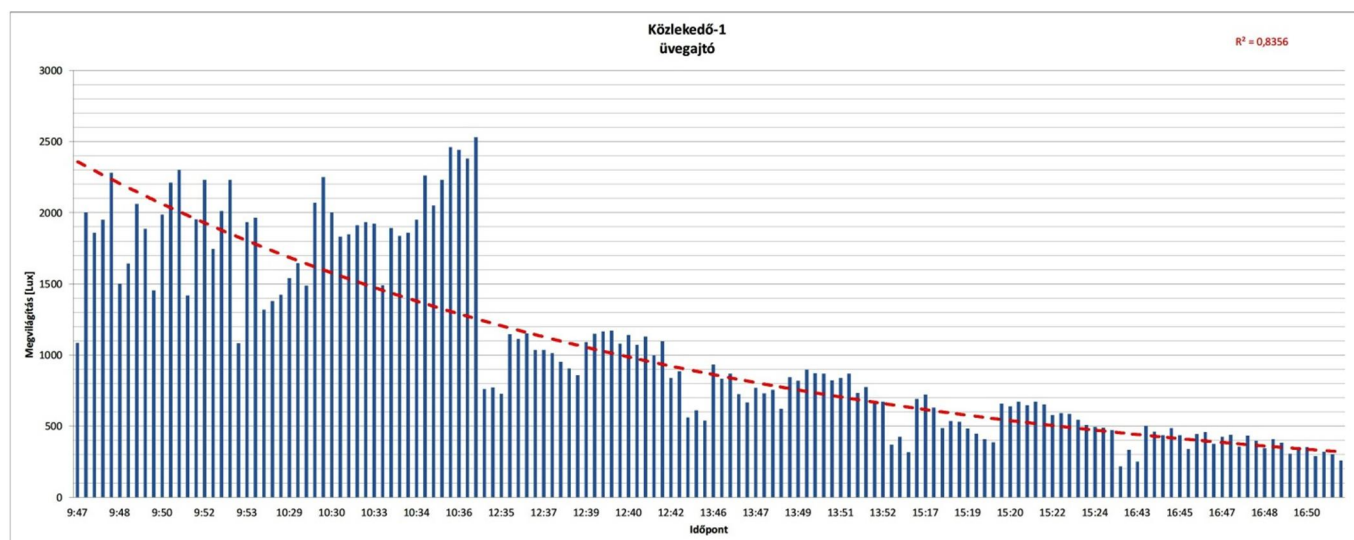


13.17. ábra Közlekedő-1 1. 2. oldal bevilágítók együttesen (2022. 03. 12.)

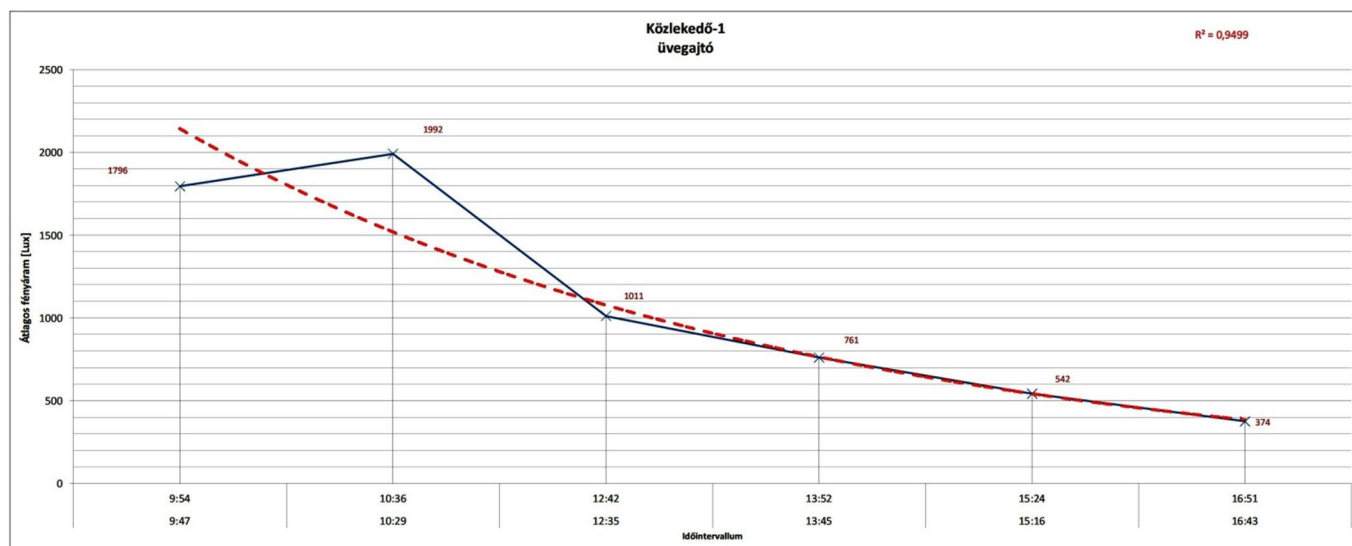


13.18. ábra Közlekedő-1 1. 2. oldal bevilágító átlagos megvilágítási szintjei együttesen (2022. 03. 12.)

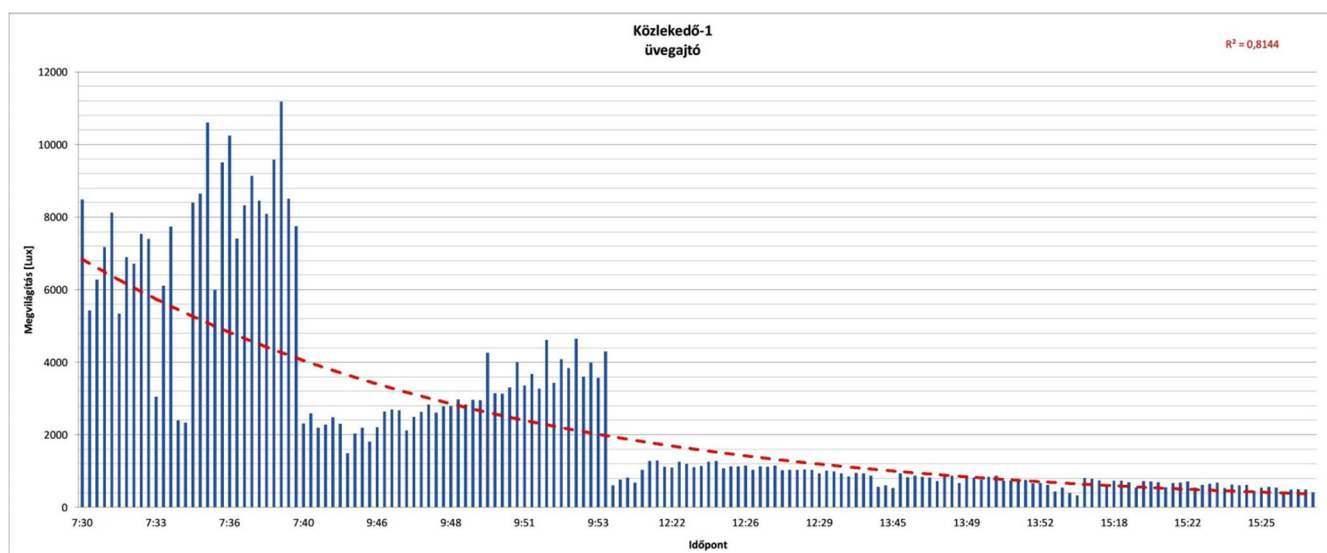
13.5. Közlekedő-1 üvegajtó bevilágító mérések



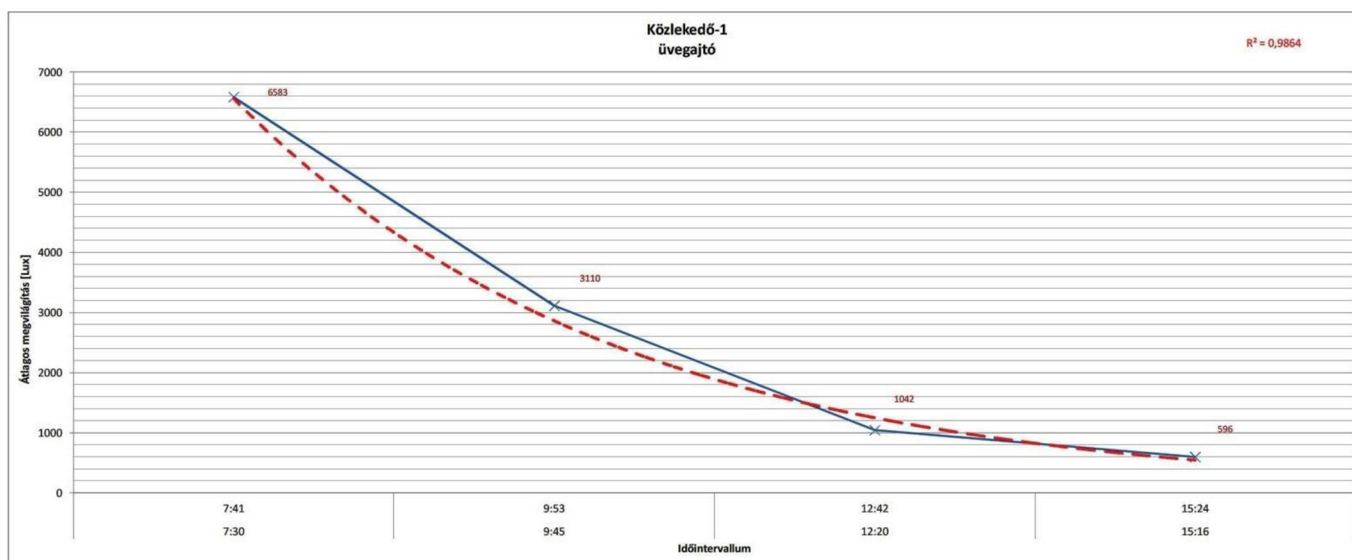
13.19. ábra Közlekedő-1 üvegajtó bevilágító (2022. 03. 12.)



13.20. ábra Közlekedő-1 üvegajtó bevilágító átlagos megvilágítási szintek (2022. 03. 12.)

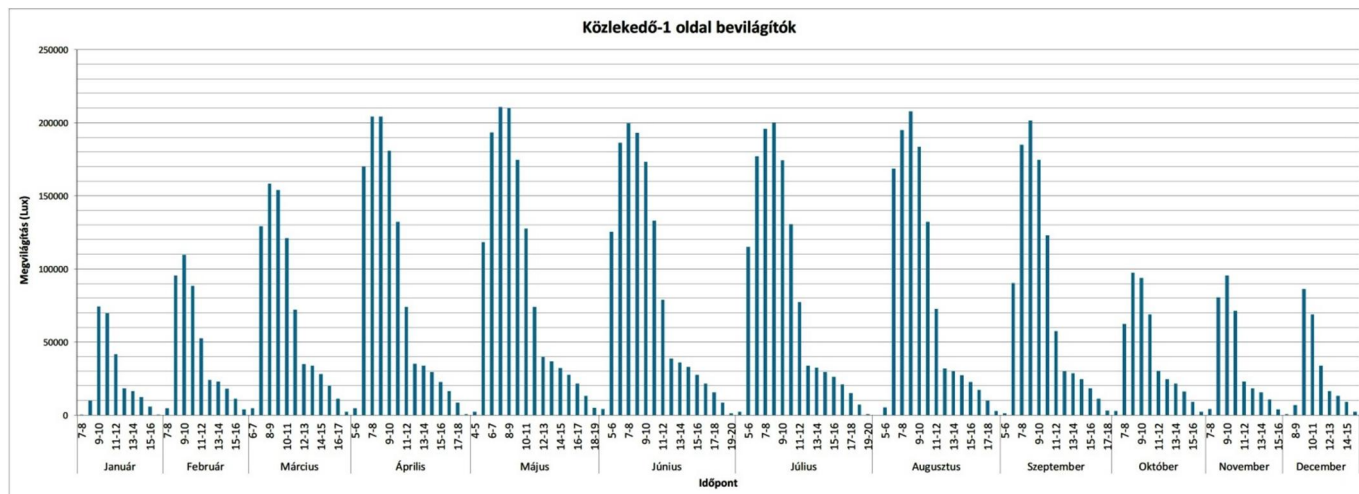


13.21. ábra Közlekedő-1 üvegajtó bevilágító (2022. 03. 13.)



13.22. ábra Közlekedő-1 üvegajtó bevilágító átlagos megvilágítási szintek (2022. 03. 13.)

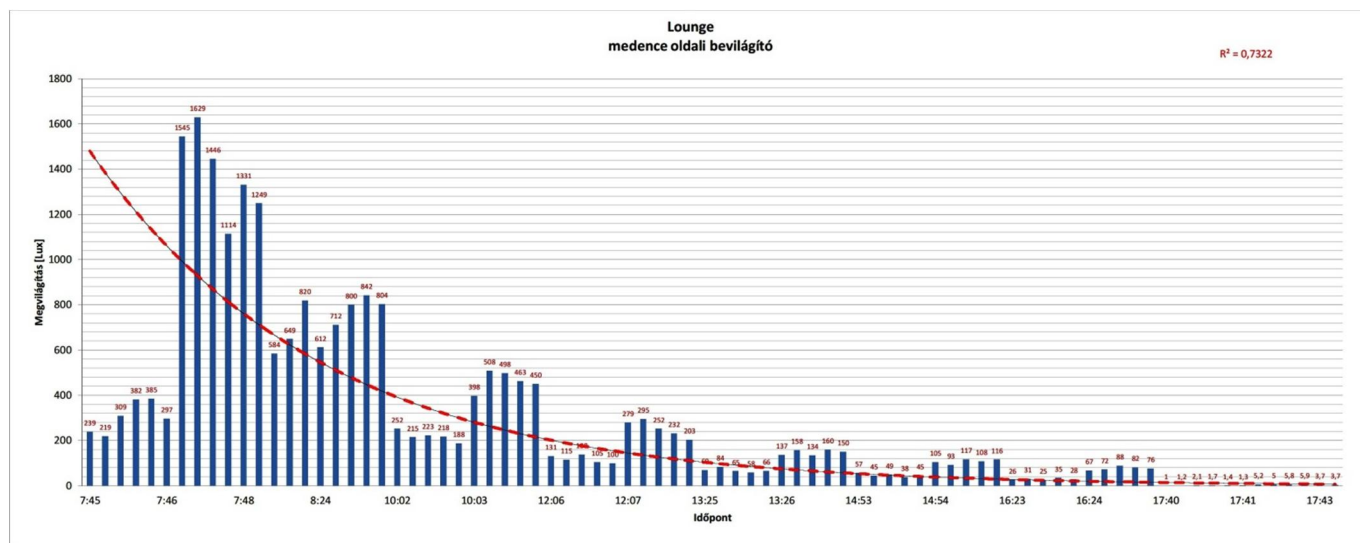
Eumetsat PVGIS-SARAH mérési adataiból számított megvilágítási szint értékek a Közlekedő -1 oldal bevilágítóira vonatkozóan:



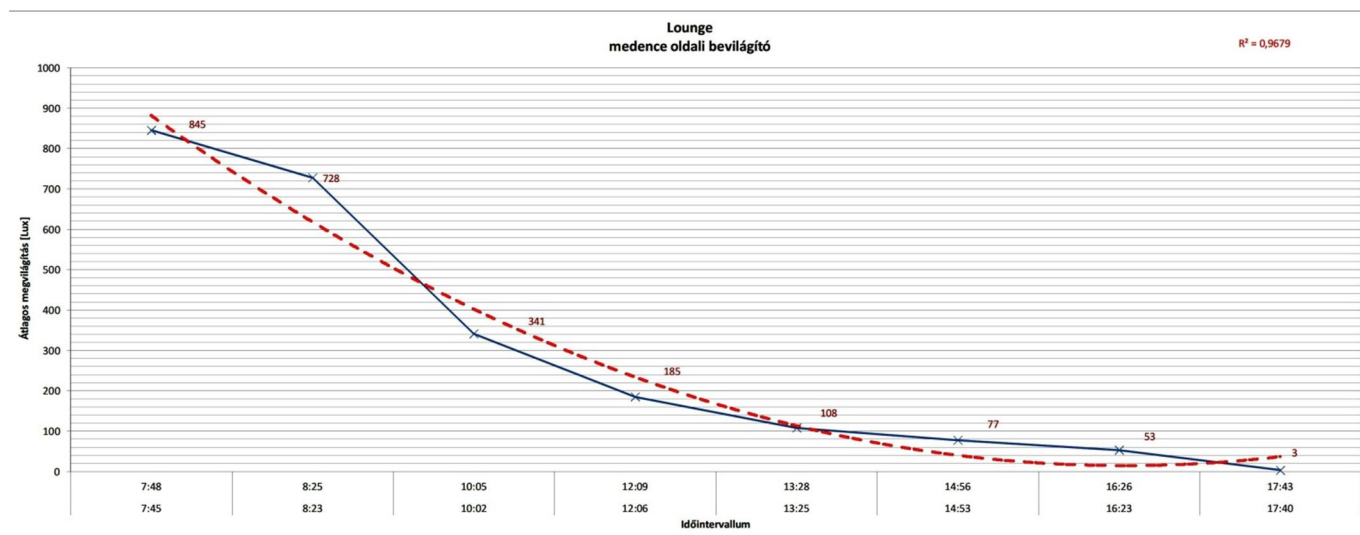
13.6. Lounge oldal bevilágító mérések

A Lounge területén három oldal bevilágító található, medence oldali bevilágító, belső udvari bevilágító, és az üvegajtó bevilágító.

Medence oldali bevilágító mérései

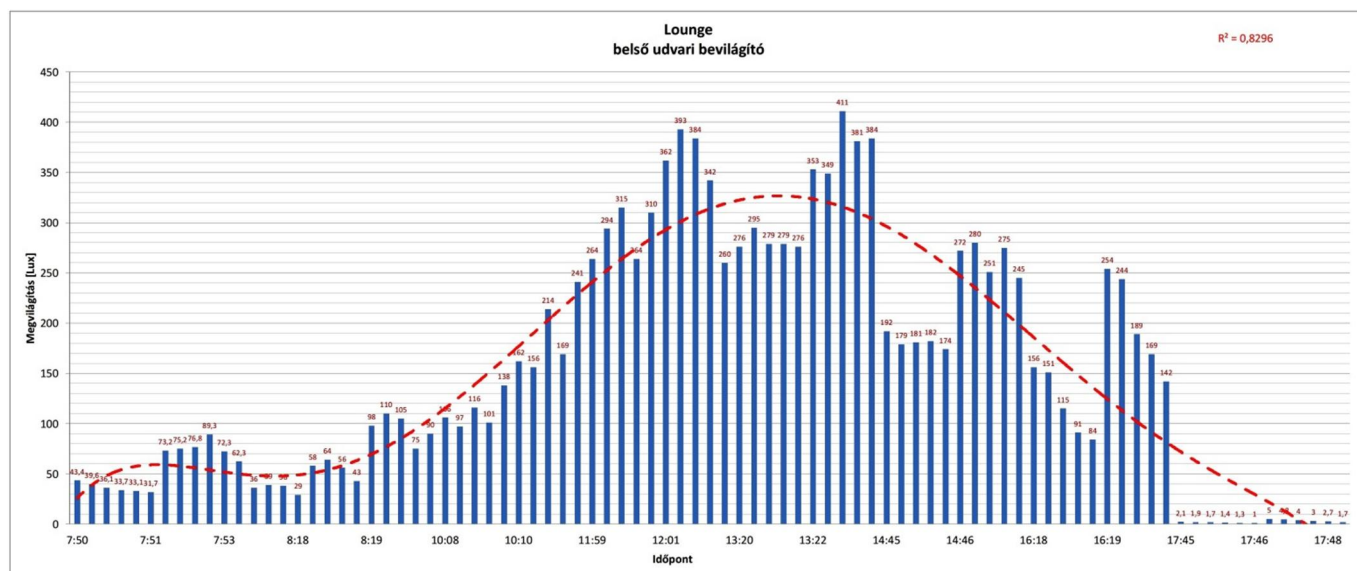


13.24. ábra Lounge medence oldali bevilágító mérés (2022. 03. 12.)

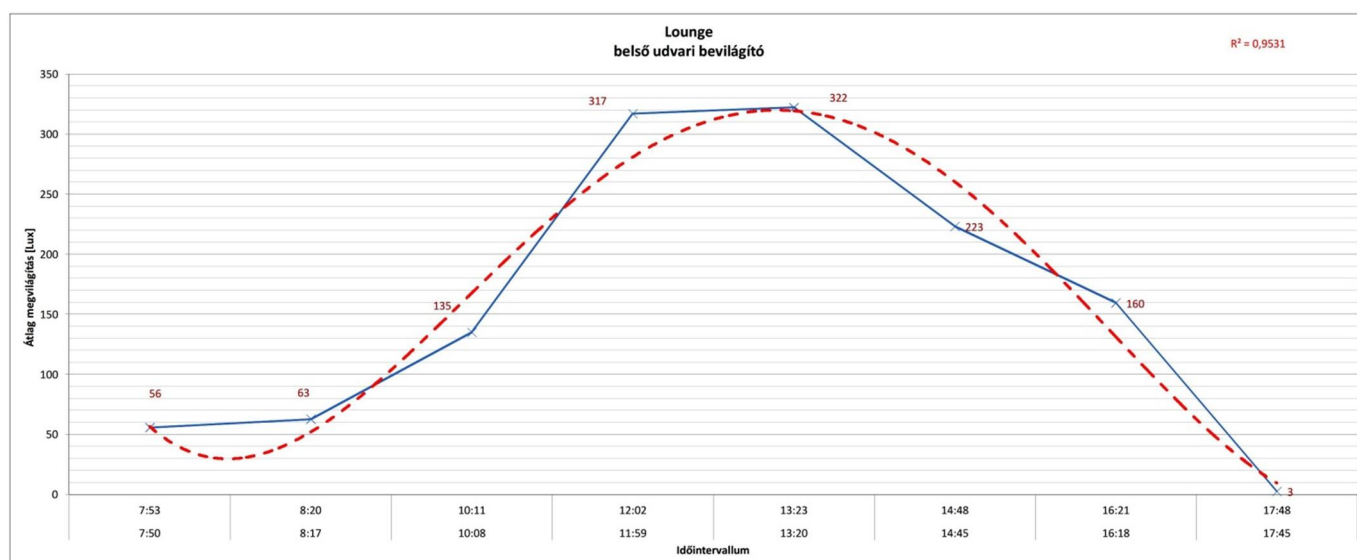


13.25. ábra Lounge medence oldali bevilágító átlagos megvilágítási szintek (2022. 03. 12.)

Belső udvari bevilágító mérései

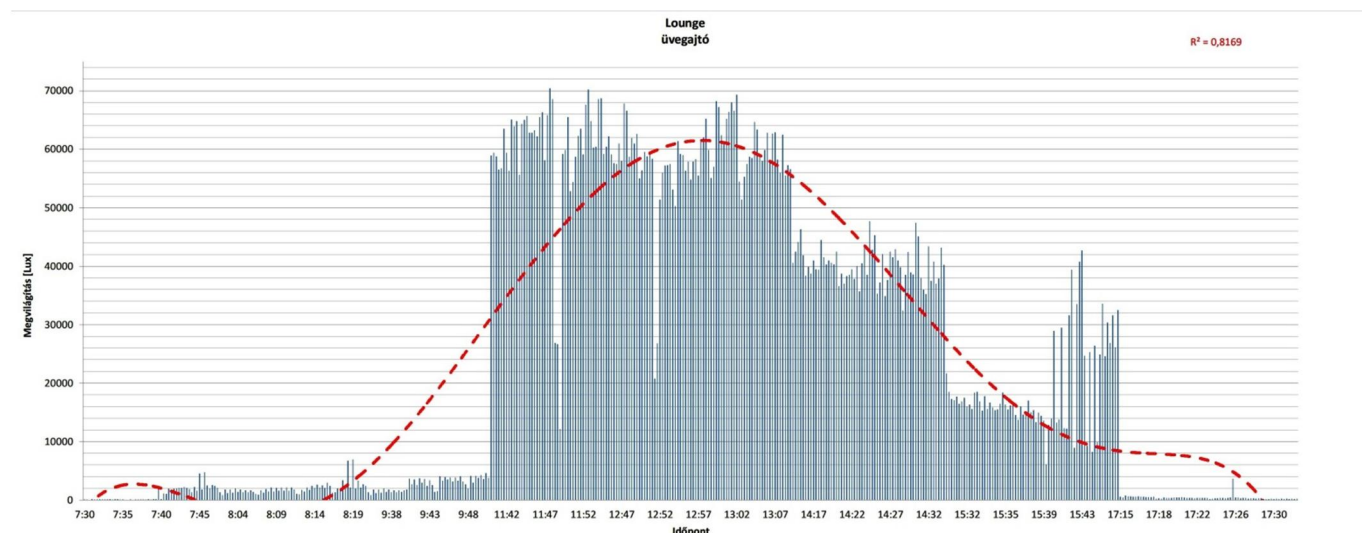


13.26. ábra Lounge belső udvari bevilágító (2022. 03. 12.)

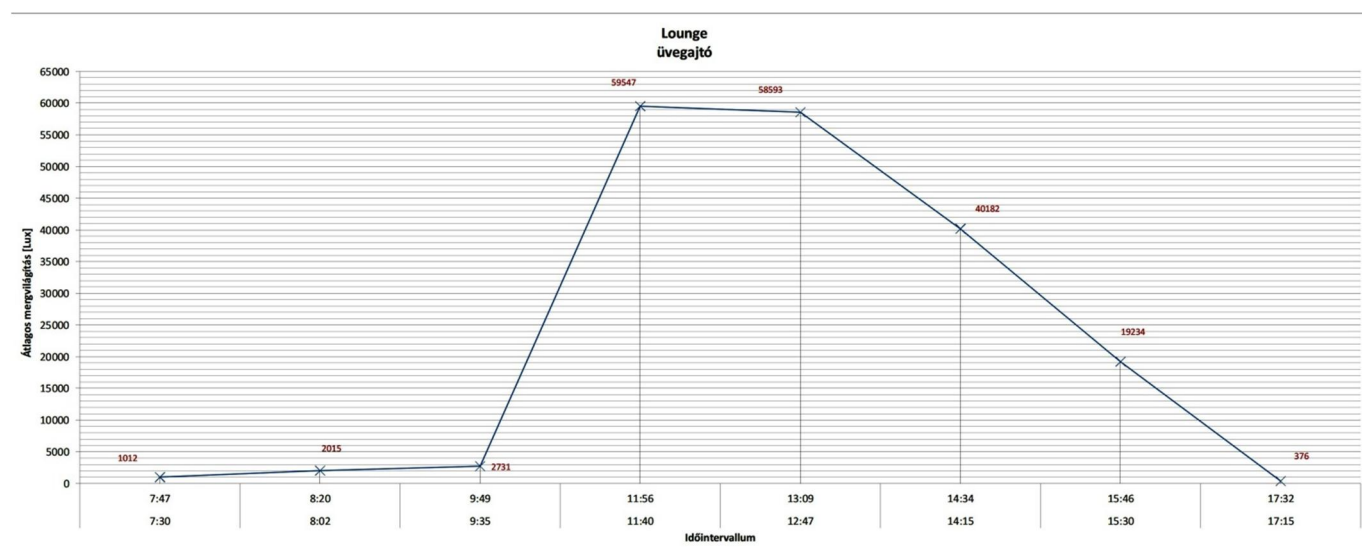


13.27. ábra Lounge belső udvari bevilágító átlagos megvilágítási szintek (2022. 03. 12.)

Lounge üvegajtó bevilágító mérései

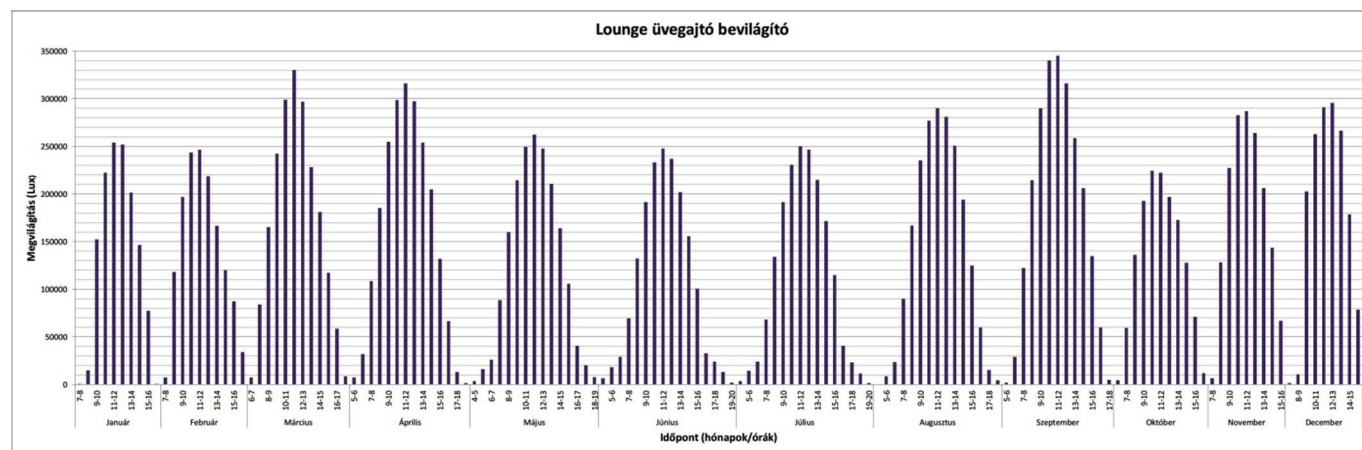


13.28. ábra Lounge üvegajtó bevilágító (2022. 03. 12.)



13.29. ábra Lounge üvegajtó bevilágító átlagos megvilágítási szintek (2022. 03. 12.)

Az Eumetsat PVGIS-SARAH mérési adataiból számított megvilágítási szint értékek számítása a Lounge üvegajtó bevilágítóra vonatkozóan:



13.30. ábra Eumetsat PVGIS-SARAH mérési adataiból számított megvilágítási szint értékek

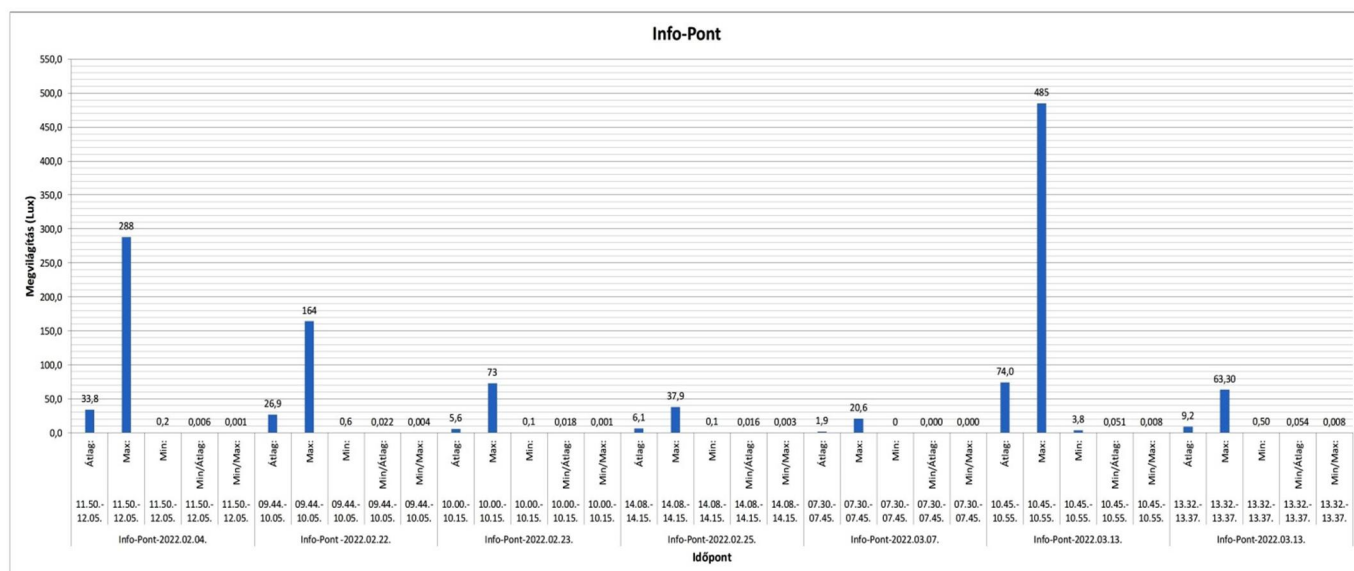
13.7. Alagsori közlekedő padlószintjén végzet megvilágítás mérések

Az alagsori közlekedő padlószintjén, végzett megvilágítás mérések, célja az volt, hogy elősegítse annak eldöntését, hogy a beltéri közlekedőkre vonatkozó megvilágítás szint előírások figyelembevételével, milyen időtartamokban elégséges az oldal bevilágítókon bejövő természetes fény. Az elvégzett mérések ezeknek az időablakoknak a megkeresését szolgálták. A mérések és számítások eredményét a 10. fejezet a természetes és mesterséges világítás összehangolása az alagsori közlekedőn, 10.2. ábrája foglalja magában. A jelen fejezet, a közlekedő padlószintjén elvégzett megvilágítás mérések eredményeit, azok feldolgozását, és grafikus megjelenítését tartalmazzák.

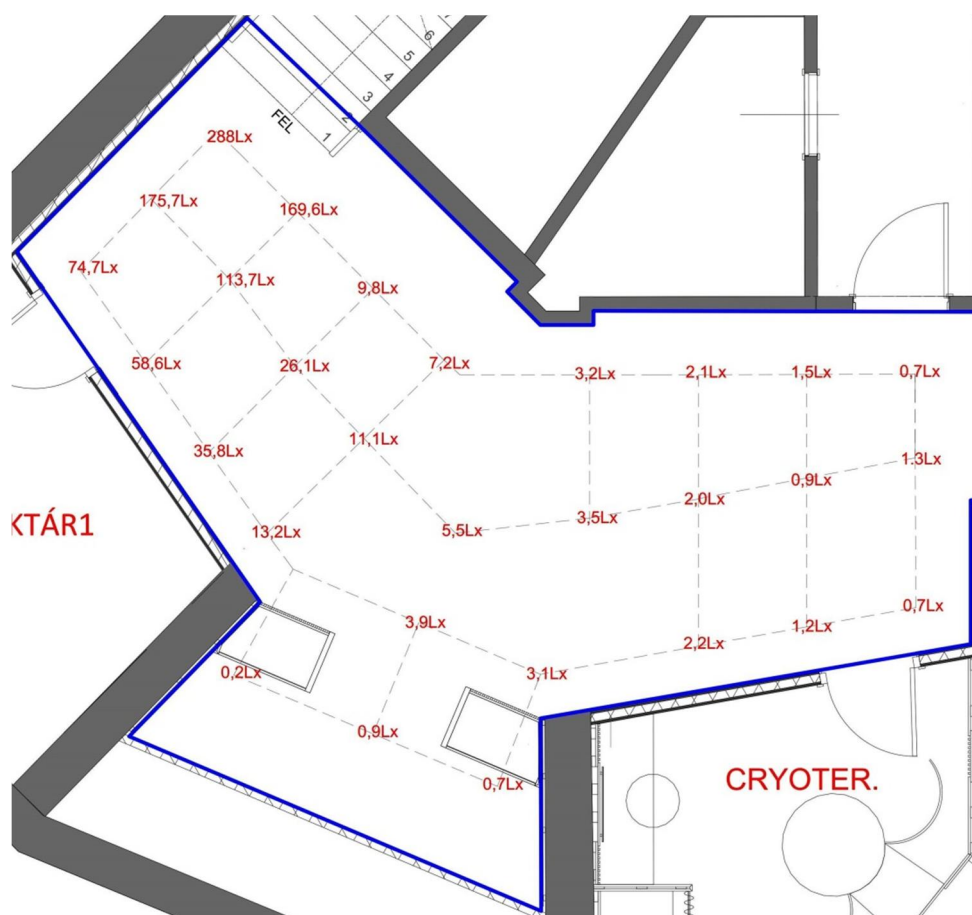
13.7.1. Info – Pont mérései

Info-Pont-2022.02.04.	11.50.-12.05.	Átlag:	33,8
	11.50.-12.05.	Max:	288
	11.50.-12.05.	Min:	0,2
	11.50.-12.05.	Min/Átlag:	0,006
	11.50.-12.05.	Min/Max:	0,001
Info-Pont -2022.02.22.	09.44.-10.05.	Átlag:	26,9
	09.44.-10.05.	Max:	164
	09.44.-10.05.	Min:	0,6
	09.44.-10.05.	Min/Átlag:	0,022
	09.44.-10.05.	Min/Max:	0,004
Info-Pont-2022.02.23.	10.00.-10.15.	Átlag:	5,6
	10.00.-10.15.	Max:	73
	10.00.-10.15.	Min:	0,1
	10.00.-10.15.	Min/Átlag:	0,018
	10.00.-10.15.	Min/Max:	0,001
Info-Pont-2022.02.25.	14.08.-14.15.	Átlag:	6,1
	14.08.-14.15.	Max:	37,9
	14.08.-14.15.	Min:	0,1
	14.08.-14.15.	Min/Átlag:	0,016
	14.08.-14.15.	Min/Max:	0,003
Info-Pont-2022.03.07.	07.30.-07.45.	Átlag:	1,9
	07.30.-07.45.	Max:	20,6
	07.30.-07.45.	Min:	0
	07.30.-07.45.	Min/Átlag:	0,000
	07.30.-07.45.	Min/Max:	0,000
Info-Pont-2022.03.13.	10.45.-10.55.	Átlag:	74,0
	10.45.-10.55.	Max:	485
	10.45.-10.55.	Min:	3,8
	10.45.-10.55.	Min/Átlag:	0,051
	10.45.-10.55.	Min/Max:	0,008
Info-Pont-2022.03.13.	13.32.-13.37.	Átlag:	9,2
	13.32.-13.37.	Max:	63,30
	13.32.-13.37.	Min:	0,50
	13.32.-13.37.	Min/Átlag:	0,054
	13.32.-13.37.	Min/Max:	0,008

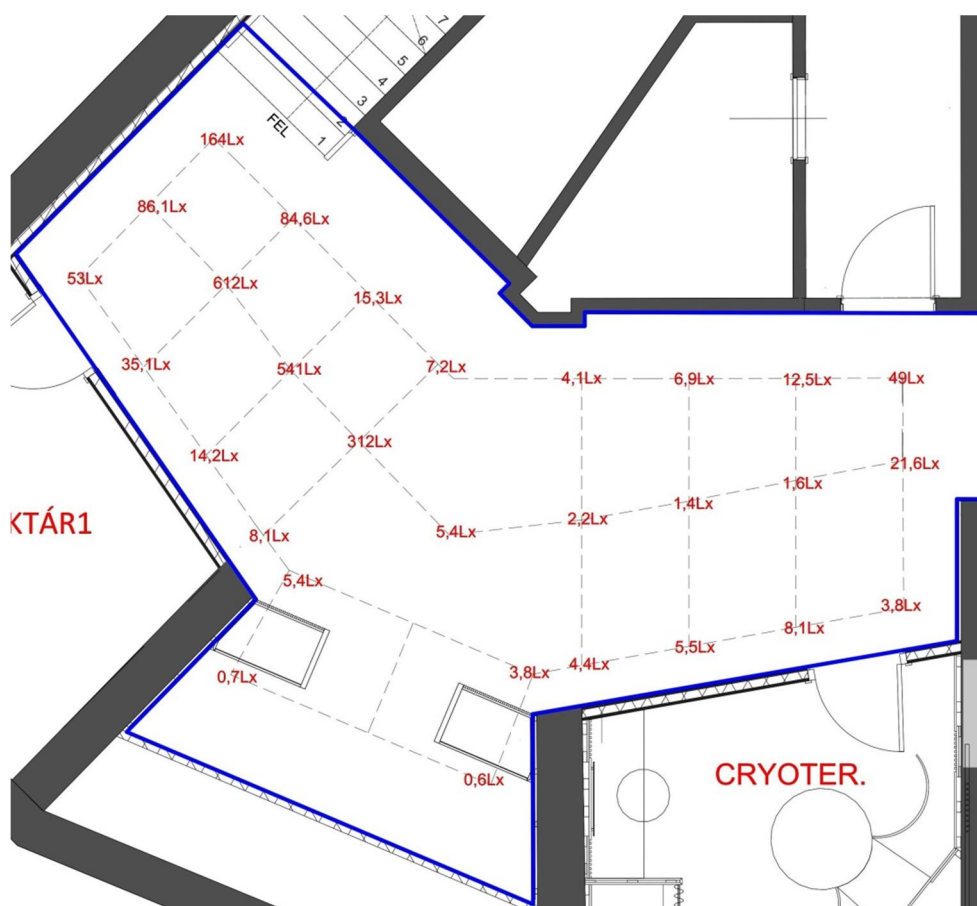
13.19. táblázat Info – Pont átlagos megvilágítás mérési számítások



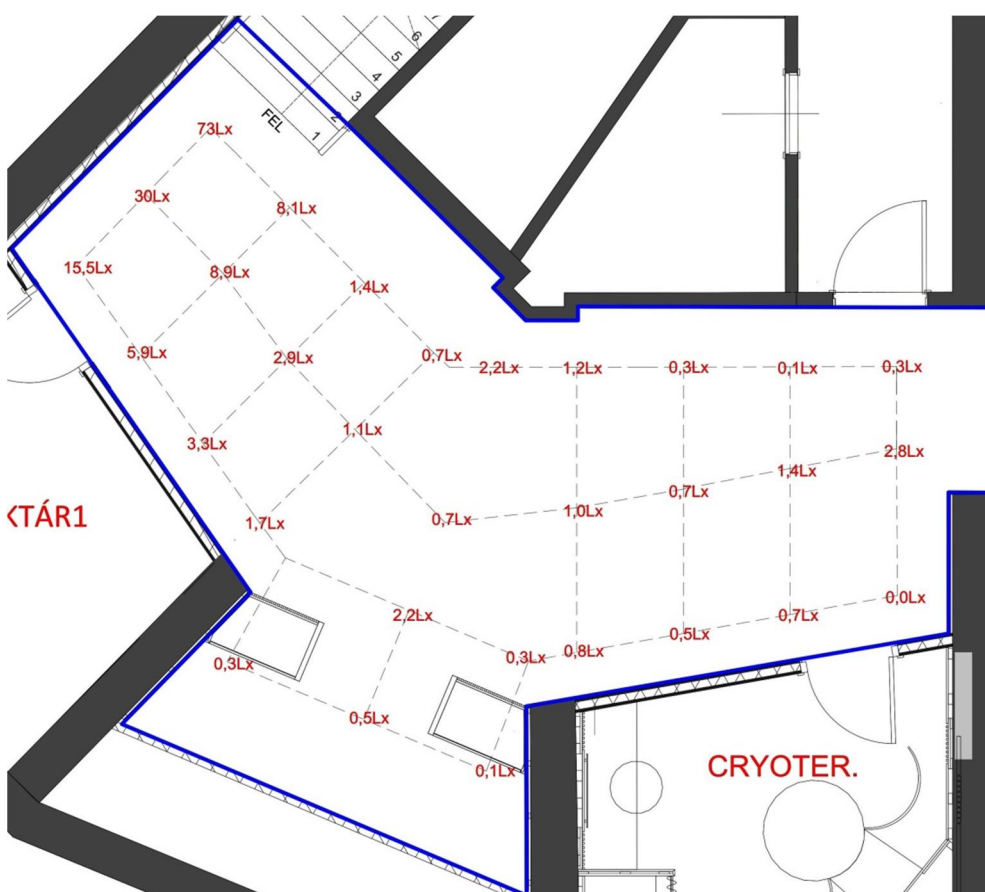
13.31. ábra Info – Pont mérési eredmények grafikus ábrázolása



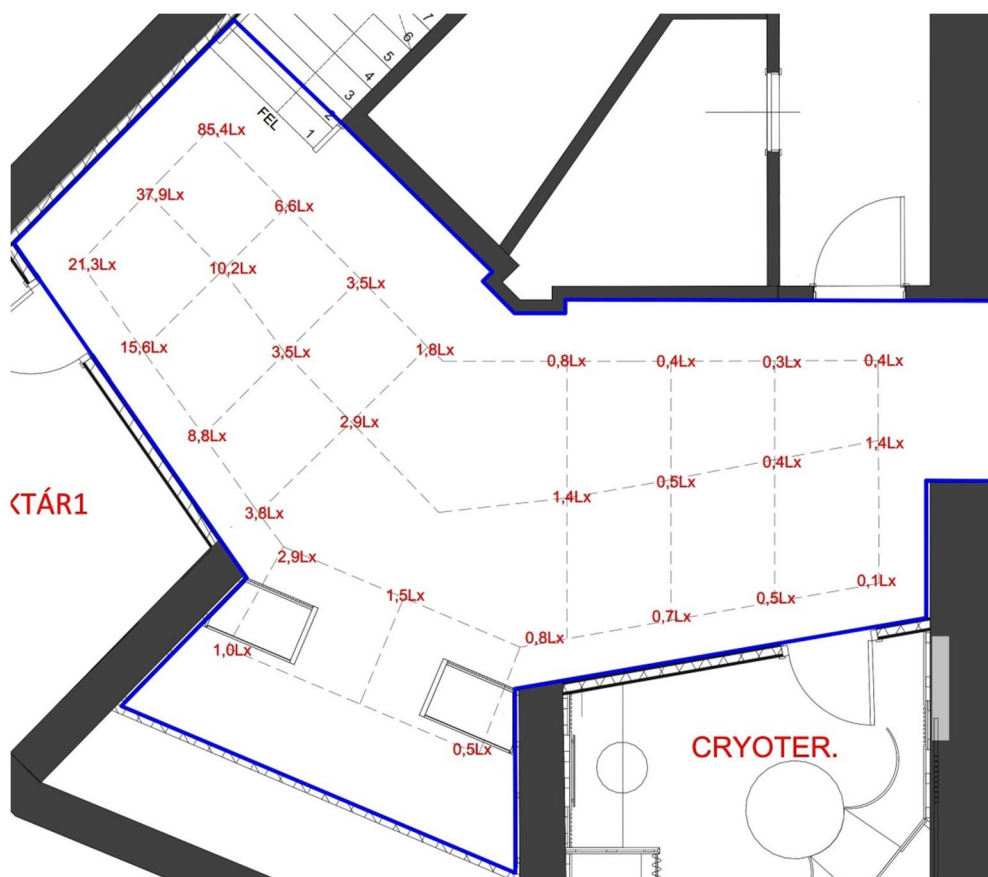
13.32. ábra Info – Pont mérési eredmények (2022.02.04.)



13.33. ábra Info – Pont mérési eredmények (2022.02.22.)



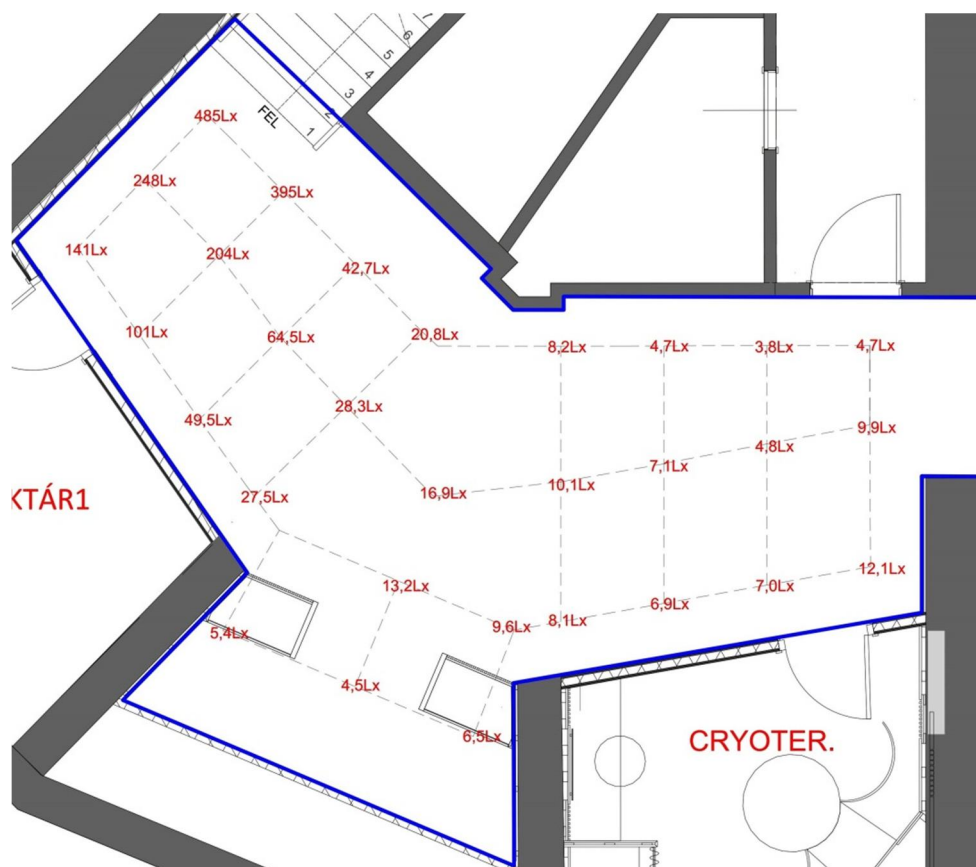
13.34. ábra Info – Pont mérési eredmények (2022.02.23)



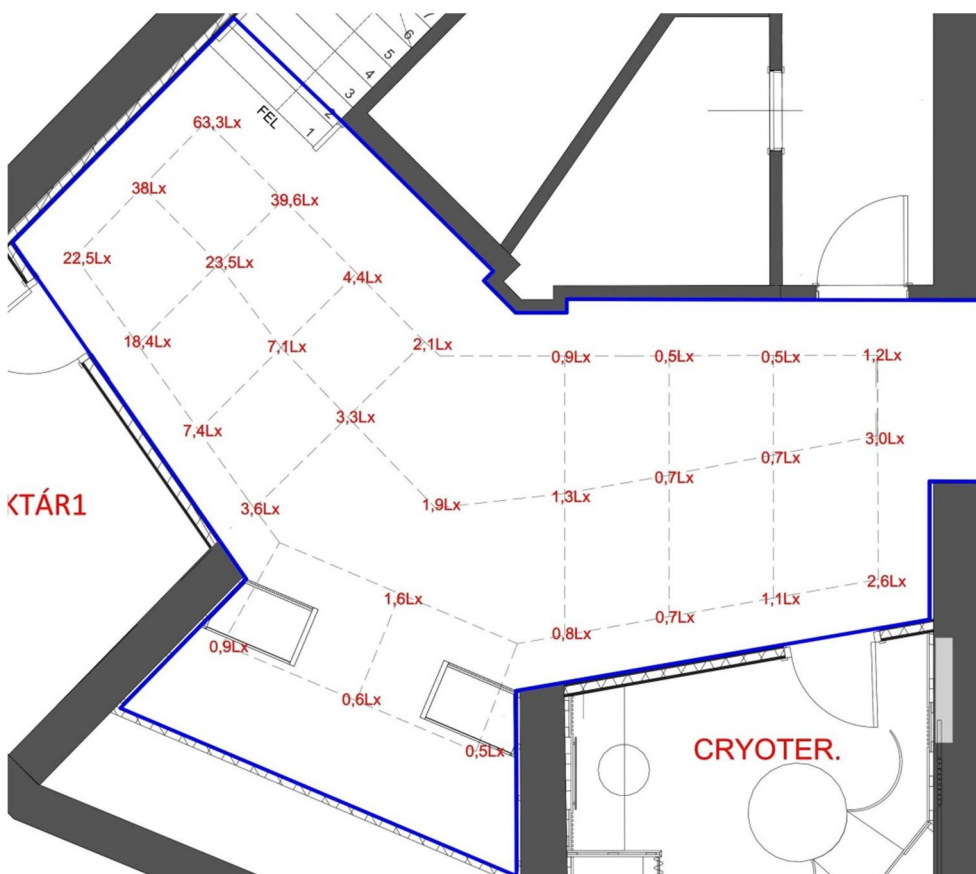
13.35. ábra Info – Pont mérési eredmények (2022.02.25.)



13.36. ábra Info – Pont mérési eredmények (2022.03.07.)



13.37. ábra Info – Pont mérési eredmények (2022.03.13./106.45.)

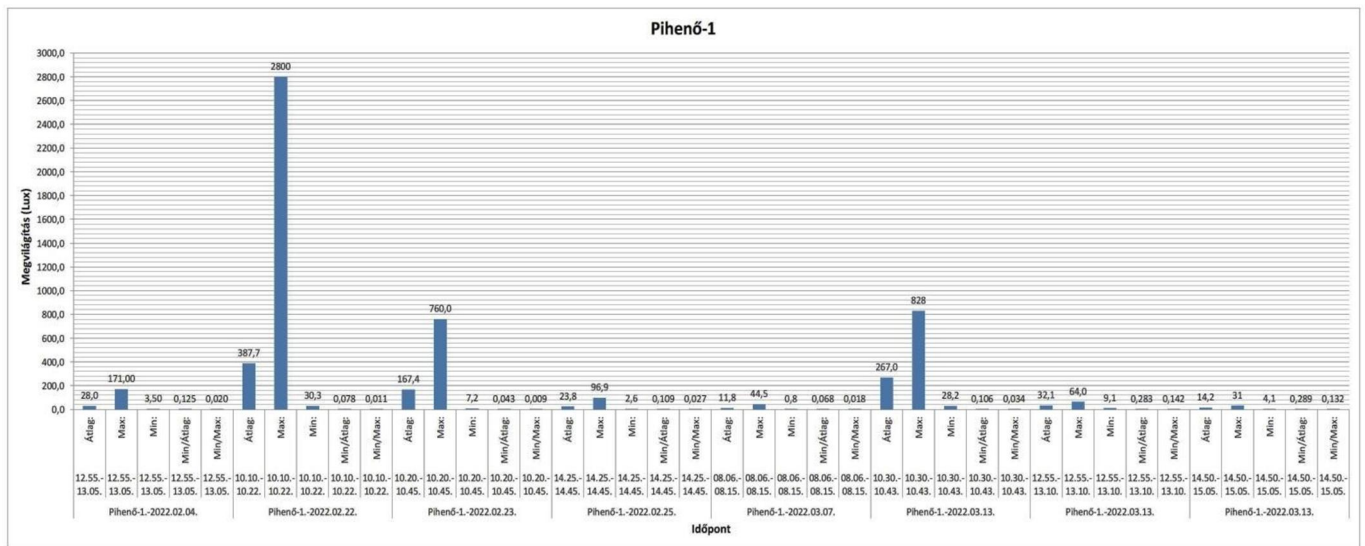


13.38. ábra Info – Pont mérési eredmények (2022.03.13./136.32.)

13.7.2. Pihenő-1 mérései

Pihenő-1.-2022.02.04.	12.55.-13.05.	Átlag:	28,0
	12.55.-13.05.	Max:	171,00
	12.55.-13.05.	Min:	3,50
	12.55.-13.05.	Min/Átlag:	0,125
	12.55.-13.05.	Min/Max:	0,020
Pihenő-1.-2022.02.22.	10.10.-10.22.	Átlag:	387,7
	10.10.-10.22.	Max:	2800
	10.10.-10.22.	Min:	30,3
	10.10.-10.22.	Min/Átlag:	0,078
	10.10.-10.22.	Min/Max:	0,011
Pihenő-1.-2022.02.23.	10.20.-10.45.	Átlag:	167,4
	10.20.-10.45.	Max:	760,0
	10.20.-10.45.	Min:	7,2
	10.20.-10.45.	Min/Átlag:	0,043
	10.20.-10.45.	Min/Max:	0,009
Pihenő-1.-2022.02.25.	14.25.-14.45.	Átlag:	23,8
	14.25.-14.45.	Max:	96,9
	14.25.-14.45.	Min:	2,6
	14.25.-14.45.	Min/Átlag:	0,109
	14.25.-14.45.	Min/Max:	0,027
Pihenő-1.-2022.03.07.	08.06.-08.15.	Átlag:	11,8
	08.06.-08.15.	Max:	44,5
	08.06.-08.15.	Min:	0,8
	08.06.-08.15.	Min/Átlag:	0,068
	08.06.-08.15.	Min/Max:	0,018
Pihenő-1.-2022.03.13.	10.30.-10.43.	Átlag:	267,0
	10.30.-10.43.	Max:	828
	10.30.-10.43.	Min:	28,2
	10.30.-10.43.	Min/Átlag:	0,106
	10.30.-10.43.	Min/Max:	0,034
Pihenő-1.-2022.03.13.	12.55.-13.10.	Átlag:	32,1
	12.55.-13.10.	Max:	64,0
	12.55.-13.10.	Min:	9,1
	12.55.-13.10.	Min/Átlag:	0,283
	12.55.-13.10.	Min/Max:	0,142
Pihenő-1.-2022.03.13.	14.50.-15.05.	Átlag:	14,2
	14.50.-15.05.	Max:	31
	14.50.-15.05.	Min:	4,1
	14.50.-15.05.	Min/Átlag:	0,289
	14.50.-15.05.	Min/Max:	0,132

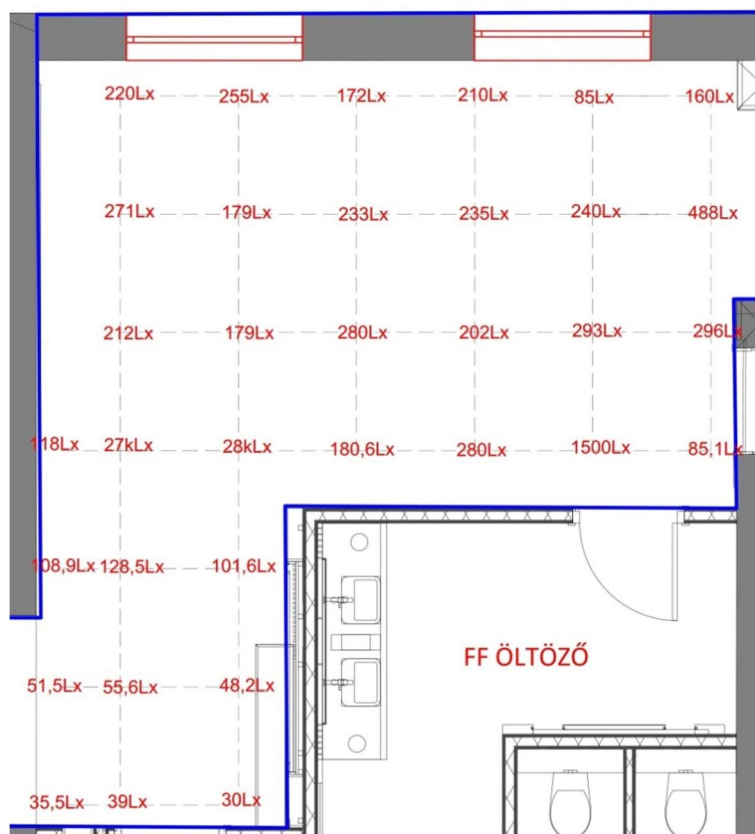
13.20. táblázat Pihenő-1 átlagos megvilágítás mérési számítások



13.39. ábra Pihenő-1 mérési eredmények grafikus ábrázolása



13.40. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.02.04.)



13.41. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.02.22.)



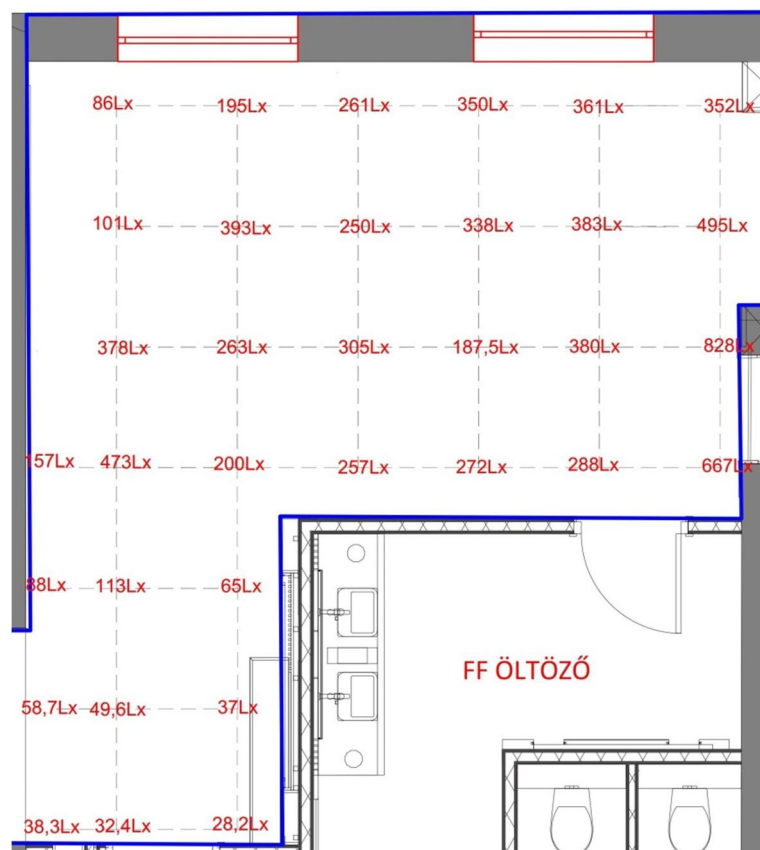
13.42. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.02.23.)



13.43. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.02.25.)



13.44. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.03.07.)



13.45. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.03.13./10630.)



13.46. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.03.13./12655.)

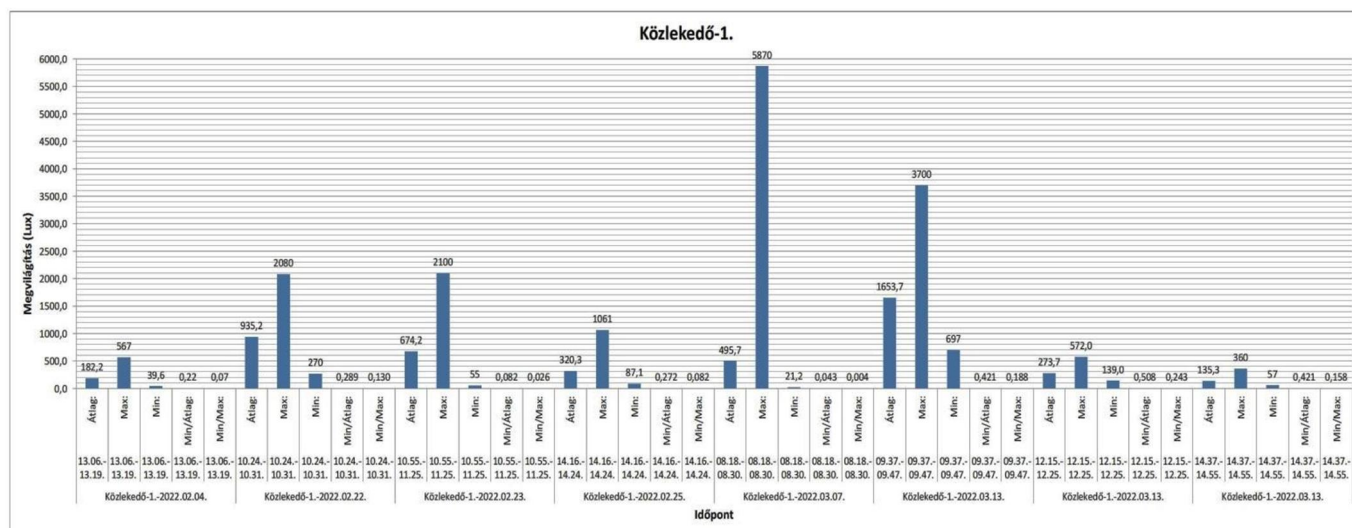


13.47. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.03.13./14650.)

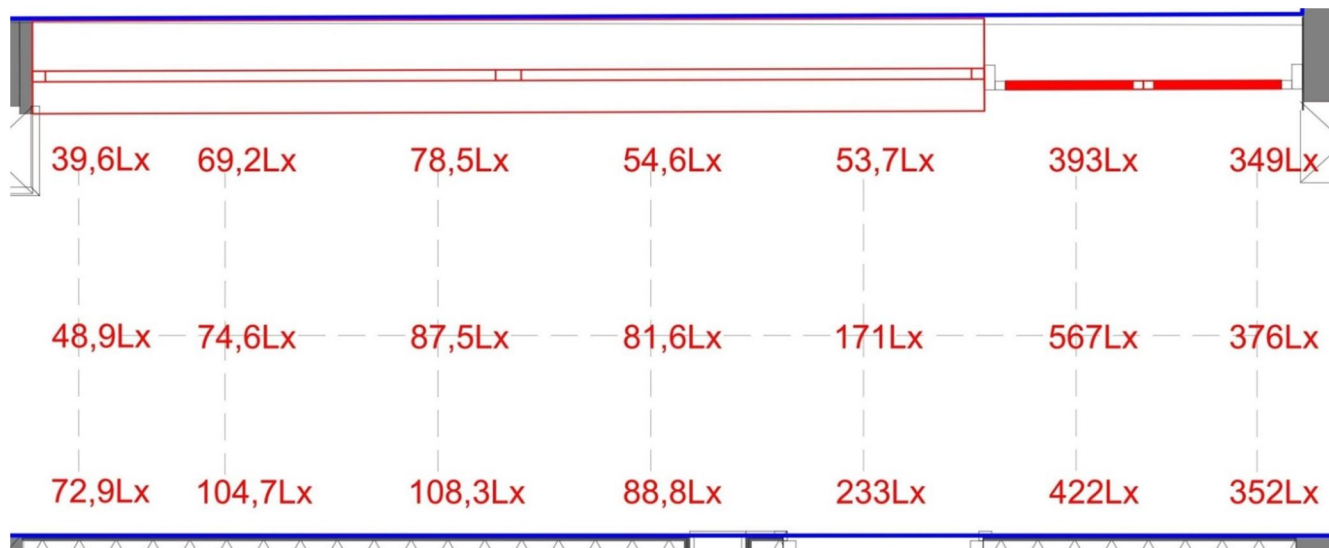
13.7.3. Közlekedő - 1 mérései

Közlekedő-1.- 2022.02.04.	13.06.-13.19.	Átlag:	182,2
	13.06.-13.19.	Max:	567
	13.06.-13.19.	Min:	39,6
	13.06.-13.19.	Min/Átlag:	0,22
	13.06.-13.19.	Min/Max:	0,07
Közlekedő-1.- 2022.02.22.	10.24.-10.31.	Átlag:	935,2
	10.24.-10.31.	Max:	2080
	10.24.-10.31.	Min:	270
	10.24.-10.31.	Min/Átlag:	0,289
	10.24.-10.31.	Min/Max:	0,130
Közlekedő-1.- 2022.02.23.	10.55.-11.25.	Átlag:	674,2
	10.55.-11.25.	Max:	2100
	10.55.-11.25.	Min:	55
	10.55.-11.25.	Min/Átlag:	0,082
	10.55.-11.25.	Min/Max:	0,026
Közlekedő-1.- 2022.02.25.	14.16.-14.24.	Átlag:	320,3
	14.16.-14.24.	Max:	1061
	14.16.-14.24.	Min:	87,1
	14.16.-14.24.	Min/Átlag:	0,272
	14.16.-14.24.	Min/Max:	0,082
Közlekedő-1.- 2022.03.07.	08.18.-08.30.	Átlag:	495,7
	08.18.-08.30.	Max:	5870
	08.18.-08.30.	Min:	21,2
	08.18.-08.30.	Min/Átlag:	0,043
	08.18.-08.30.	Min/Max:	0,004
Közlekedő-1.- 2022.03.13.	09.37.-09.47.	Átlag:	1653,7
	09.37.-09.47.	Max:	3700
	09.37.-09.47.	Min:	697
	09.37.-09.47.	Min/Átlag:	0,421
	09.37.-09.47.	Min/Max:	0,188
Közlekedő-1.- 2022.03.13.	12.15.-12.25.	Átlag:	273,7
	12.15.-12.25.	Max:	572,0
	12.15.-12.25.	Min:	139,0
	12.15.-12.25.	Min/Átlag:	0,508
	12.15.-12.25.	Min/Max:	0,243
Közlekedő-1.- 2022.03.13.	14.37.-14.55.	Átlag:	135,3
	14.37.-14.55.	Max:	360
	14.37.-14.55.	Min:	57
	14.37.-14.55.	Min/Átlag:	0,421
	14.37.-14.55.	Min/Max:	0,158

13.21. táblázat Közlekedő - 1 átlagos megvilágítás mérési számítások



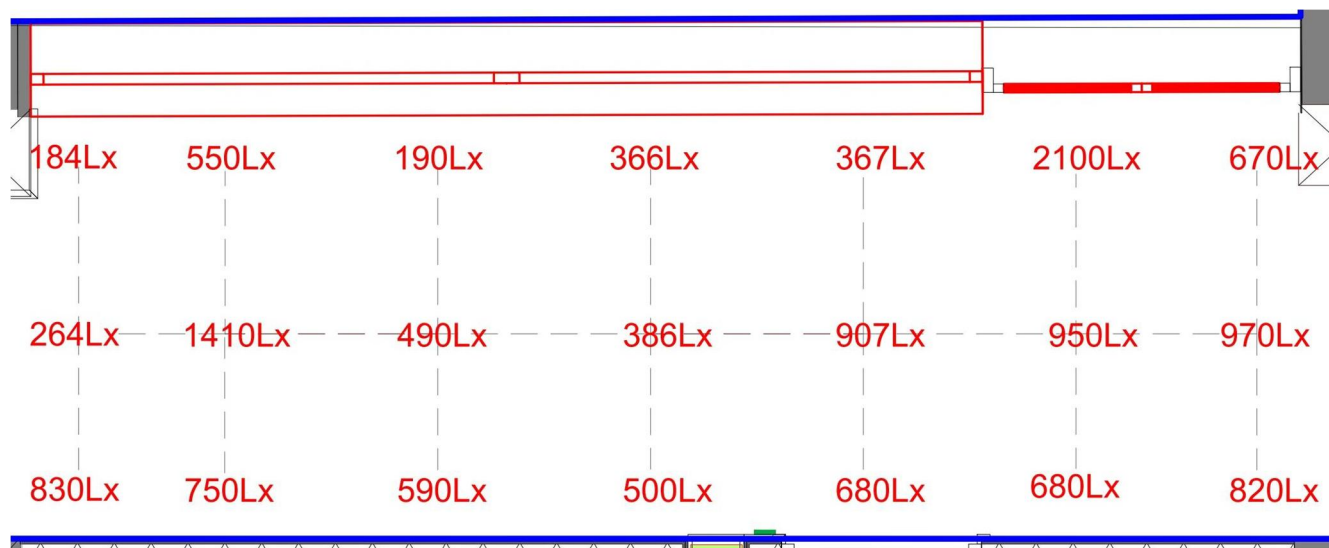
13.48. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények grafikus ábrázolása



13.49. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.02.04.)



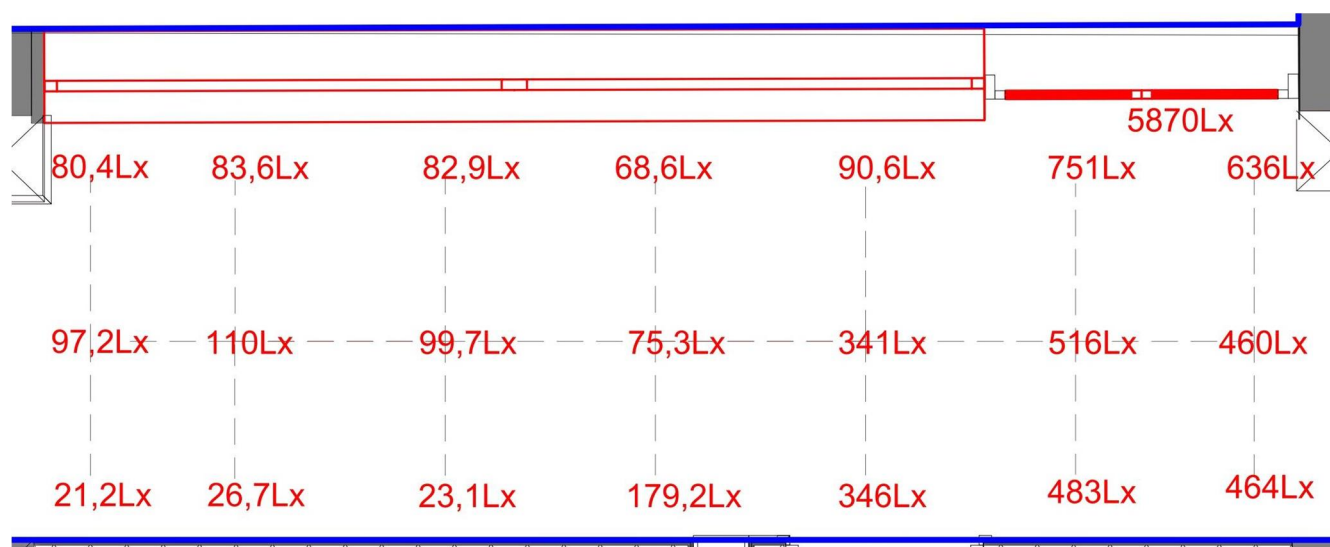
13.50. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.02.22.)



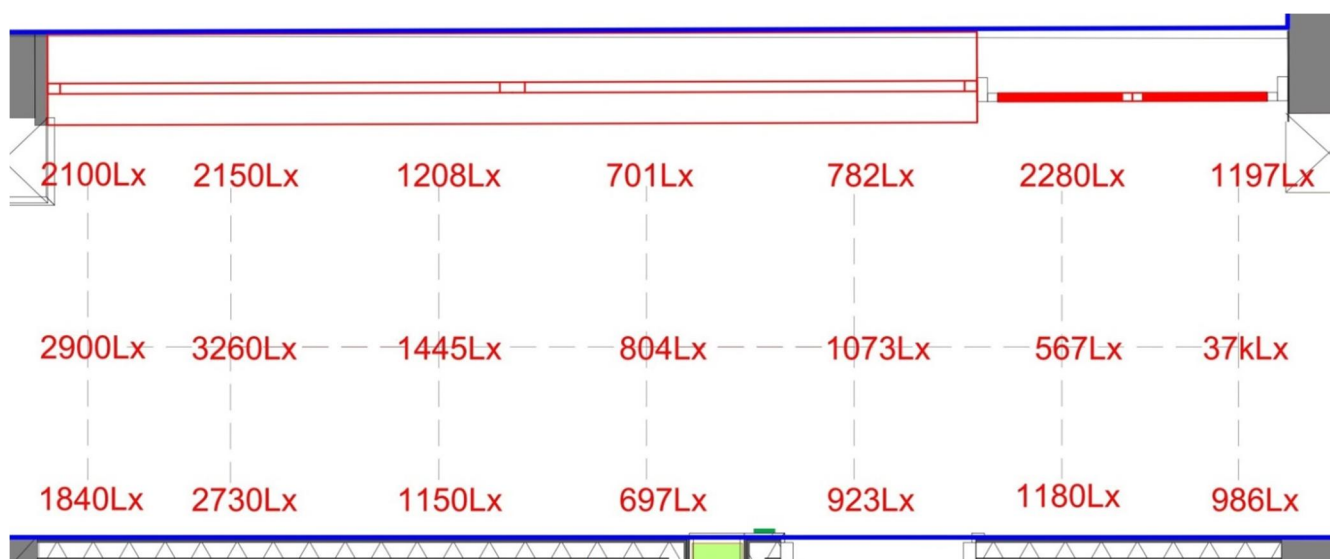
13.51. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.02.23.)



13.52. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.02.25.)



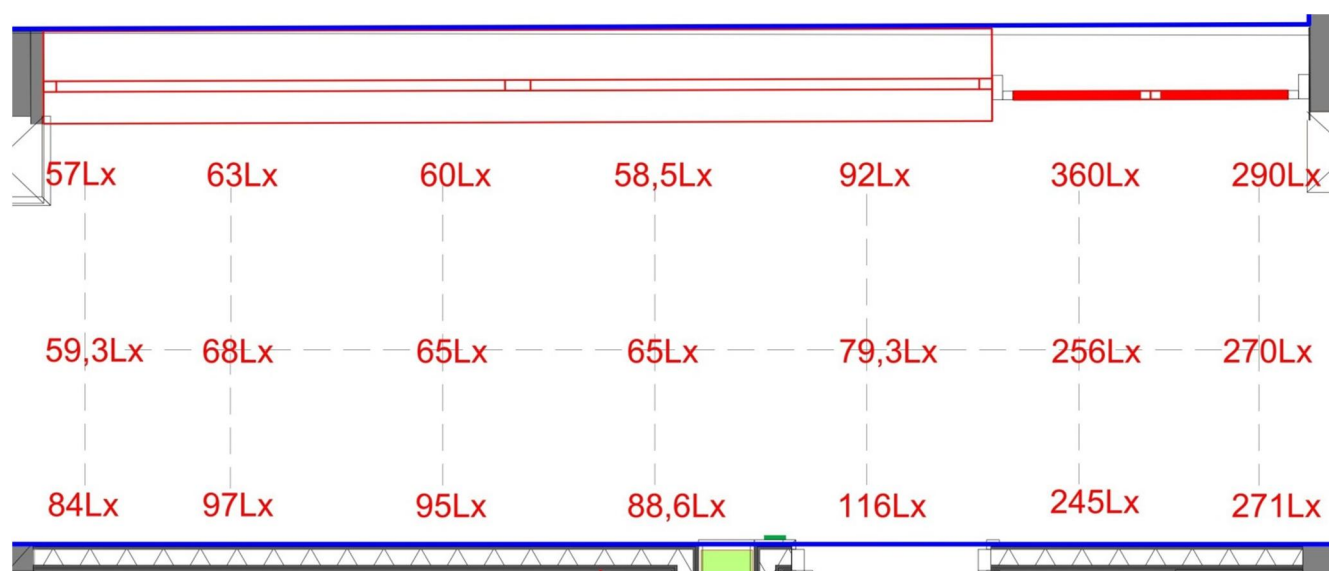
13.53. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.03.07.)



13.54. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.03.13./96 37.)



13.55. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.03.13./126 15.)

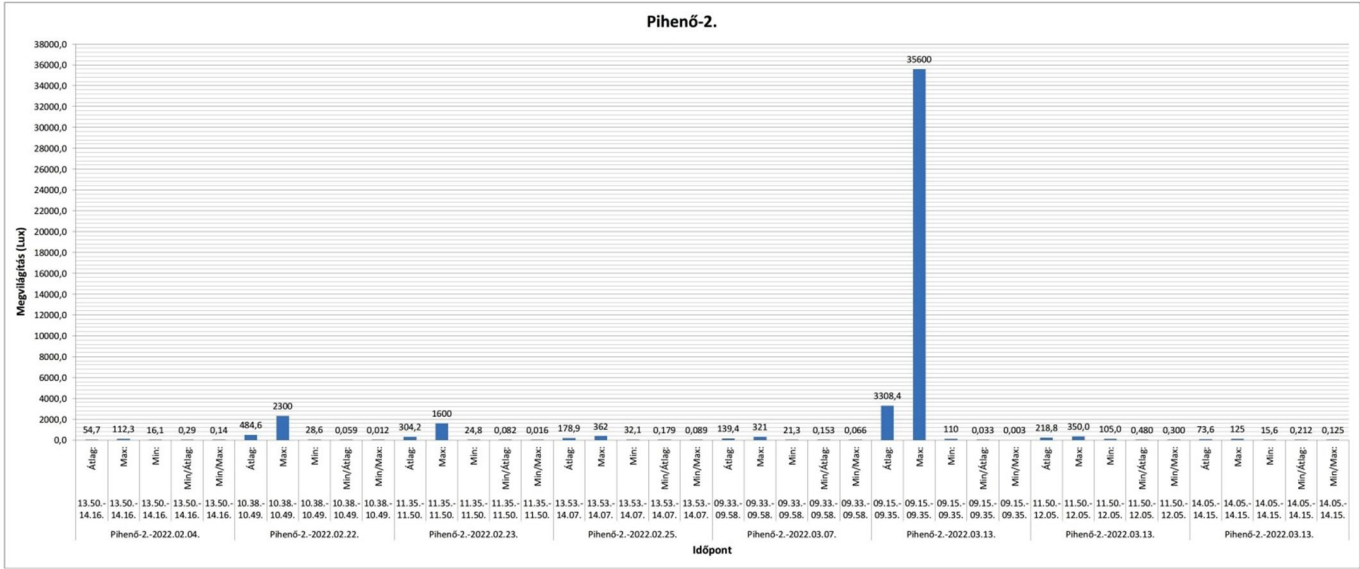


13.56. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.03.13./146 37.)

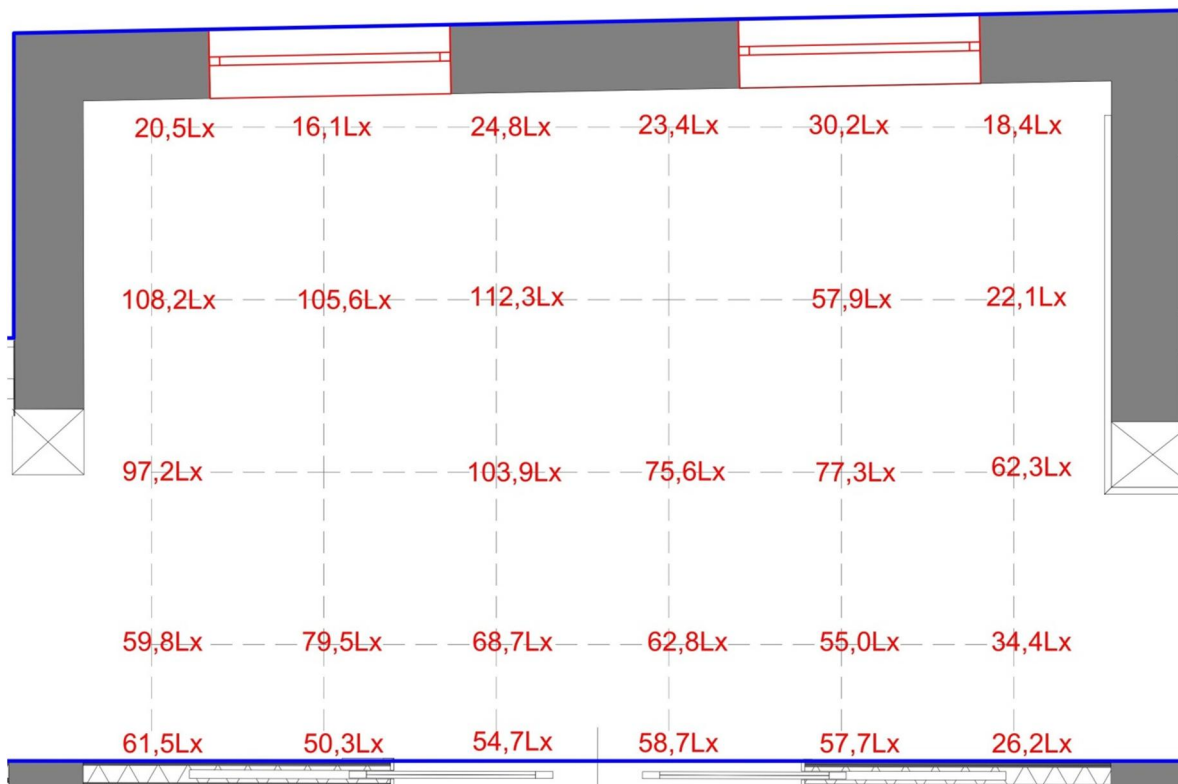
13.7.4. Pihenő-2 mérései

Pihenő-2.-2022.02.04.	13.50.-14.16.	Átlag:	54,7
	13.50.-14.16.	Max:	112,3
	13.50.-14.16.	Min:	16,1
	13.50.-14.16.	Min/Átlag:	0,29
	13.50.-14.16.	Min/Max:	0,14
Pihenő-2.-2022.02.22.	10.38.-10.49.	Átlag:	484,6
	10.38.-10.49.	Max:	2300
	10.38.-10.49.	Min:	28,6
	10.38.-10.49.	Min/Átlag:	0,059
	10.38.-10.49.	Min/Max:	0,012
Pihenő-2.-2022.02.23.	11.35.-11.50.	Átlag:	304,2
	11.35.-11.50.	Max:	1600
	11.35.-11.50.	Min:	24,8
	11.35.-11.50.	Min/Átlag:	0,082
	11.35.-11.50.	Min/Max:	0,016
Pihenő-2.-2022.02.25.	13.53.-14.07.	Átlag:	178,9
	13.53.-14.07.	Max:	362
	13.53.-14.07.	Min:	32,1
	13.53.-14.07.	Min/Átlag:	0,179
	13.53.-14.07.	Min/Max:	0,089
Pihenő-2.-2022.03.07.	09.33.-09.58.	Átlag:	139,4
	09.33.-09.58.	Max:	321
	09.33.-09.58.	Min:	21,3
	09.33.-09.58.	Min/Átlag:	0,153
	09.33.-09.58.	Min/Max:	0,066
Pihenő-2.-2022.03.13.	09.15.-09.35.	Átlag:	3308,4
	09.15.-09.35.	Max:	35600
	09.15.-09.35.	Min:	110
	09.15.-09.35.	Min/Átlag:	0,033
	09.15.-09.35.	Min/Max:	0,003
Pihenő-2.-2022.03.13.	11.50.-12.05.	Átlag:	218,8
	11.50.-12.05.	Max:	350,0
	11.50.-12.05.	Min:	105,0
	11.50.-12.05.	Min/Átlag:	0,480
	11.50.-12.05.	Min/Max:	0,300
Pihenő-2.-2022.03.13.	14.05.-14.15.	Átlag:	73,6
	14.05.-14.15.	Max:	125
	14.05.-14.15.	Min:	15,6
	14.05.-14.15.	Min/Átlag:	0,212
	14.05.-14.15.	Min/Max:	0,125

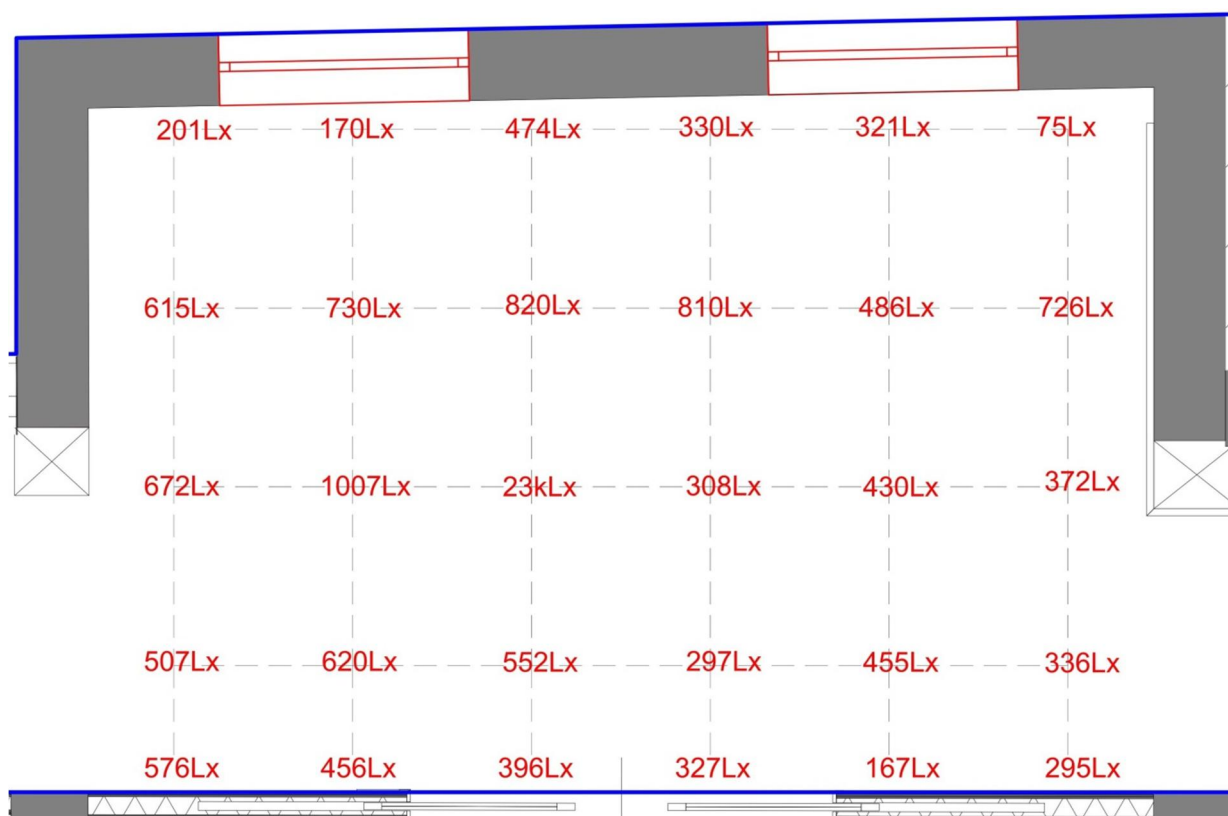
13.22. táblázat Pihenő-2 átlagos megvilágítás mérési számítások



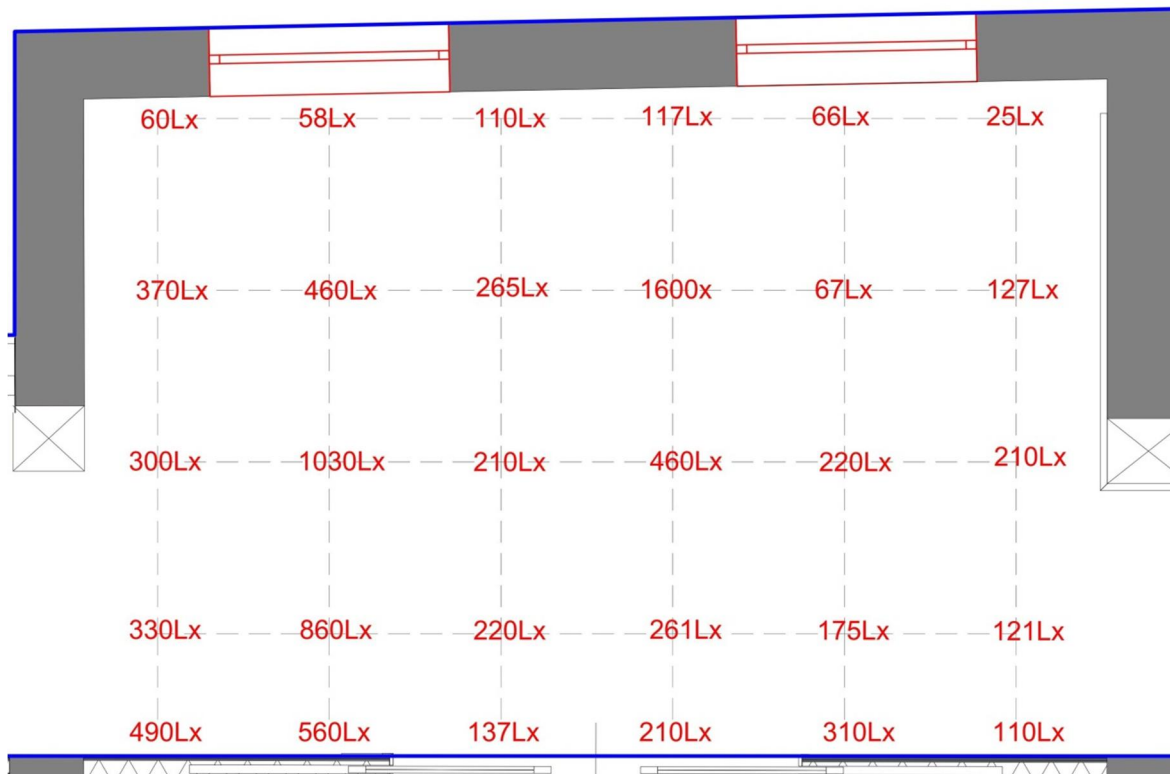
13.57. ábra Pihenő - 2 mérési eredmények grafikus ábrázolása



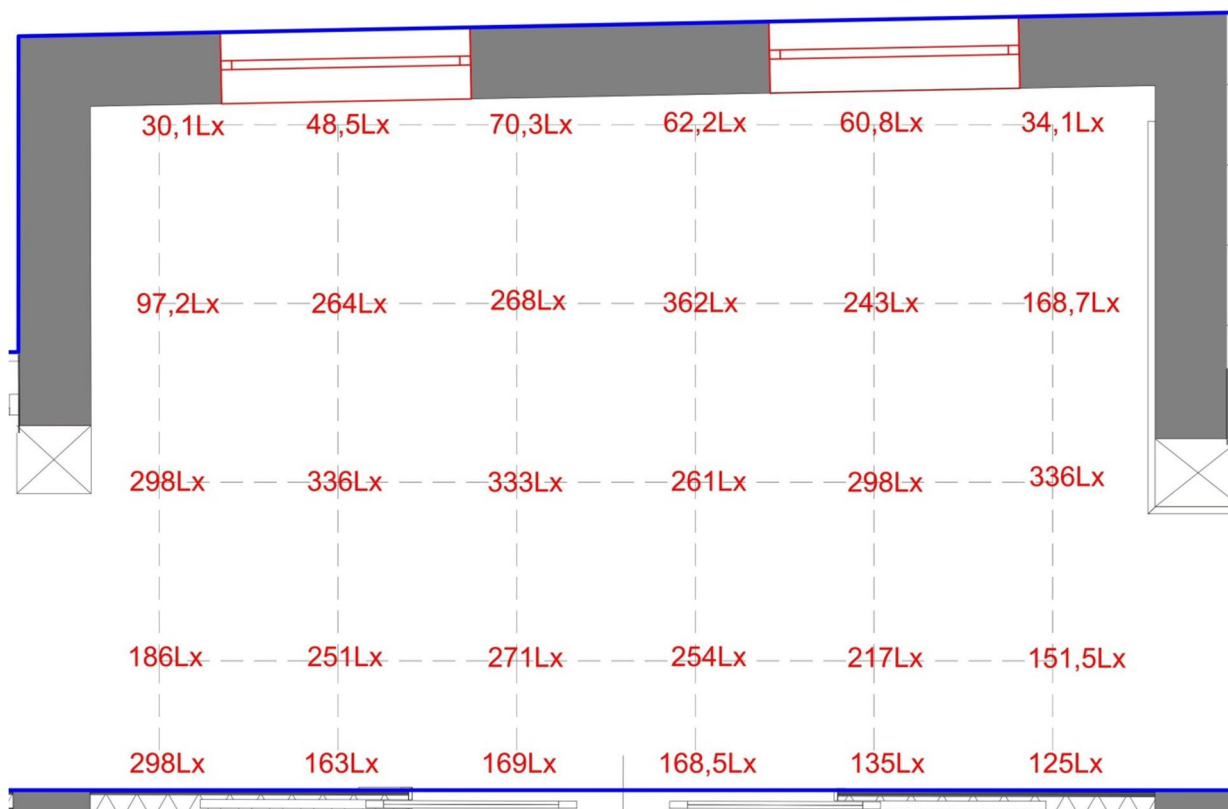
13.58. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.02.04.)



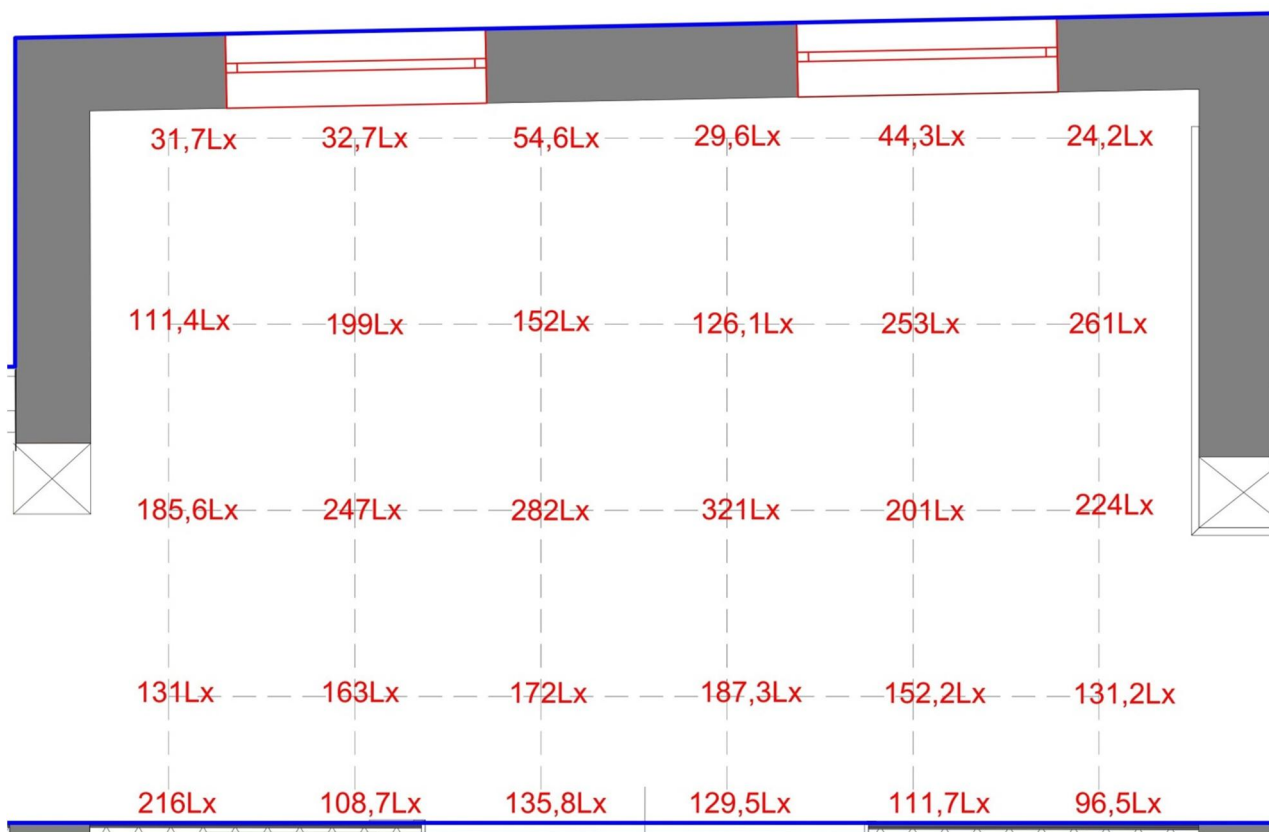
13.59. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.02.22.)



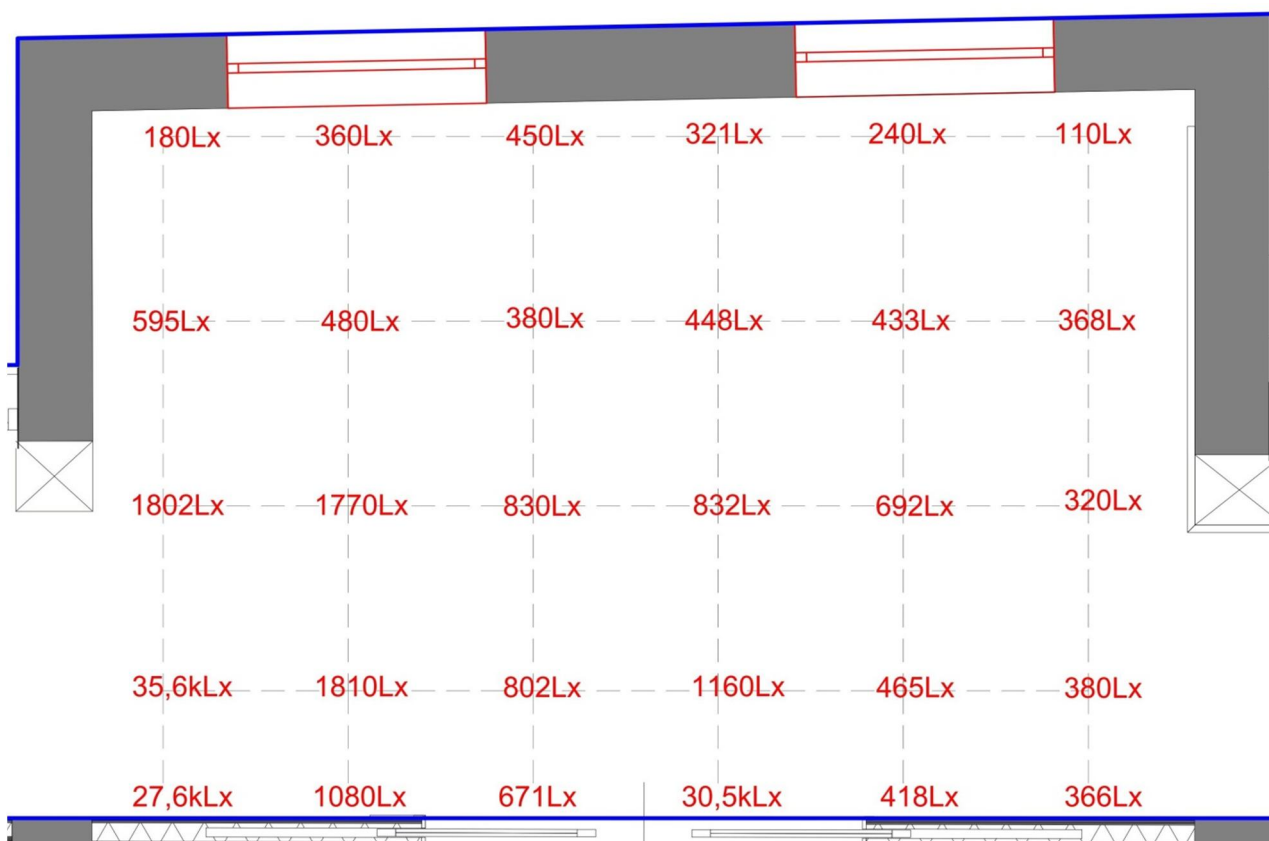
13.60. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.02.23.)



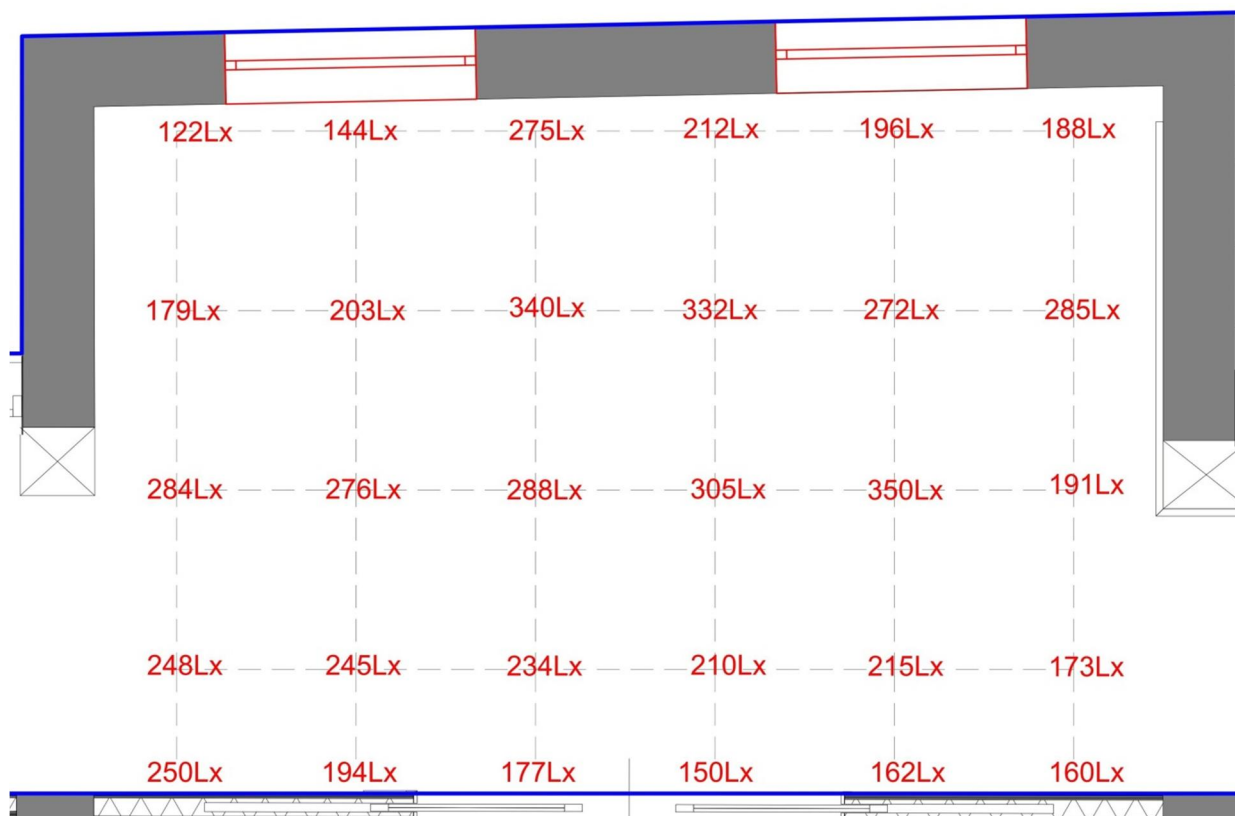
13.61. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.02.25.)



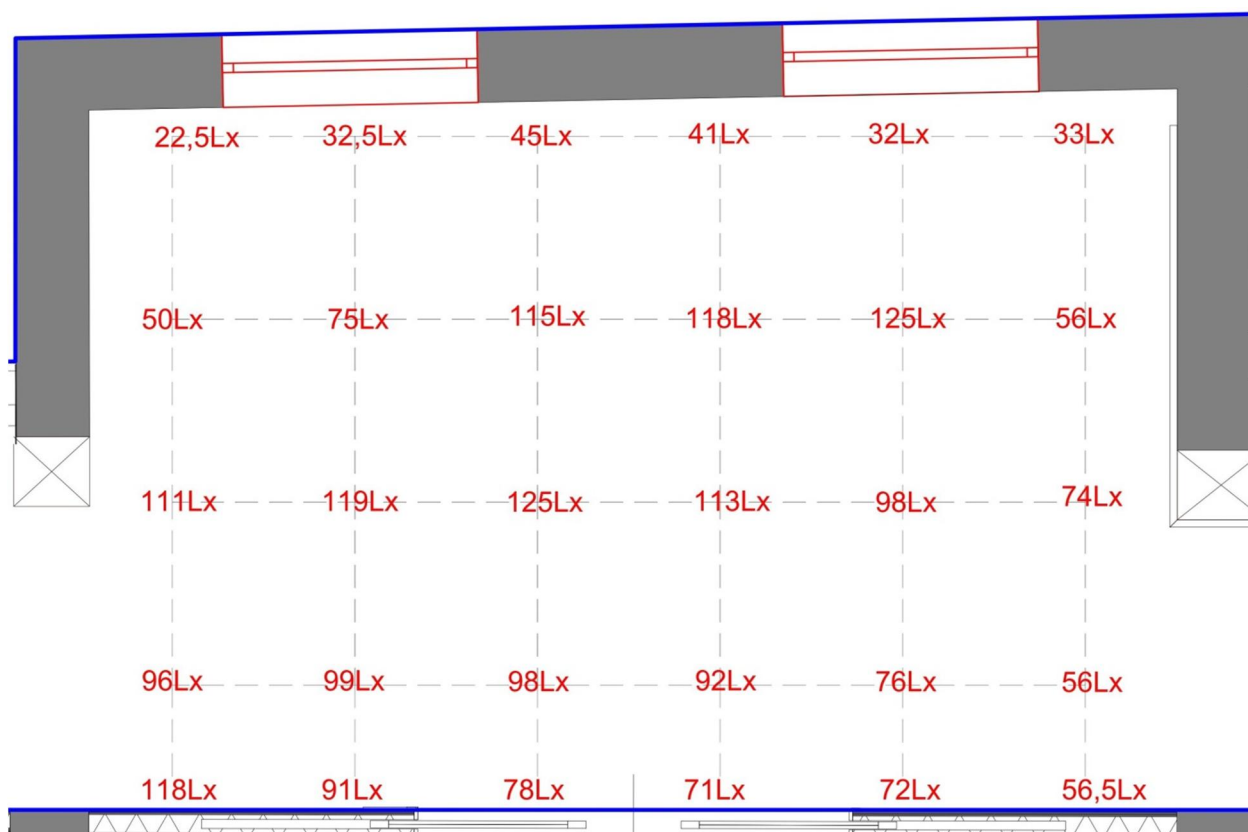
13.62. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.03.07.)



13.63. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.03.13./9615.)



13.64. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.03.13./11650.)



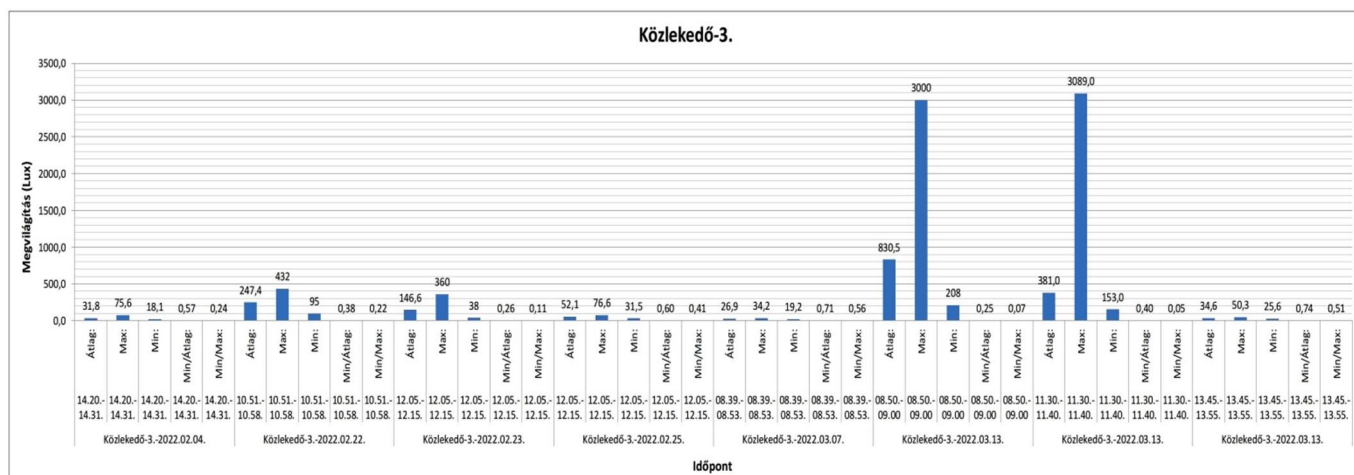
13.65. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.03.13./14605.)

13.7.5. Közlekedő - 3 mérései

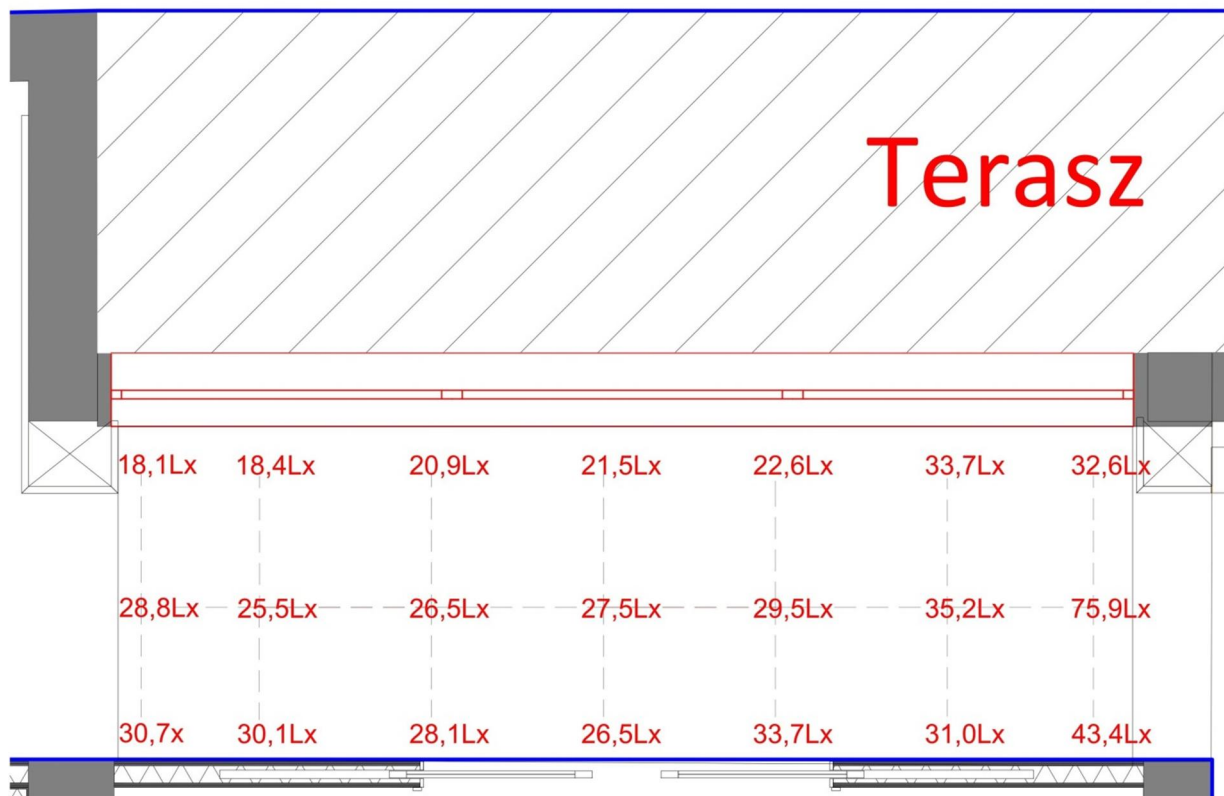
A közlekedő-3 oldal bevilágítója felett terasz helyezkedik el. A terasz, jelentős árnyékoló hatással bír.

Közlekedő-3.- 2022.02.04.	14.20.-14.31.	Átlag:	31,8
	14.20.-14.31.	Max:	75,6
	14.20.-14.31.	Min:	18,1
	14.20.-14.31.	Min/Átlag:	0,57
	14.20.-14.31.	Min/Max:	0,24
Közlekedő-3.- 2022.02.22.	10.51.-10.58.	Átlag:	247,4
	10.51.-10.58.	Max:	432
	10.51.-10.58.	Min:	95
	10.51.-10.58.	Min/Átlag:	0,38
	10.51.-10.58.	Min/Max:	0,22
Közlekedő-3.- 2022.02.23.	12.05.-12.15.	Átlag:	146,6
	12.05.-12.15.	Max:	360
	12.05.-12.15.	Min:	38
	12.05.-12.15.	Min/Átlag:	0,26
	12.05.-12.15.	Min/Max:	0,11
Közlekedő-3.- 2022.02.25.	12.05.-12.15.	Átlag:	52,1
	12.05.-12.15.	Max:	76,6
	12.05.-12.15.	Min:	31,5
	12.05.-12.15.	Min/Átlag:	0,60
	12.05.-12.15.	Min/Max:	0,41
Közlekedő-3.- 2022.03.07.	08.39.-08.53.	Átlag:	26,9
	08.39.-08.53.	Max:	34,2
	08.39.-08.53.	Min:	19,2
	08.39.-08.53.	Min/Átlag:	0,71
	08.39.-08.53.	Min/Max:	0,56
Közlekedő-3.- 2022.03.13.	08.50.-09.00.	Átlag:	830,5
	08.50.-09.00.	Max:	3000
	08.50.-09.00.	Min:	208
	08.50.-09.00.	Min/Átlag:	0,25
	08.50.-09.00.	Min/Max:	0,07
Közlekedő-3.- 2022.03.13.	11.30.-11.40.	Átlag:	381,0
	11.30.-11.40.	Max:	3089,0
	11.30.-11.40.	Min:	153,0
	11.30.-11.40.	Min/Átlag:	0,40
	11.30.-11.40.	Min/Max:	0,05
Közlekedő-3.- 2022.03.13.	13.45.-13.55.	Átlag:	34,6
	13.45.-13.55.	Max:	50,3
	13.45.-13.55.	Min:	25,6
	13.45.-13.55.	Min/Átlag:	0,74
	13.45.-13.55.	Min/Max:	0,51

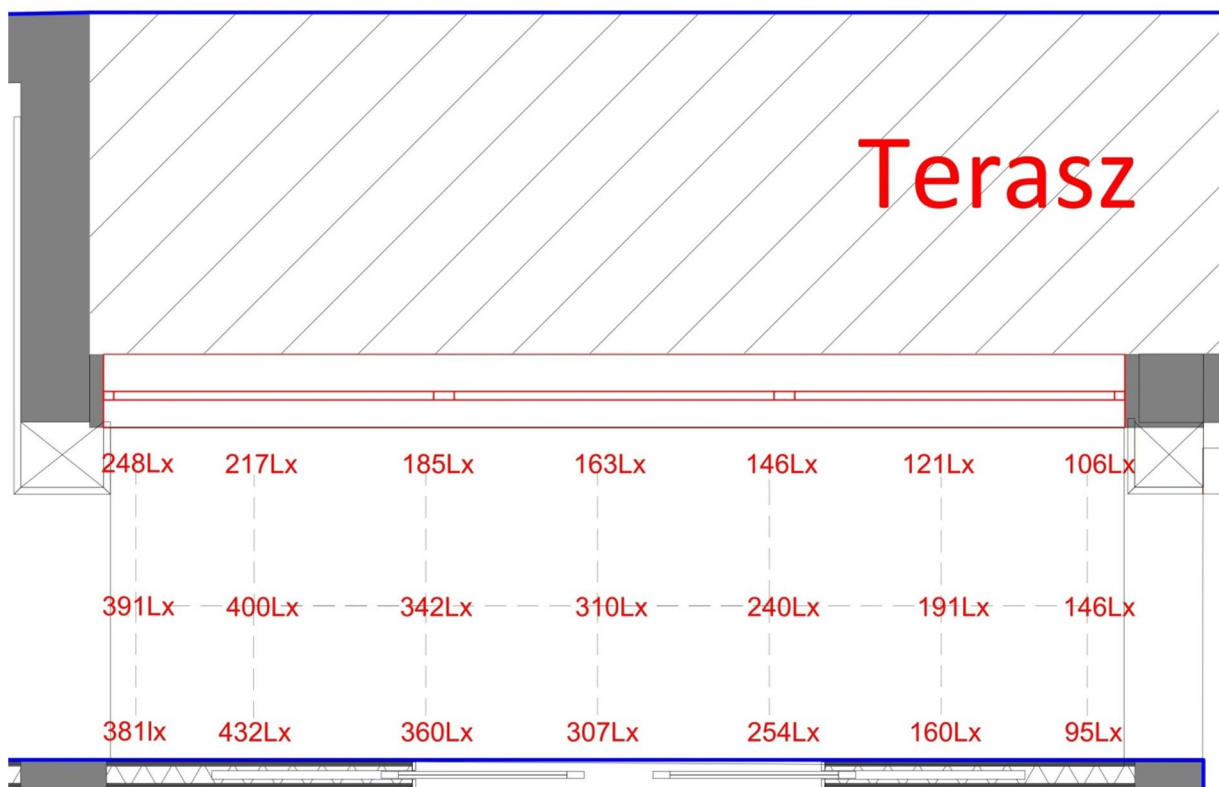
13.23. táblázat Közlekedő - 3 átlagos megvilágítás mérési számítások



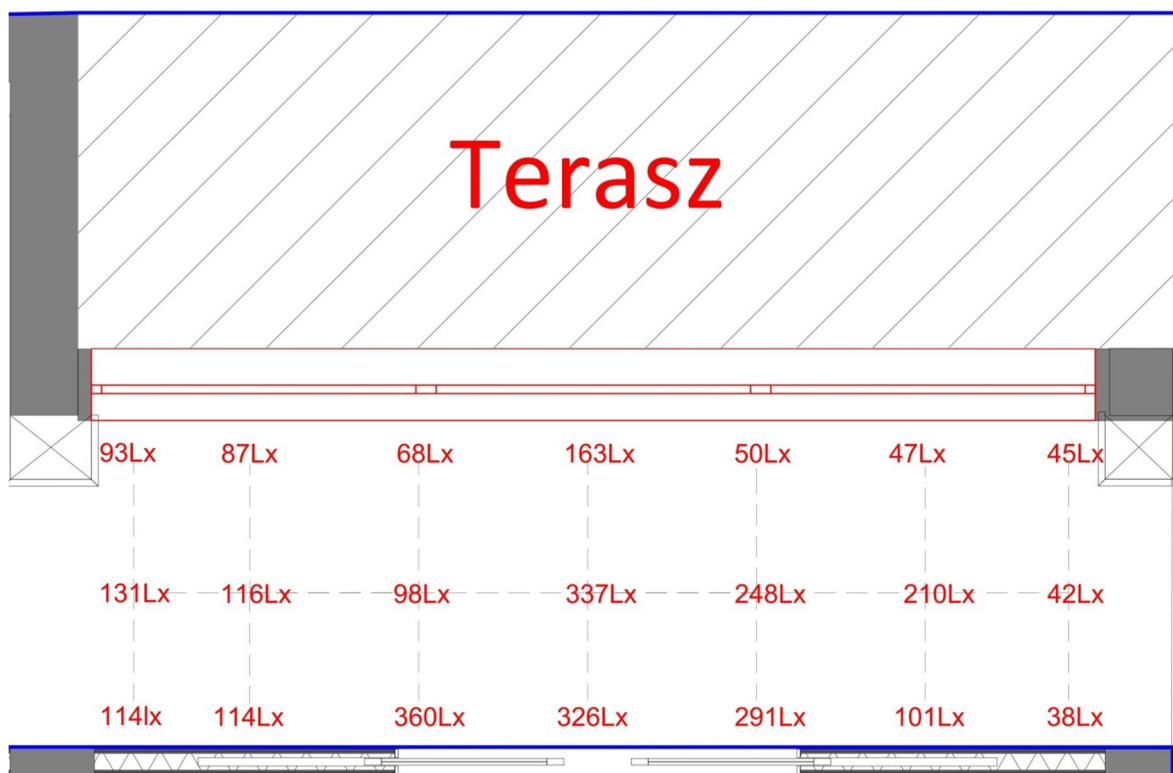
13.66. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények grafikus ábrázolása



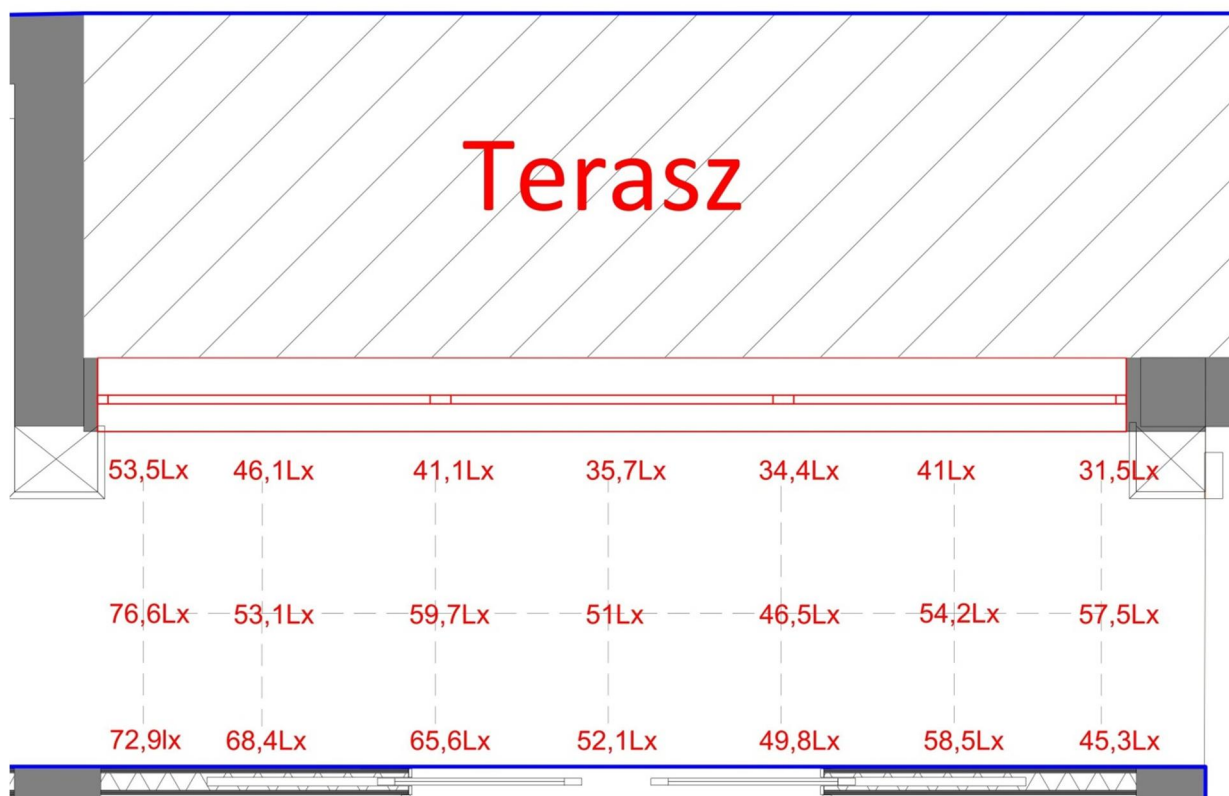
13.67. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.02.04.)



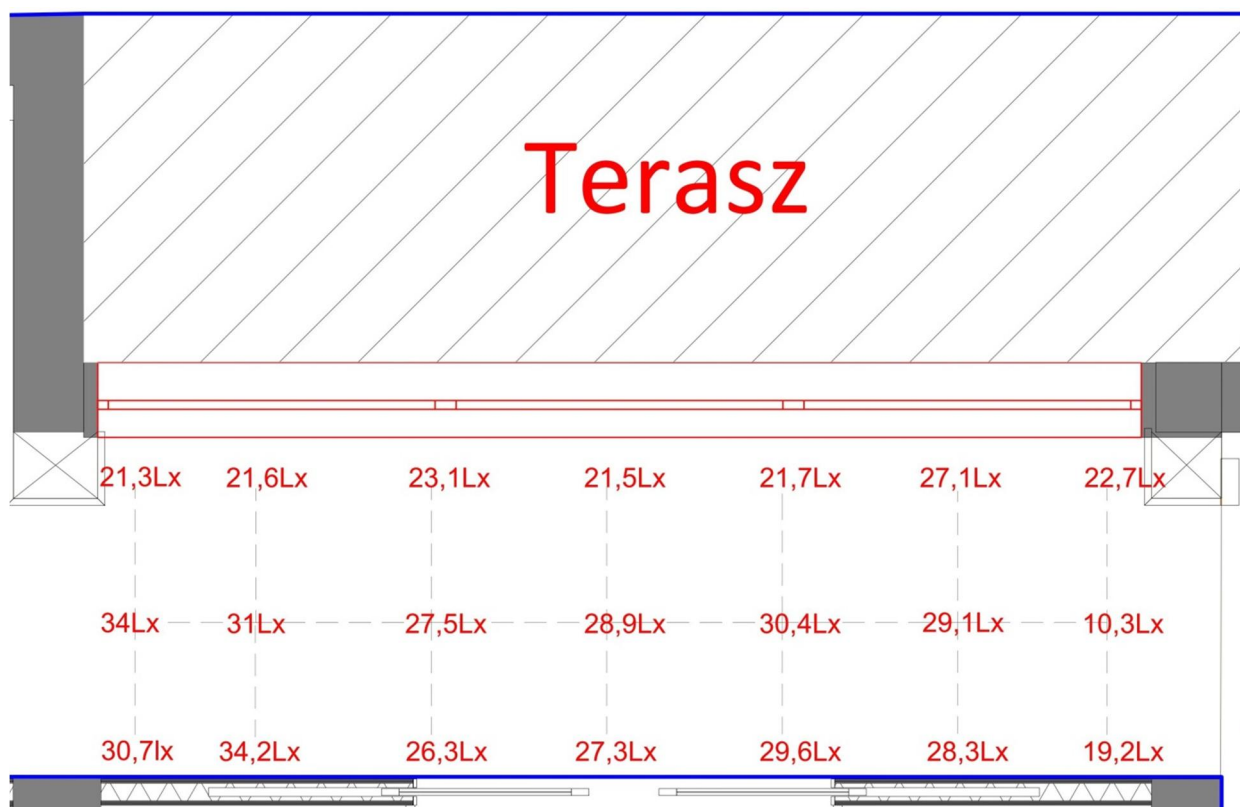
13.68. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.02.22.)



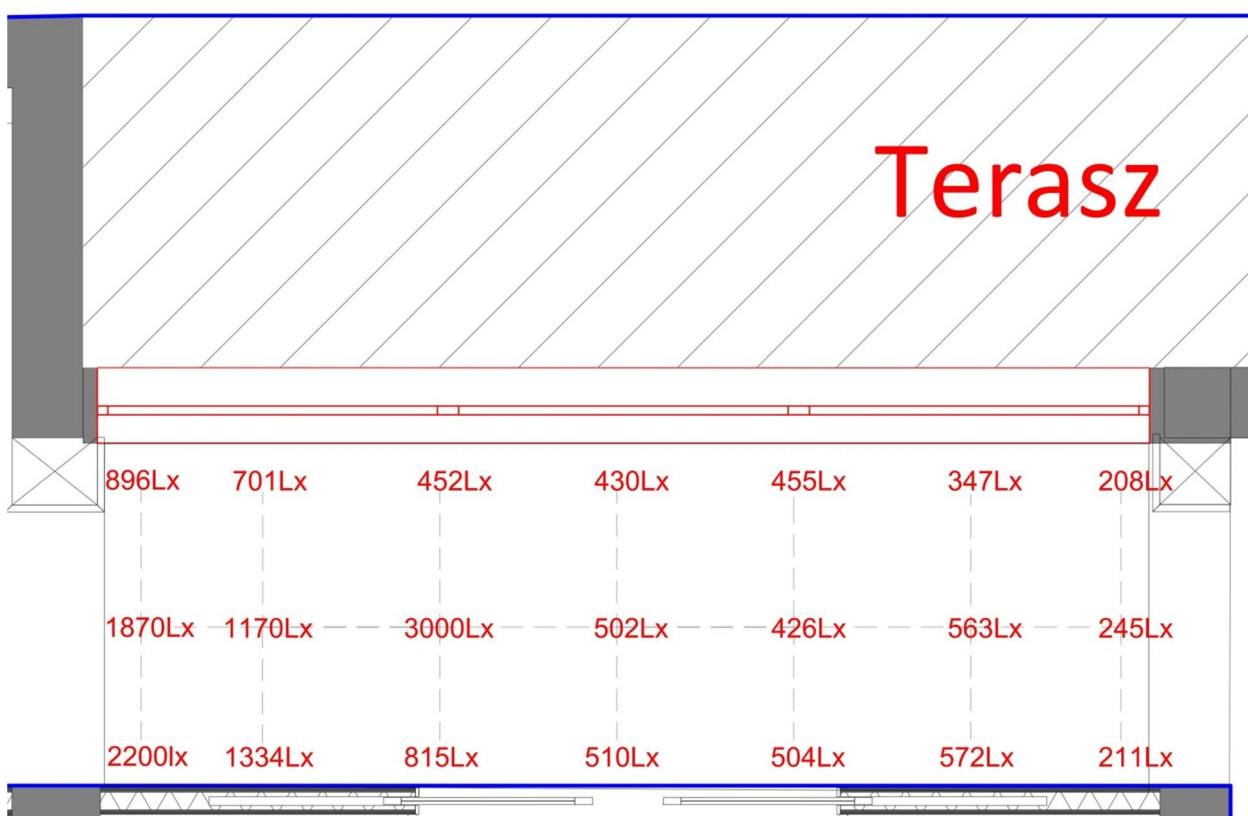
13.69. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.02.23.)



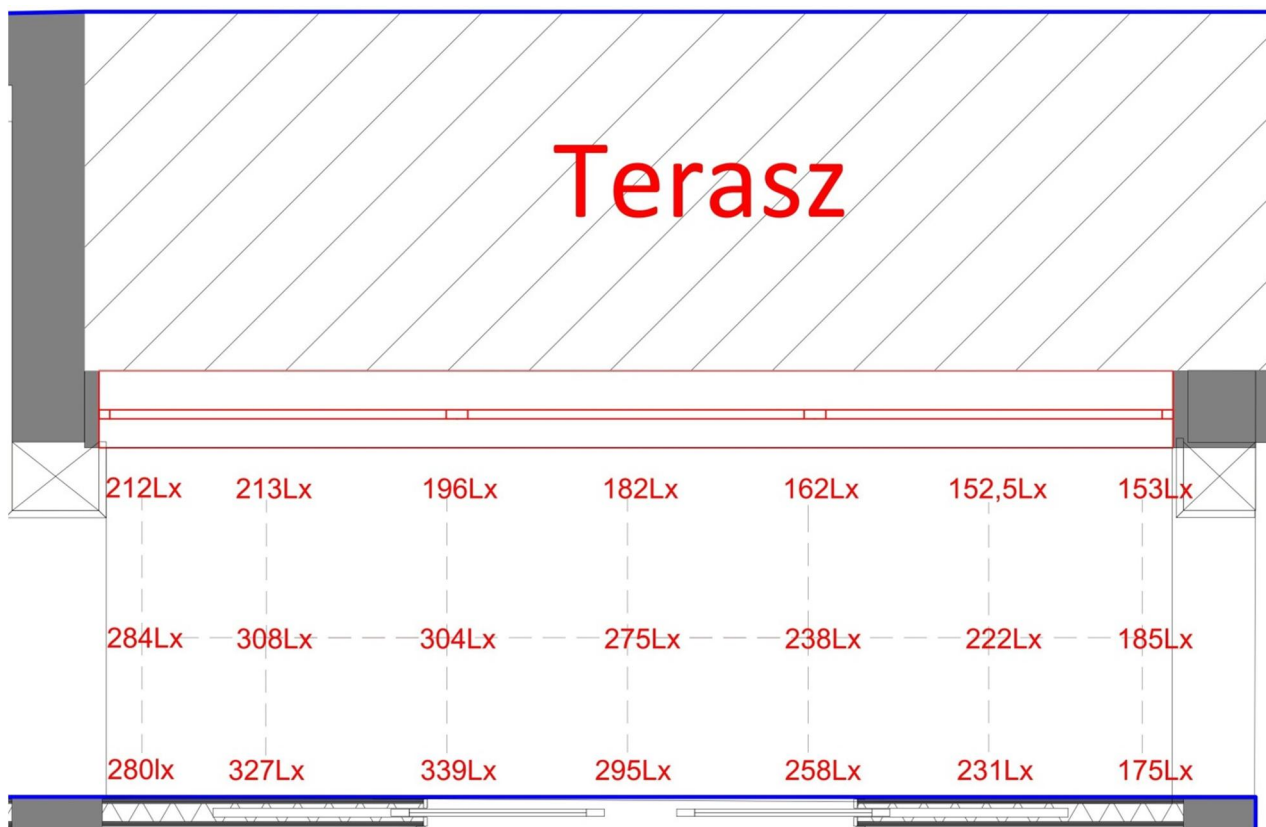
13.70. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.02.25.)



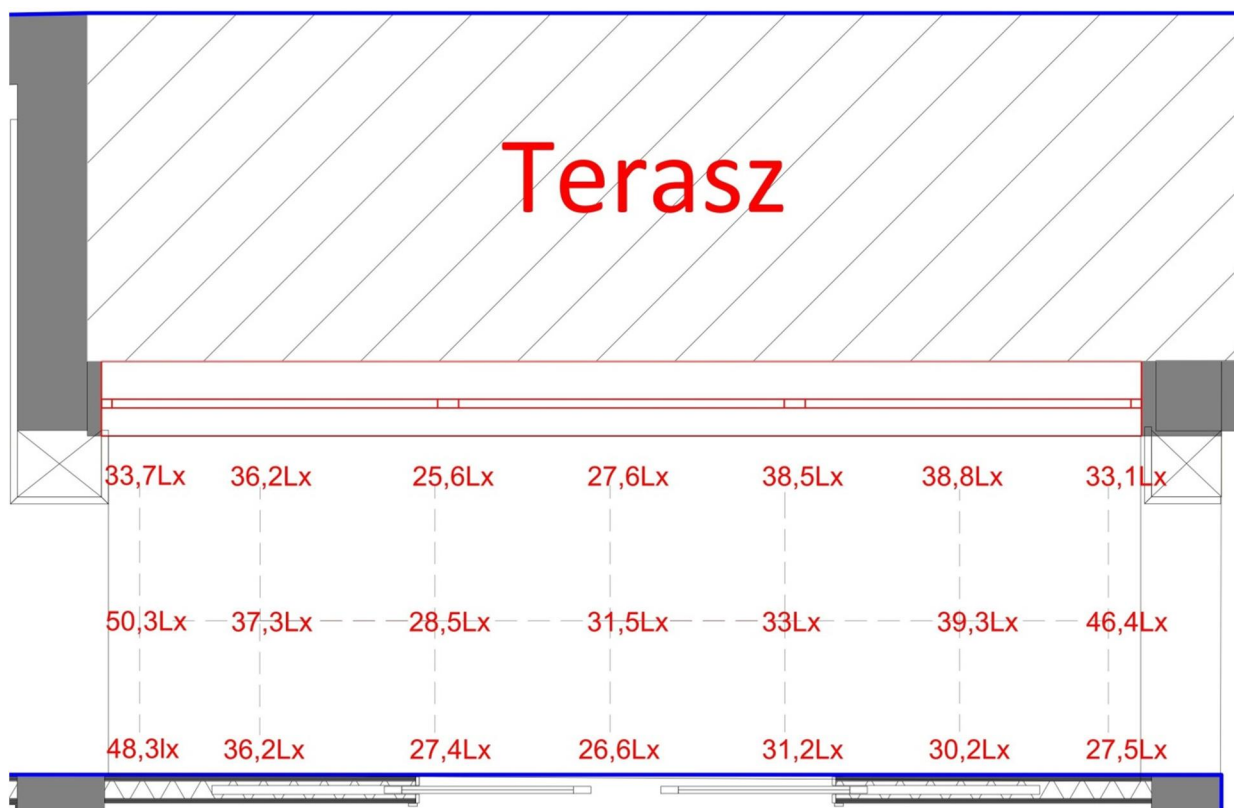
13.71. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.03.07.)



13.72. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.03.13./8650.)



13.73. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.03.13./11630.)



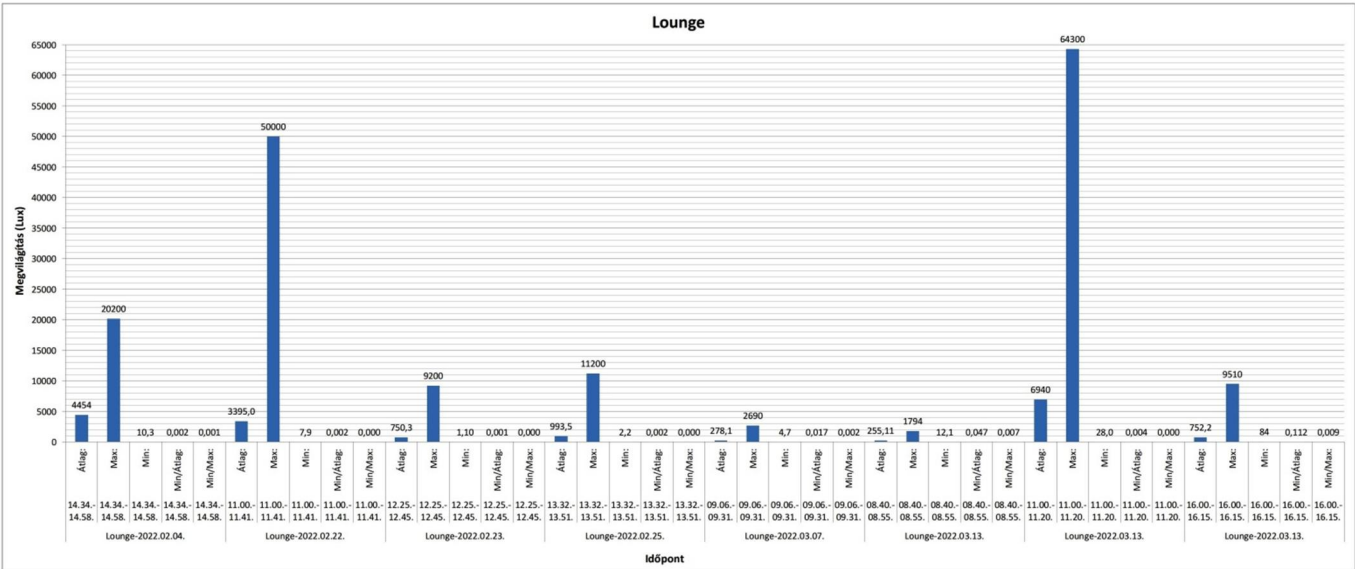
13.74. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.03.13./13645.)

13.7.6. Lounge mérései

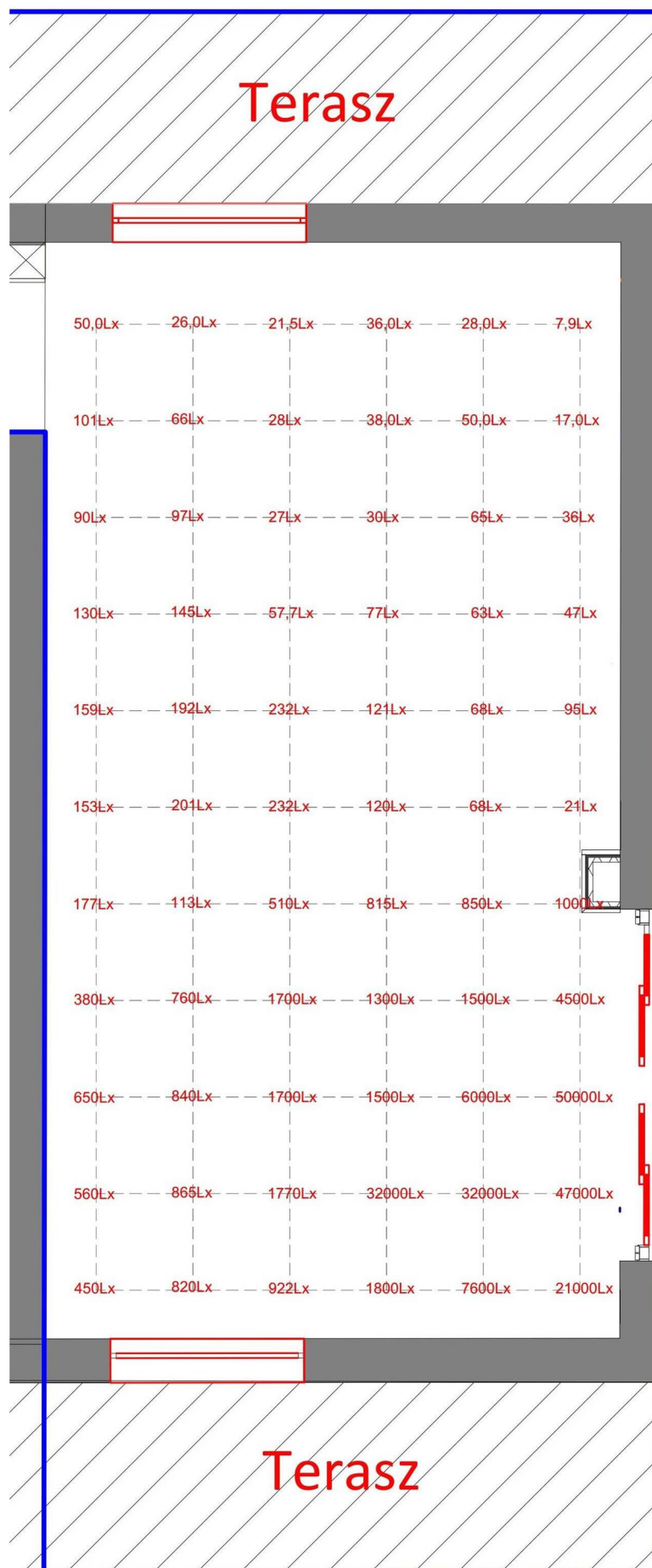
A Lounge kér oldalbevilágítója felett (medence és belső udvar oldali bevilágítók) terasz helyezkedik el. A teraszok, jelentős árnyékoló hatással bírnak.

Lounge-2022.02.04.	14.34.-14.58.	Átlag:	4454
	14.34.-14.58.	Max:	20200
	14.34.-14.58.	Min:	10,3
	14.34.-14.58.	Min/Átlag:	0,002
	14.34.-14.58.	Min/Max:	0,001
Lounge-2022.02.22.	11.00.-11.41.	Átlag:	3395,0
	11.00.-11.41.	Max:	50000
	11.00.-11.41.	Min:	7,9
	11.00.-11.41.	Min/Átlag:	0,002
	11.00.-11.41.	Min/Max:	0,000
Lounge-2022.02.23.	12.25.-12.45.	Átlag:	750,3
	12.25.-12.45.	Max:	9200
	12.25.-12.45.	Min:	1,10
	12.25.-12.45.	Min/Átlag:	0,001
	12.25.-12.45.	Min/Max:	0,000
Lounge-2022.02.25.	13.32.-13.51.	Átlag:	993,5
	13.32.-13.51.	Max:	11200
	13.32.-13.51.	Min:	2,2
	13.32.-13.51.	Min/Átlag:	0,002
	13.32.-13.51.	Min/Max:	0,000
Lounge-2022.03.07.	09.06.-09.31.	Átlag:	278,1
	09.06.-09.31.	Max:	2690
	09.06.-09.31.	Min:	4,7
	09.06.-09.31.	Min/Átlag:	0,017
	09.06.-09.31.	Min/Max:	0,002
Lounge-2022.03.13.	08.40.-08.55.	Átlag:	255,11
	08.40.-08.55.	Max:	1794
	08.40.-08.55.	Min:	12,1
	08.40.-08.55.	Min/Átlag:	0,047
	08.40.-08.55.	Min/Max:	0,007
Lounge-2022.03.13.	11.00.-11.20.	Átlag:	6940
	11.00.-11.20.	Max:	64300
	11.00.-11.20.	Min:	28,0
	11.00.-11.20.	Min/Átlag:	0,004
	11.00.-11.20.	Min/Max:	0,000
Lounge-2022.03.13.	16.00.-16.15.	Átlag:	752,2
	16.00.-16.15.	Max:	9510
	16.00.-16.15.	Min:	84
	16.00.-16.15.	Min/Átlag:	0,112
	16.00.-16.15.	Min/Max:	0,009

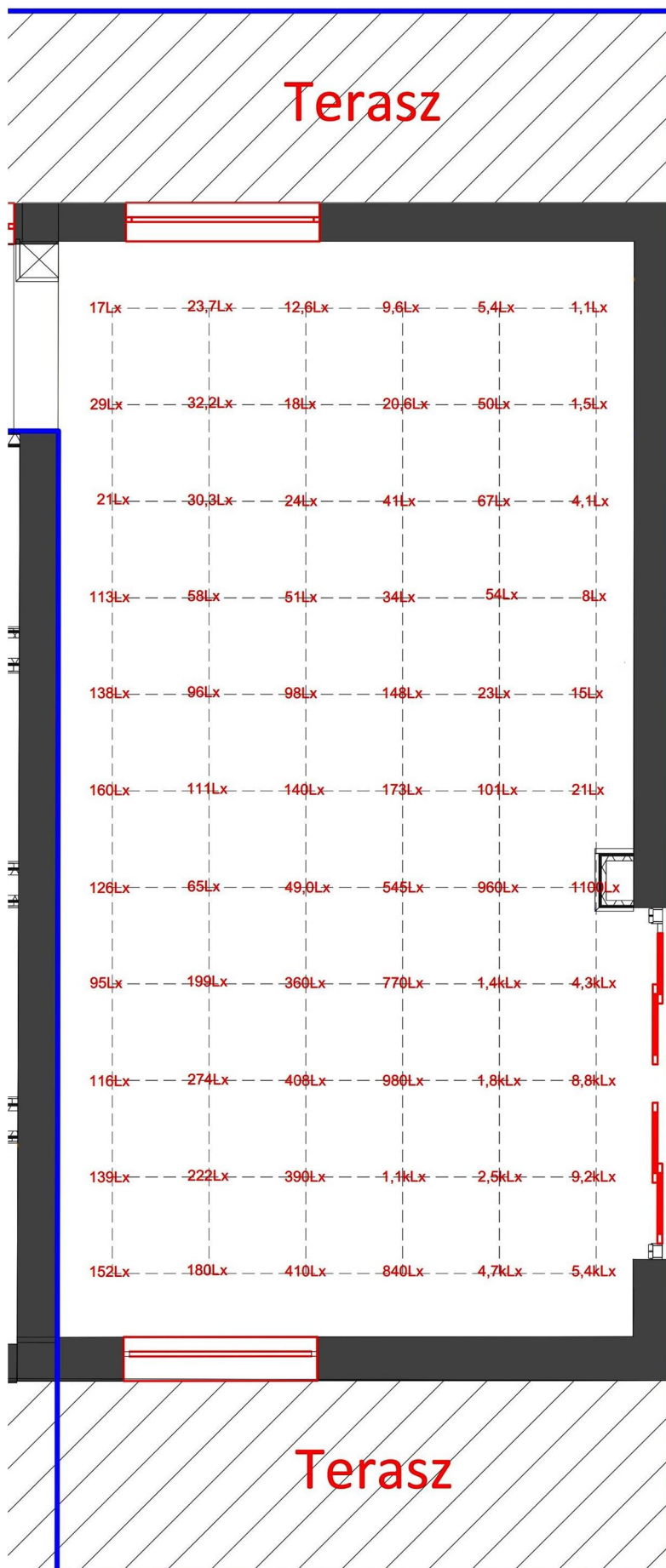
13.24. táblázat Lounge átlagos megvilágítás mérési számítások



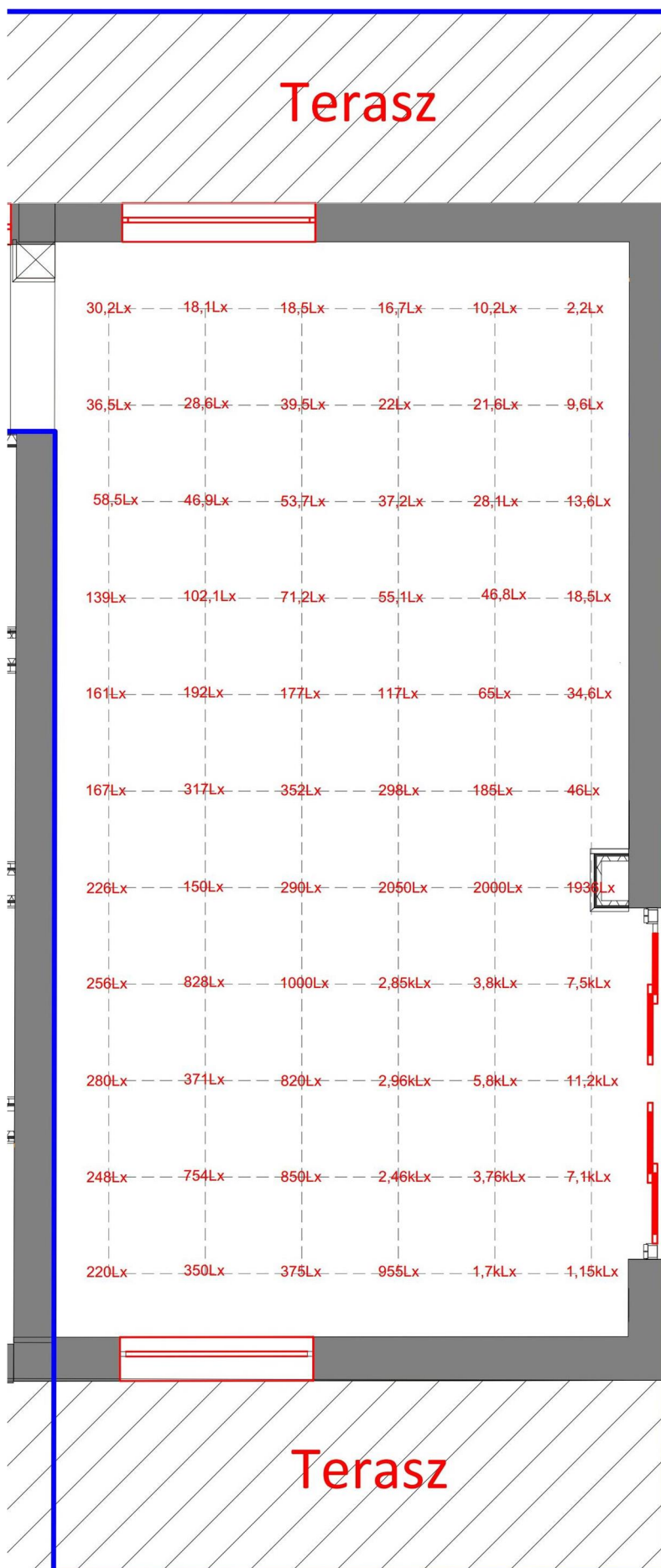
13.75. ábra Lounge mérési eredmények grafikus ábrázolása



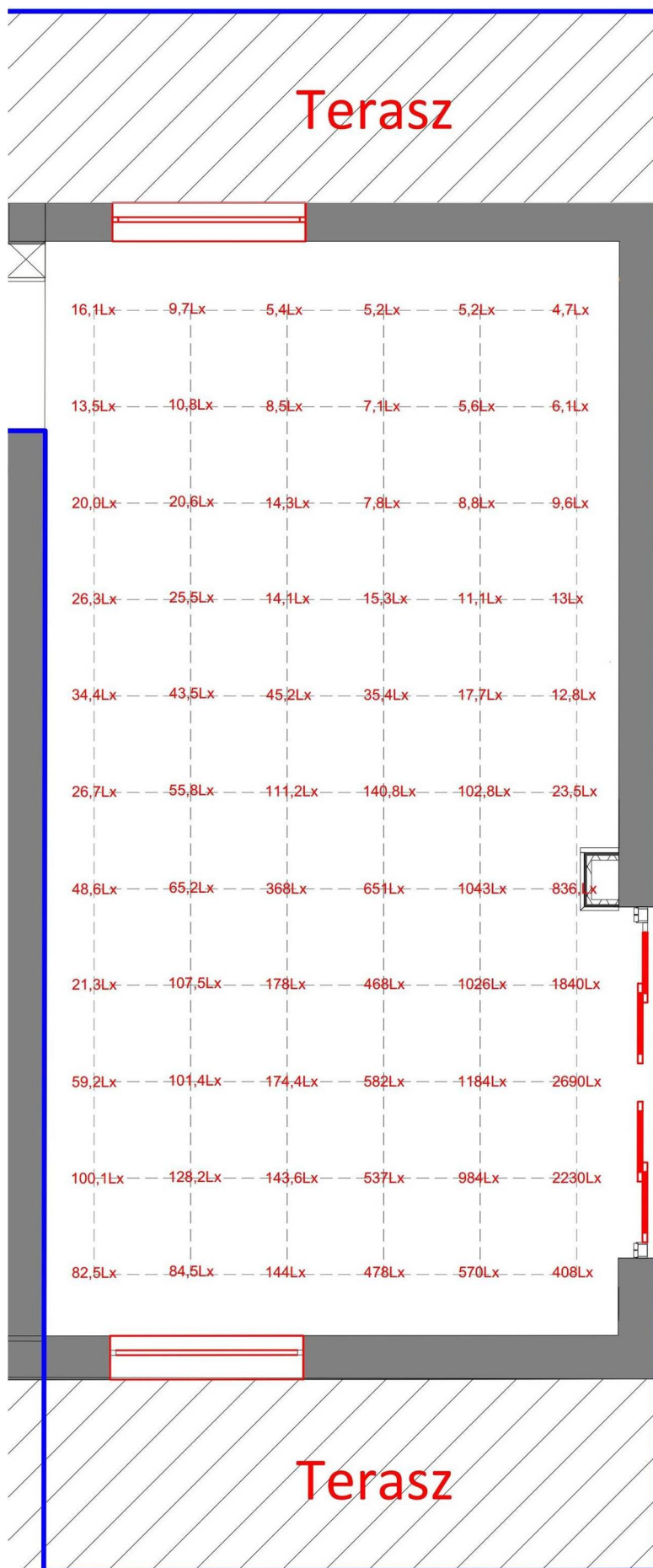
13.76. ábra Lounge mérési eredmények (2022.02.22)



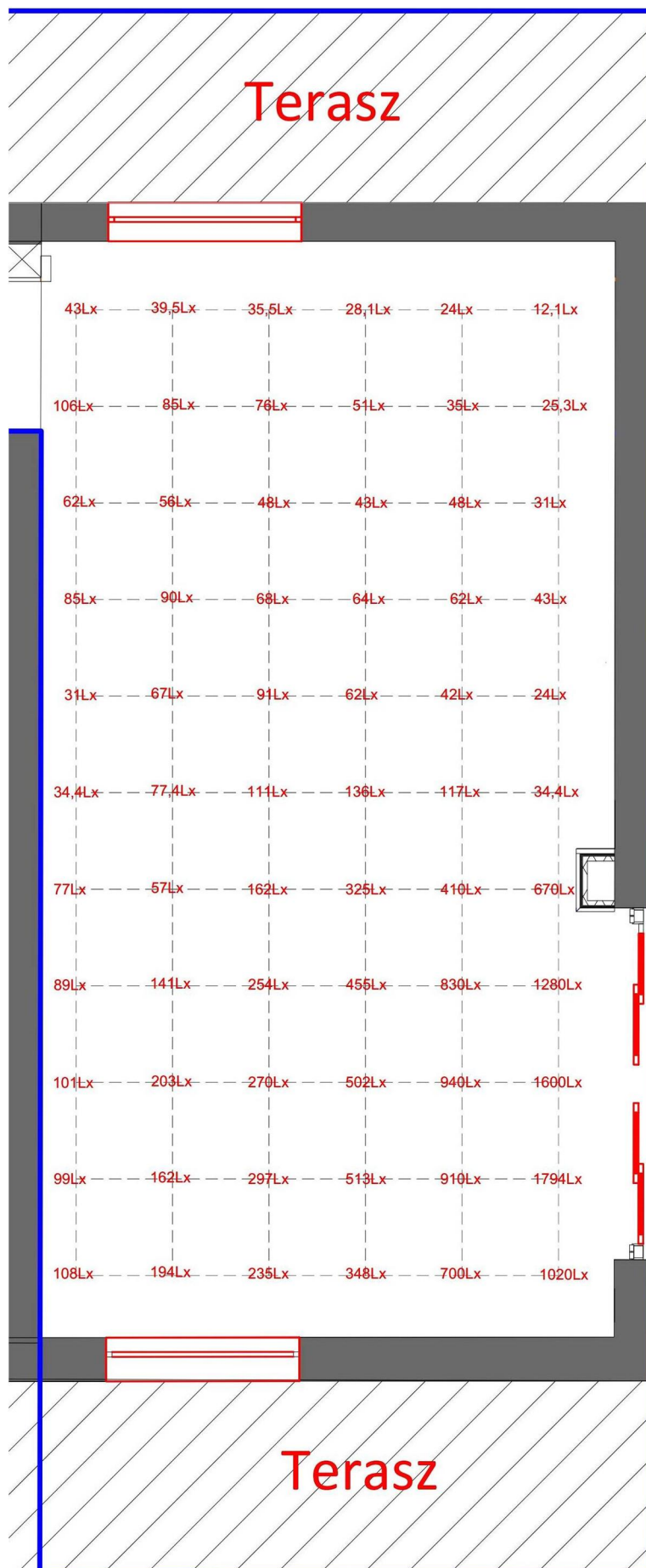
13.77. ábra Lounge mérési eredmények (2022.02.23)



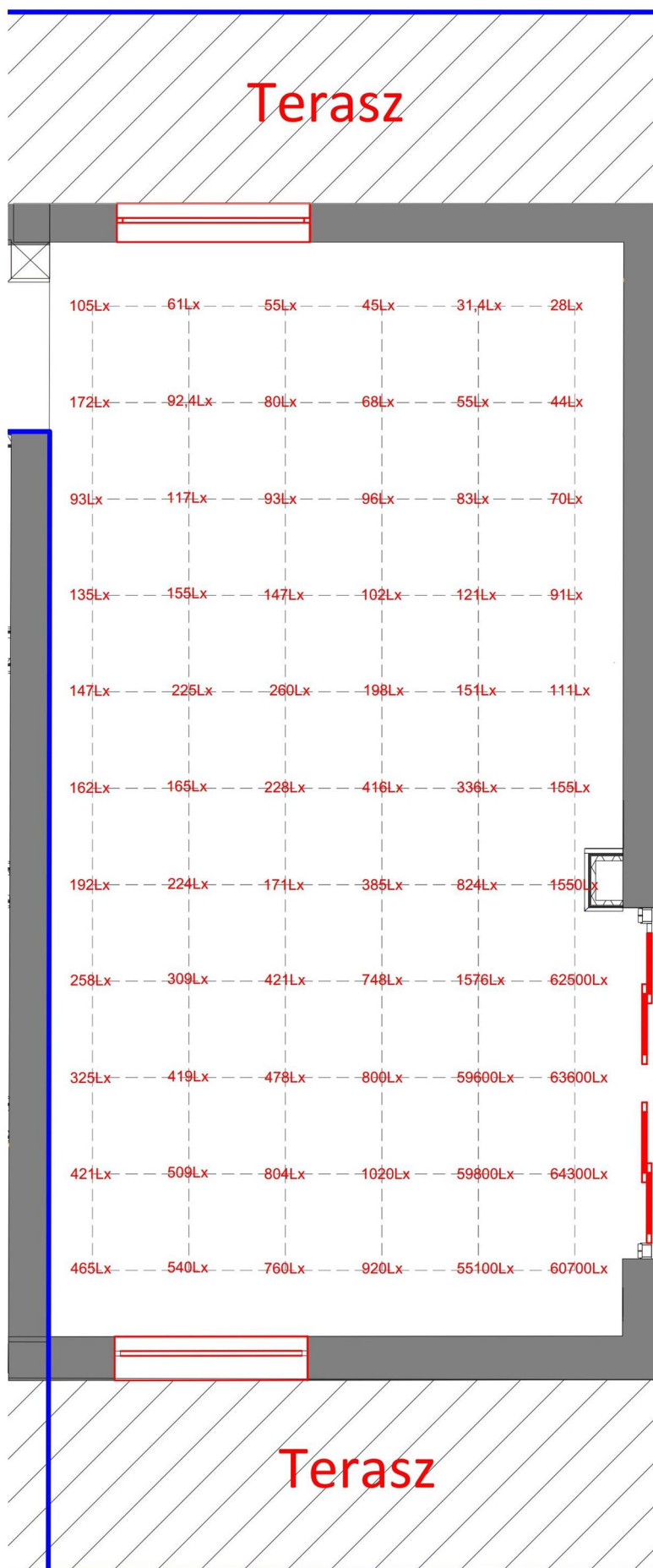
13.78. ábra Lounge mérési eredmények (2022.02.25.)



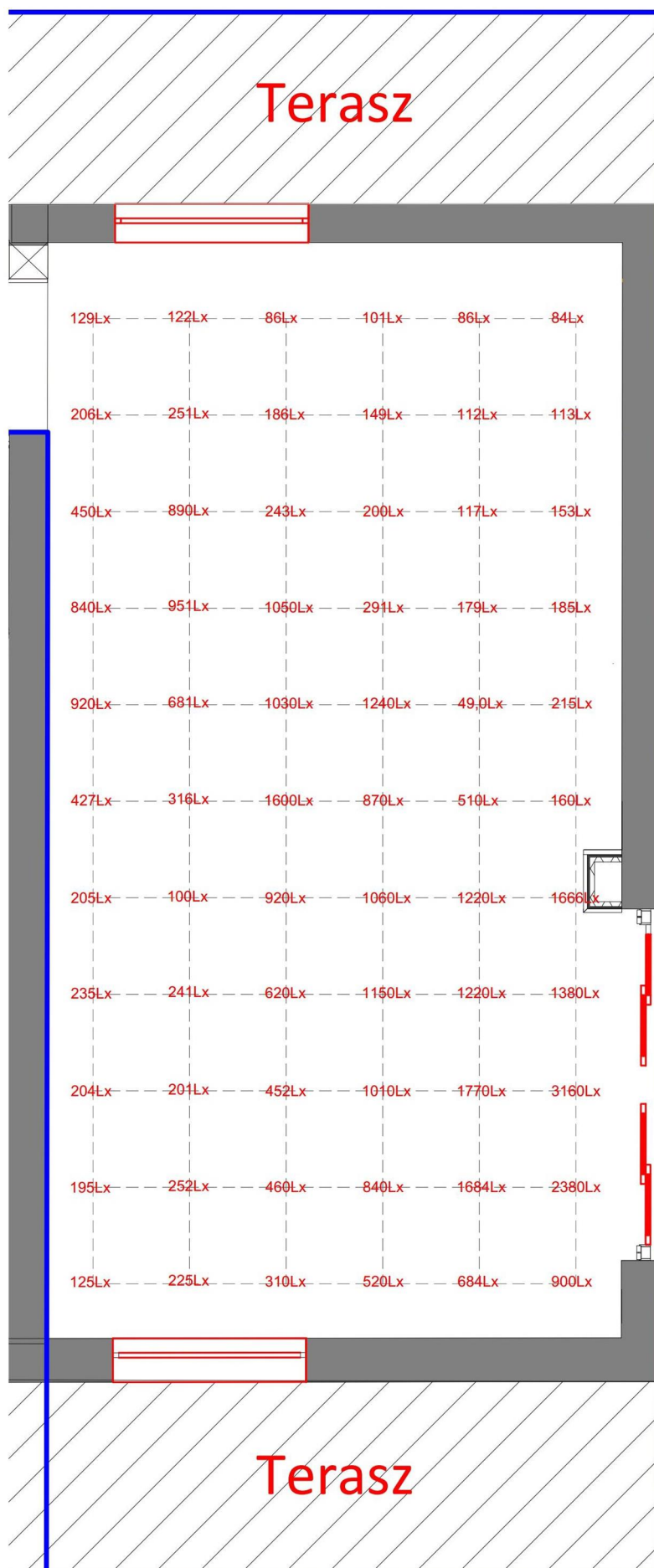
13.79. ábra Lounge mérési eredmények (2022.03.07.)



13.80. ábra Lounge mérési eredmények (2022.03.13./86 40.)



13.81. ábra Lounge mérési eredmények (2022.03.13./116 00.)



13.82. ábra Lounge mérési eredmények (2022.03.13./166 00.)

13.7.7. Megvilágítási szintre kapcsoló Luxomat szenzor adatlapja

B.E.G. LUXOMAT® PD11-M-1C-FLAT/PD11-S



EN

Installation and Operating Instruction for B.E.G. - Occupancy detectors PD11-M-1C-FLAT/PD11-S

1. Product information

- Extremely slim design with spring clips for easy and time-saving installation directly in suspended ceilings
- Remote controllable occupancy detector **LUXOMAT®** PD11-M-1C-FLAT-FC for indoor applications in the version master with circular detection area
- One switching channel for switching light
- Configuration and operation with the optional remote control possible **LUXOMAT®** IR-PD-1C (Accessories)
- Version as Master/Slave

2. Operation

The presence detector controls the light automatically according to people present (movements) and the ambient brightness.

The integrated light sensor constantly measures the ambient light and compares it with the brightness level on the detector. If the ambient light is sufficient, lighting will not be switched on. If the ambient light level is below the brightness level, a movement activates the lighting in the room.

The detector switch the light off, if there is enough natural light for 15 min. or until the follow-up time do not recognized any movement in the room.

3. Safety information

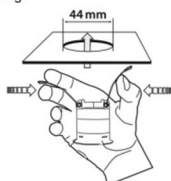
Work on the 230 V mains supply may only be carried out by qualified professionals or by instructed persons under the direction and supervision of qualified skilled electrical personnel in accordance with electrotechnical regulations.

Disconnect supply before installing!

This device is not suitable for disconnection.

4. Mounting

A circular opening of diameter 44 mm must be produced in the ceiling.



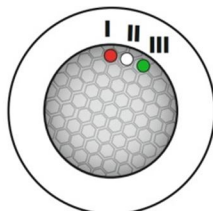
Having connected up the cables in accordance with regulations, the detector is inserted into the opening as shown in the drawing opposite and fixed into position with the assistance of the spring clips.



For mounting into luminaires use the supplied clamp ring and remove the spring clips.

In Master-/Slave-operation the master device must always be installed at location with least daylight.

5. Position LEDs



LED I red
LED II white
LED III green

6. Self test cycle/Startup behavior

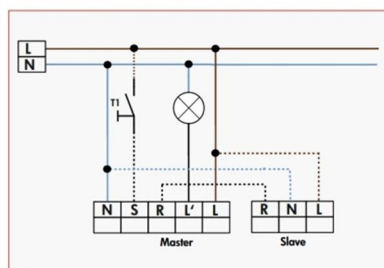
The product enters an initial 60-second self-test cycle, when the supply is first connected. During this time the device does not respond to movement and stays on.

The initialization mode can be changed by using the remote control.

After the self-test cycle (60s), the detector is ready for operation. There are no further settings necessary. The factory settings of brightness threshold and delay time are explained in the technical data.

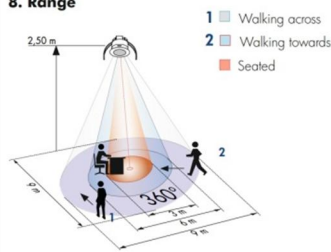
7. Wiring diagram

Standard mode with Master/Slave

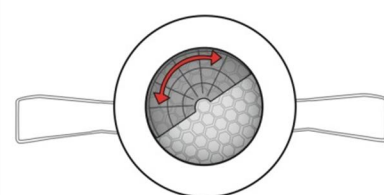


Connected slaves must have the same phase as the master.

8. Range



9. Exclude sources of interference



If the detection zone is too large, or areas covered that should not be monitored, use the blinds to reduced or limited those areas.

10. Technical data

Power supply: 110-240 VAC, 50/60 Hz
Power consumption: ca. 0.35 W
Ambient temperature: -25°C – +50°C
Degree of protection/class: IP20 / II
Switching power / contact: 2300 W cos φ=1
1150 VA cos φ=0.5, µContact
500 Lux, 10 min.
Factory reset:
Recommended height for mounting: 2 - 3 m
Range of coverage Ø H 2,50 m / T = 18° C: seated 3 m / tangential 9 m / radial 6 m
Area of coverage: circular 360°
Brightness threshold: 10 - 2000 Lux
Follow-up time: 5 - 30 min.
Settings can be changed by using the optional remote control
Dimensions: H 60 x Ø 52 mm

Technical data PD11-Slave

Power supply: 110-240 VAC, 50/60 Hz
Impulse output: Optocoupler max. 2 W
Impulse duration: 9 s

CE Declaration of Conformity:

This product respects the directives concerning
1. electromagnetic compatibility (2014/30/EU)
2. low voltage (2014/35/EU)
3. restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (2011/65/EU)

11. Article / Part nr. / Accessory

Article	FC
PD11-M-1C-FLAT-FC	92583
PD11-S	92593

LUXOMAT® Remote control:
IR-PD-1C (incl. wall bracket) 92520
IR-PD-Mini 92159

12. Manual switching

S-terminal:

By pressing the pushbutton, the phase can be given to the S terminal.
To turn on or off, press the light briefly. The light will remain on or off, as people are detected plus the follow-up time.

R-terminal:

The R terminal is used for connecting the slave to the master. Alternatively, the phase can be set by a switch on the R terminal. If the phase is longer then 10 sec. on, the detector switches to permanent mode, as long as the pushbutton is closed.

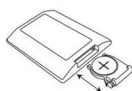
13. LED-functional indicators

LED function indicators after each mains recovery (60sec. initialisation period)	
Operating state	LED function indicators
Factory program active	White, red and green flash in quick succession for 10 sec., then initialisation indicators, see below
	Indicator unprogrammed
Standard mode	Red flashes

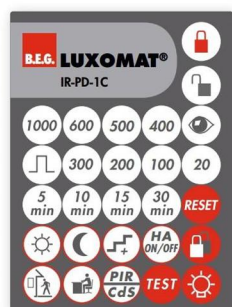
LED function indicators during operation	
Process	LED function indicators
Motion detection	Red flashes on each detected movement
Too bright detected	Green flashes
Light measurement active	Green flashes once every 10 sec.

14. Putting into operation of the remote control IR-PD-1C (optional)

Remote control LUXOMAT® IR-PD-1C



Check Battery: Open battery compartment by pressing the plastic springs together and removing the battery-holder.

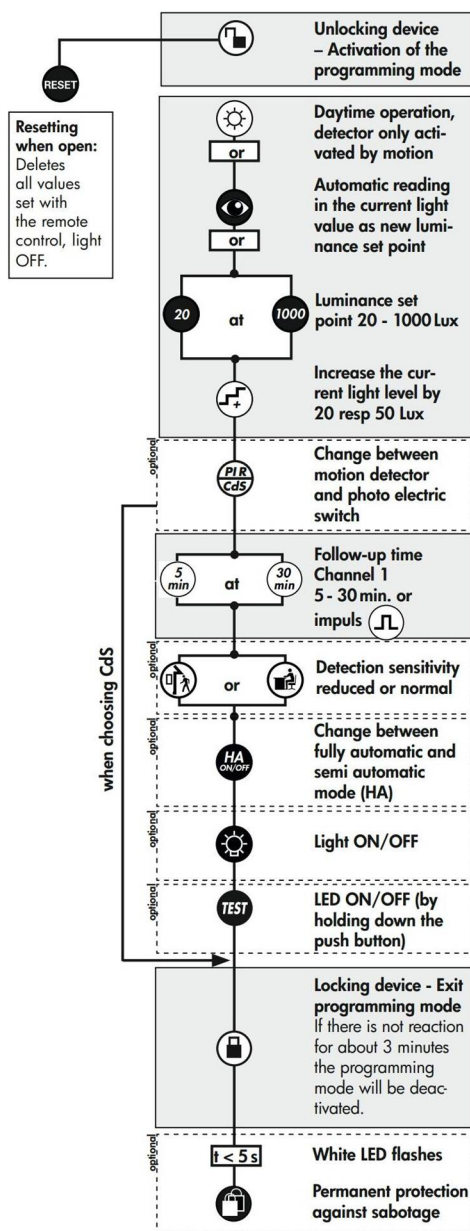


IR-PD-1C



Wall bracket for
remote control IR-PD-1C

15. Settings by remote control when open



16. Key functions in closed state

- Light ON/OFF during the detection of motion plus follow-up time; Activation of the 12 h-ON/OFF-function by holding down the push button
- Activation/Deactivation of the test function
- Switches channel off and is immediately active again, exits all timers, interruption of light measurement
- Changes to "open" state

17. Explanation of the remote control button functions

17a. In the initialisation period/during self-test cycle

- Turn off or turn on the detector during the self-test cycle of 60 sec. The final state is active. Factory settings of the light is on during initialization.

Initialization mode INI-OFF the detector does not turn on after the power supply voltage. A movement switch on the detector after 60 seconds.

- 12 h Light ON/OFF (party function)**
Activated by "Light" - push button
 Deactivated by "Reset" - push button (default)

- Corridor function**
Activated by "outside" - push button
 Deactivate by "inside" - push button (default))

- Forced shutdown**
Activated by "sun" - push button
 Deactivate by "moon" - push button (default)

17b. In opened state

- This push button opens the detector and the following functions can then be programmed.

Attention: The detector is closed automatically:

- after every voltage recovery
- after 3 minutes

- The state changes to "closed". In the first 5 seconds, the white LED flashes every 0.5 seconds. During this time, sabotage protection can be activated.

- The device distinguishes between 2 procedures:
• **Reading in with lighting switched on:**
The switch-on value is determined automatically.

Determining the switch-on value:

1. Press the "eye" push button
2. Switch off the light (2 seconds later)
3. Read in the brightness
4. Switch-on value = Read brightness

- **Reading in with lighting switched on:**

When the push button is pressed, the current brightness is specified as the switch-on value. The switch-off value is determined automatically.

- If the brightness has been modified, the switch-off threshold is recalculated.

- Each time the push button is pressed, the device increases the current switch-on value in increments of 20 lux for a current switch-on value of < 100 lux and in increments of 50 lux for a current switch-on value of > 100 lux.

- Standard sensitivity for most applications
- Reduced sensitivity for outdoor applications

When the pulse function is active, a pulse of 1 sec. is generated every 9 sec. If the pulse function is activated via remote control, the pause between 2 pulses can be modified. After activating the function via the "Pulse" push button, select the desired time within 5 sec.:

= 9sec., = 10sec., = 15sec., = 30sec.

18. Switch-off threshold brightness

1. If the switch-on threshold has been modified by the potentiometer or remote control, the switch-off threshold stored in the EEPROM is deleted and is then recalculated on the next activation.

Determining the switch-off value

1. Switch on for 5 min. with dark and motion
2. Light OFF for 2 sec.
3. Internal calculation of the switch-off value

2. If the eye push button is pressed, the switch-off threshold is recalculated. See also Remote control → Eye section 

3. Switch-off delay
If the determined switch-off threshold is exceeded during operation, the detector only switches off after a delay of approx. 15 minutes. This compensates for any brief fluctuations in the brightness.

19a. Behaviour of external push button/IR "Light"

The "Corridor" and "Light ON/OFF" functions are mutually exclusive. If both are activated, the detector performs the corridor function.

The behaviour when the push button is pressed is defined as follows:

Corridor function activated

Light ON:

Push button pressed briefly: Light OFF → Active after 5 sec.
Push button held down: Light OFF → Active after 5 sec.

Light OFF:

Push button pressed briefly: Light ON as long as motion + Lag time
Push button held down: Light ON as long as motion + Lag time

Party function 12 h Light ON/OFF activated

Light ON:

Push button pressed briefly: Light OFF → Active after 5 sec.
Push button held down: 12 h OFF

Light OFF:

Push button pressed briefly: Light ON as long as motion + Lag time
Push button held down: 12 h ON

Corridor- und Party function 12 h Light ON/OFF deactivated

Light ON:

Push button pressed briefly: Light OFF as long as motion + Lag time
Push button held down: Light OFF as long as motion + Lag time

Light OFF:

Push button pressed briefly: Light ON as long as motion + Lag time
Push button held down: Light ON as long as motion + Lag time

19b. Behaviour of external push button/IR "Forced shutdown"

Forced shutdown active

Light OFF:

Light OFF: Push button pressed briefly: Light ON for approx. 30 min., then forced shutdown if the set brightness is still exceeded.

20. Fully automatic and semi automatic mode (see functions IRPD-1C)

Fully automatic operation

In this operating mode, the lighting switches automatically on and off for increased comfort, depending on presence and brightness.

- Channel 1 switches on in the event of motion if "dark" is detected.

Semi automatic operation

In this operating condition, in order to gain increased savings, the lighting is energized only after being manually switched on.

Switch-off takes place automatically or manually.

The semi automatic mode basically behaves like the fully automatic one. However, the difference is that switching-on must always be carried out manually!

As many (closer-contact) buttons as desired can be wired in parallel on the "S" button input (ON/OFF).

Triggering in semi automatic mode: If the detector switches off in semi automatic mode (lag timer elapsed), the detector is switched on again within 10 sec. by motion (despite semi automatic mode).

21. Reset of the detector

If the permanent sabotage protection is activated, the detector can be released again as follows:

- Switch off the power supply and switch it back on
- Let the sensor to initialize for 31 to 59 secs.
- Switch off the power supply again
- Apply power again and wait for the self testing
- Press the unlock

Pushing the "RESET" button on the remote control, in opened mode, will delete all of the values which was set by the remote control (beside of INI ON/OFF) and set the detector back to it's factory reset (500 lux, 10 min.).

22. LED-functional indicators remote control

LED function indicators after each mains recovery (60sec. initialisation period)			
Operating state	LED function indicators		
Factory program active	White, red and green flash in quick succession for 10 sec., then initialisation indicators, see below		
	Indicator unprogrammed	Indicator programmed	Indicator also when forced shutdown is activated
Standard mode	–	red flashes quickly	Every 5 sec., 4 x white, red and green in quick succession
12 h ON/OFF active	Red and green flash	Red and green flash quickly	Every 5 sec., 4 x white, red and green in quick succession
Corridor active	Red and white flash	Red and white flash quickly	Every 5 sec., 4 x white, red and green in quick succession
12 h ON/OFF & corridor active	Red, green and white flash	Red, green and white flash quickly	Every 5 sec., 4 x white, red and green in quick succession
CdS active	–	Red and white flash	Then no red LED for motion detection

LED function indicators during operation	
Process	LED function indicators
Semi-automatic mode active	White is ON
Corridor active	White ON 1 sec. and OFF 4 sec. aus
Corridor and semi-automatic mode active	White ON 4 sec. and OFF 1 sec.
12 h ON/OFF function active	Red and green flash alternately
IR command	White flashes once
IRcommand „Open“ and Sabotage active	white and green flashes once
Permanent on/off	red flashes

14. Irodalomjegyzék

1. <http://www.naplopo.hu/tudastar/szakcikkeink-hasznos-irasaink/231-napsugarzas-alapjai>. :3. ábra A Föld Nap körüli pályája;
2. <http://www.napelemesek.hu/napenergia.php>
Web oldal;
3. A Magyar Tudományos Akadémia folyóirata: A földmágnesség.
Kovács Péter PhD, tud. főmunkatárs, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet Földfizika Főosztály;
Heilig Balázs tud. munkatárs, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet Tihanyi Geofizikai Observatórium;
Csontos András obszervatóriumvezető, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet Tihanyi Geofizikai Observatórium;
<http://www.matud.iif.hu/2014/03/02.htm>
4. Majoros András Belsőterek világítása, Műszaki könyvkiadó, 1998. 35. old. Az égbolt modell: 2.5 ábra;
5. Majoros András Belsőterek világítása, Műszaki könyvkiadó, 1998. 36. old. A természetes fény változása: 2.7. ábra;
6. Majoros András Belsőterek világítása, Műszaki könyvkiadó, 1998. 35. old. Izopleta görbék.: 2.13. ábra;
7. <https://www.eumetsat.int/features/science-blog>
Eumetsat
8. <https://www.pveducation.org/pvcdrom/appendices/standard-solar-spectra>:
Standard Solar Spectra.
9. Journal of Measurements in Engineering, Vol. 8, Issue 4, 2020, p. 153-166.
<https://doi.org/10.21595/jme.2020.21667>
Peter R. Michael, Danvers E. Johnston, Wilfrido Moreno: A conversion guide: solar irradiance and lux illuminance;
10. Belsőtéri vizuális komfort Majoros András TERC kiadó 2004. 104. old. 5.9., 106.old. 5.14 ábra. ,
11. Majoros András Belsőterek világítása, Műszaki könyvkiadó, 1998. 54. old. A belsőtéri megvilágítás éves időtartam kapcsolata: 2.42. ábra;
12. Majoros András Belsőterek világítása, Műszaki könyvkiadó, 1998. 51. old. A megvilágítás egyenlőtlenség és a világítási mód kapcsolata 2.35. ábra;
13. Majoros András Belsőterek világítása, Műszaki könyvkiadó, 1998. 52. old. Az ablakelhelyezés hatása a megvilágítás elosztásra 2.36. ábra;
14. PD11-M-1C-FLAT LUXOMAT® Jelenlét- és mozgásérzékelők, DALI, foto elektromos kapcsolók termék, adatlap <https://www.beg-luxomat.com/hu/termek/luxomat/jelenlet-erzekelo/1-csatornas/pd11-m-1c-flat/>;
15. Országos Meteorológiai Szolgálat / Pályázatok, projektek
https://www.met.hu/omsz/palyazatok_projektek/H-SAF/
<https://hsaf.meteoam.it/>
16. The Lighting Handbook Zumtobel Lighting GmbH 6851 Dornbirn, Austria 2018
17. SunArch nappálya diagramok (Szoftver);
18. DIALux evo 10.1. 5.10.1.58260 (Szoftver);
19. AutoCAD 2022 S.51.0.0 (Szoftver).

15. Ábra, táblázat, és adatlap jegyzék:

2.1. ábra A Föld Nap körüli pályája. [Forrás: 1.]	8
2.2. ábra Nap helyzetének meghatározása [Forrás: 2.]	9
2.3. ábra Égbolt modell [Forrás: 4.]	10
2.4. ábra A természetes fény változása, adott napon, az évek folyamán [Forrás: 5.]	10
2.5. ábra Izopleta görbék [Forrás: 6.]	11
2.6. ábra Nap pálya diagram Budapesten	12
2.7. ábra Nap pálya diagram Budapesten	13
3.1. ábra Mágneses elhajlás (deklináció) [Forrás: 3.]	13
4.1. ábra A napsütéses órák száma 2020-ban [Forrás: 15]	14
5.1. ábra A napsugárzás és a lux megvilágítás konverziója [Forrás: 9.]	15
5.2. ábra Az AM1.5 globális és az AM1.5 Direct modellek napsugárzás spektruma [Forrás: 8.]	16
5.3. ábra Az ASTM E-490 modell napsugárzási spektrum [Forrás: 8.]	17
5.4. ábra CIE fotopikus fényerőgörbék [Forrás: 9.]	17
5.1. táblázat Természetes fénysugárzás (W/m^2) és a hozzá tartozó megvilágítás (lx) [Forrás: 9.]	18
5.5. ábra Fénymérő fénysűrűség és piranométeres napsugárzás viszonya [Forrás: 9.]	19
5.2. táblázat Konverziós eredmények [Forrás: 9.]	19
6.1. táblázat Oldalbevilágítók összesített felülete az alagsori közlekedőn	20
6.1. ábra Alagsori közlekedő (alaprajz)	21
6.2. ábra Pihenő-1 alaprajz, vizsgálati pontokkal	22
6.3. ábra Pihenő-1, elevációs szögek oldalsó bevilágítókhoz	22
6.4. ábra Pihenő-1, elevációs szögek árnyékolóhoz	23
6.5. ábra Pihenő-1, azimut szögek oldal bevilágítókhoz (A1, A2 pontokból)	23
6.6. ábra Pihenő-1, azimut szögek oldal bevilágítókhoz (B1, B2 pontokból)	23
6.7. ábra Pihenő-1, azimut szögek oldal bevilágítókhoz (C1 pontból)	24
6.8. ábra Pihenő-1, azimut szögek árnyékolóhoz (A1, A2 pontokból)	24
6.9. ábra Pihenő-1, azimut szögek árnyékolóhoz (B1, B2 pontokból)	24
6.10. ábra Pihenő-1, azimut szögek árnyékolóhoz (B1, B2 pontokból)	25
6.11. ábra Pihenő-1, 1.-es oldal bevilágító benapozása (A1, B1, C1 pontokból)	25
6.12. ábra Pihenő-1, 2. - es oldal bevilágító benapozása (A2, B2 pontokból)	26
6.13. ábra Pihenő-1, 2. - es oldal bevilágító benapozása égboltra vetített képe (A1, A2, B1, B2; pontokból)	26
6.2. táblázat Pihenő-1, 1. és 2. - es oldal bevilágítóinak benapozása (A1, A2, B1, B2, C1 pontokból)	27
6.14. ábra Közlekedő - 1 alaprajz, vizsgálati pontokkal	28
6.15. ábra Közlekedő - 1 elevációs szögek, bevilágítókhoz	28
6.16. ábra Közlekedő - 1 elevációs szögek árnyékolóhoz	29
6.17. ábra Közlekedő - 1 elevációs szögek üvegajtóhoz	29
6.18. ábra Közlekedő - 1 azimut szögek oldal bevilágítókhoz (A1; A2; B1; B2 pontokból)	30
6.19. ábra Közlekedő - 1 azimut szögek oldal bevilágítókhoz (A1; A2 pontokból)	30

6.20. ábra Közlekedő - 1 azimut szögek oldal bevilágítókhoz (B1; B2 pontokból)	31
6.21. ábra Közlekedő - 1 azimut szögek árnyékolóhoz (A1; A2 pontokból)	31
6.22. ábra Közlekedő - 1 azimut szögek árnyékolóhoz (B1; B2 pontokból).....	31
6.23. ábra Közlekedő – 1, 1. és 2. bevilágítók benapozása (A1; B1 pontokból).....	32
6.24. ábra Közlekedő – 1, 1. és 2. oldal bevilágítók benapozása (A2; B2 pontokból)	32
6.25. ábra Közlekedő – 1, Üvegajtó benapozása (C; D pontokból).....	33
6.3. táblázat Közlekedő-1, 1. 2. oldal bevilágítóinak, és az üvegajtó bevilágító benapozása (A1, A2, B1, B2, C, D pontokból)	33
6.26. ábra Pihenő - 2 (Közlekedő-2) alaprajz, vizsgálati pontokkal	34
6.27. ábra Pihenő - 2 elevációs szögek, bevilágítókhoz.....	34
6.28. ábra Pihenő - 2 elevációs szögek árnyékolóhoz.....	35
6.29. ábra Pihenő - 2 azimut szögek oldal bevilágítókhoz (A1; A2 pontokból).....	35
6.30. ábra Pihenő - 2 azimut szögek oldal bevilágítókhoz (B1; B2 pontokból)	36
6.31. ábra Pihenő - 2 azimut szögek árnyékolóhoz (A1; A2 pontokból)	36
6.32. ábra Pihenő - 2 azimut szögek árnyékolóhoz (A1; B1 pontokból)	36
6.33. ábra Pihenő - 2 azimut szögek árnyékolóhoz (B1; B2 pontokból)	37
6.34. ábra Pihenő – 2, 1. és 2. oldal bevilágítók benapozása (A1; B1 pontokból)	37
6.35. ábra Pihenő – 2, 1. és 2. oldal bevilágítók benapozása (A2; B2 pontokból)	38
6.4. táblázat Pihenő-2, 1. és 2. oldal bevilágítók benapozása (A1, A2, B1, B2, pontokból).....	38
6.36. ábra Közlekedő-3 alaprajz, vizsgálati pontokkal	39
6.37. ábra Közlekedő-3 elevációs szögek, bevilágítókhoz.....	39
6.38. ábra Közlekedő-3 elevációs szögek árnyékolóhoz	40
6.39. ábra Közlekedő-3 azimut szögek oldal bevilágítókhoz (A1; A2; A3; B1; B2; B3 pontokból)	41
6.40. ábra Közlekedő-3 azimut szögek árnyékolóhoz (A1; A2; A3; B1; B2; B3 pontokból).....	42
6.41. ábra Közlekedő-3, 1. 2. 3. oldal bevilágítók benapozása (A1; A2; A3 pontokból)	43
6.42. ábra Közlekedő-3, 1. 2. 3. oldal bevilágítók benapozása (B1; B2; B3 pontokból).....	43
6.5. táblázat Közlekedő-3, 1. 2. és 3. oldal bevilágítók benapozása (A1, A2, A3, B1, B2, B3 pontokból).....	44
6.43. ábra Lounge, medence oldali bevilágító, vizsgálati pontokkal	44
6.44. ábra Lounge, medence oldali bevilágítóhoz, elevációs szögek	45
6.45. ábra Lounge, medence oldali árnyékolóhoz, elevációs szögek	45
6.46. ábra Lounge, medence oldali bevilágítóhoz, azimut szögek (A1; B1 pontokból)	46
6.47. ábra Lounge, medence oldali bevilágítóhoz, azimut szögek (C1; D1 pontokból)	46
6.48. ábra Lounge, medence oldali árnyékolóhoz, azimut szögek (A1; B1 pontokból)	47
6.49. ábra Lounge, medence oldali árnyékolóhoz, azimut szögek (C1; D1 pontokból)	47
6.50. ábra Lounge, medence oldali bevilágító benapozása (A1 pontból)	48
6.51. ábra Lounge, medence oldali bevilágító benapozása (B1; C1; D1 pontból)	48
6.6. táblázat Lounge, medence oldali bevilágító benapozása (A1, B1, C1, D1 pontokból).....	49
6.52. ábra Lounge, belső udvari bevilágító, vizsgálati ponttal	49
6.53. ábra Lounge, belső udvari bevilágítóhoz, elevációs szögek.....	50
6.54. ábra Lounge, belső udvari árnyékolóhoz, elevációs szögek.....	50

6.55. ábra Lounge, belső udvari bevilágítóhoz, azimut szögek.....	51
6.56. ábra Lounge, belső udvari árnyékolóhoz, azimut szögek.....	51
6.57. ábra Lounge, belső udvari bevilágító benapozása.....	52
6.7. táblázat Lounge, belső udvari bevilágító benapozása (C1 ponton).....	52
6.58. ábra Lounge, üvegajtó bevilágító, vizsgálati ponttal.....	53
6.59. ábra Lounge, üvegajtó bevilágító, elevációs szögek.....	53
6.60. ábra Lounge, üvegajtó bevilágító, azimut szögek.....	54
6.61. ábra Lounge, üvegajtó árnyékoló, azimut szögek.....	54
6.62. ábra Lounge, üvegajtó bevilágító, benapozása	55
6.8. táblázat Lounge, üvegajtó bevilágító benapozása (D).....	55
7.1. ábra Oldalbevilágítókra jellemző fényeloszlás [Forrás: 10.].....	56
7.2. ábra Az osztott és egybefüggő oldalvilágítók jellemző fényeloszlás [Forrás: 10.].....	57
7.3. ábra A megvilágítás eloszlása az oldalbevilágító helyzetének függvényében [Forrás: 13.].....	57
7.4. ábra Az oldalbevilágító térbeli egyenletességének függése [Forrás: 12.]	57
7.5. ábra A belsőtéri megvilágítás és az éves időtartam kapcsolata [Forrás: 11.]	58
8.1. táblázat Oldalbevilágító felületek és tájolásuk	59
8.2. táblázat Teljes napsugárzás értékei idő és égtájnak megfelelően (Wh/m^2)	60
8.1. ábra A keleti tájolású bevilágítók megvilágítás értékei havi és időpont szerinti bontásban.....	60
8.2. ábra A nyugati tájolású bevilágítók megvilágítás értékei havi és időpont szerinti bontásban.....	61
8.3. ábra A déli tájolású bevilágítók megvilágítás értékei havi és időpont szerinti bontásban.	61
9.1. ábra Alagsori közlekedő 3D modellje.....	62
9.2. ábra Alagsori közlekedő, vizsgált területe DIALux evo szoftverben.....	62
9.1. táblázat Alagsori közlekedő, átlagos megvilágítási szintjei január – június időtartamra	64
9.2. táblázat Alagsori közlekedő, átlagos megvilágítási szintjei július – december időtartamra.....	65
9.3. ábra Alagsori közlekedő, átlagos megvilágítási szintjei január – június időtartamra	66
9.4. ábra Alagsori közlekedő, átlagos megvilágítási szintjei július – december időtartamra.....	66
10.1. ábra Egyenlőtlenül megvilágított felületek érzékelése [Forrás: 16. Zumtobel].....	67
10.1. táblázat Alagsori közlekedőn beépített fényforrások típusa/teljesítménye.....	68
10.2. ábra A természetes fény használhatósága a közlekedőn egy évre vonatkozóan.....	69
10.1.1. egyenlet Világítási rendszer üzemeltetési költségei [Forrás: 16].....	70
10.2. táblázat Alagsori világítótestek és fényforrások	71
10.3. táblázat Alagsori fényforrások éves energia és karbantartási költségei	71
10.4. táblázat A természetes fény hasznosítása során jelentkező költség megtakarítás.....	71
10.3. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei január 01. 10ó-kor.....	73
10.4. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei január 01. 14ó-kor.....	73
10.5. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei március 31. 9ó-kor.	73
10.6. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei (március 31. 16ó).....	74
10.7. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei (október 01. 10ó)	74
10.8. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei (október 01. 12)	74
10.9. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei (november 25. 10ó).....	75

10.10. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei (november 25. 12ó).....	75
10.11. ábra Alagsori közlekedőn természetes fény megvilágítási szintjei (december 31. 11ó)	75
11.1. táblázat Kézi megvilágításmérővel mért értékek és a DIALux evo modell számításainak összehasonlítás	77
11.1. ábra Kézi megvilágításmérővel mért értékek és a DIALux evo modell számításainak összehasonlítása grafikus formában.....	78
11.2. táblázat Kézi megvilágításmérővel mért adatok és az Eumetsat PVGIS-SARAH adatokból számított megvilágítás értékek összehasonlítása.....	79
11.3. táblázat Kézi megvilágításmérővel mért adatok és az Eumetsat PVGIS-SARAH adatokból számított megvilágítás értékek összehasonlítása.....	80
13.1. táblázat Keleti tájolású bevilágítók megvilágítás értékei (január-június).....	86
13.2. táblázat Keleti tájolású bevilágítók megvilágítás értékei (július-december)	87
13.3. táblázat Nyugati tájolású bevilágítók megvilágítás értékei (január-június).....	88
13.4. táblázat Nyugati tájolású bevilágítók megvilágítás értékei (július-december)	89
13.5. táblázat Déli tájolású bevilágítók megvilágítás értékei, (január-június)	90
13.6. táblázat Déli tájolású bevilágítók megvilágítás értékei (július-december).....	91
13.7. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (január).....	92
13.1. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (január).....	92
13.8. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (február)	93
13.2. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (február)	93
13.9. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (március)	94
13.3. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (március)	94
13.4. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (április).....	95
13.11. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (május)	96
13.5. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (május)	96
13.12. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (június)	97
13.6. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (június).....	97
13.13. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (július).....	98
13.7. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (július).....	98
13.14. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (augusztus)	99
13.8. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (augusztus)	99
13.15. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (szeptember).....	100
13.9. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (szeptember).....	100
13.16. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (október).....	101
13.10. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (október).....	101
13.17. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (november)	102
13.11. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (november)	102
13.18. táblázat Alagsori közlekedő fotometriai számításai (december).....	103
13.12. ábra Alagsori közlekedő fotometriai számításai grafikonos ábrázolása (december)	103
13.13. ábra A fotometriai mérésekhez használt kézi megvilágításmérő $v(\lambda)$ görbéje.	104
13.14. ábra Korreláció erősségének megítélése.....	104

13.15. ábra Közlekedő-1 1. oldal bevilágító (2022. 03. 12.).....	105
13.16. ábra Közlekedő-1 2. oldal bevilágító (2022. 03. 12.).....	105
13.17. ábra Közlekedő-1 1. 2. oldal bevilágítók együttesen (2022. 03. 12.).....	106
13.18. ábra Közlekedő-1 1. 2. oldal bevilágító átlagos megvilágítási szintjei együttesen (2022. 03. 12.)	106
13.19. ábra Közlekedő-1 üvegajtó bevilágító (2022. 03. 12.).....	106
13.20. ábra Közlekedő-1 üvegajtó bevilágító átlagos megvilágítási szintek (2022. 03. 12.).....	107
13.21. ábra Közlekedő-1 üvegajtó bevilágító (2022. 03. 13.).....	107
13.22. ábra Közlekedő-1 üvegajtó bevilágító átlagos megvilágítási szintek (2022. 03. 13.).....	107
13.23. ábra Eumetsat PVGIS-SARAH mérési adataiból számított megvilágítási szint értékek	108
13.24. ábra Lounge medence oldali bevilágító mérés (2022. 03. 12.).....	109
13.25. ábra Lounge medence oldali bevilágító átlagos megvilágítási szintek (2022. 03. 12.).....	109
13.26. ábra Lounge belső udvari bevilágító (2022. 03. 12.).....	110
13.27. ábra Lounge belső udvari bevilágító átlagos megvilágítási szintek (2022. 03. 12.).....	110
13.28. ábra Lounge üvegajtó bevilágító (2022. 03. 12.).....	111
13.29. ábra Lounge üvegajtó bevilágító átlagos megvilágítási szintek (2022. 03. 12.).....	111
13.30. ábra Eumetsat PVGIS-SARAH mérési adataiból számított megvilágítási szint értékek	111
13.19. táblázat Info – Pont átlagos megvilágítás mérési számítások.....	112
13.31. ábra Info – Pont mérési eredmények grafikus ábrázolása	113
13.32. ábra Info – Pont mérési eredmények (2022.02.04.)	113
13.33. ábra Info – Pont mérési eredmények (2022.02.22.)	114
13.34. ábra Info – Pont mérési eredmények (2022.02.23	114
13.35. ábra Info – Pont mérési eredmények (2022.02.25.)	115
13.36. ábra Info – Pont mérési eredmények (2022.03.07.)	115
13.37. ábra Info – Pont mérési eredmények (2022.03.13./106.45.).....	116
13.38. ábra Info – Pont mérési eredmények (2022.03.13./136.32.).....	116
13.20. táblázat Pihenő-1 átlagos megvilágítás mérési számítások	117
13.39. ábra Pihenő-1 mérési eredmények grafikus ábrázolása.....	118
13.40. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.02.04.).....	118
13.41. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.02.22.).....	119
13.42. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.02.23.).....	119
13.43. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.02.25.).....	120
13.44. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.03.07.).....	120
13.45. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.03.13./10630.).....	121
13.46. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.03.13./12655.).....	122
13.47. ábra Pihenő-1 mérési eredmények (2022.03.13./14650.).....	122
13.21. táblázat Közlekedő - 1 átlagos megvilágítás mérési számítások.....	123
13.48. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények grafikus ábrázolása.....	123
13.49. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.02.04.).....	124
13.50. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.02.22.).....	124
13.51. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.02.23.).....	124

13.52. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.02.25.).....	125
13.53. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.03.07.).....	125
13.54. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.03.13./96 37.).....	125
13.55. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.03.13./126 15.).....	126
13.56. ábra Közlekedő-1 mérési eredmények (2022.03.13./146 37.).....	126
13.22. táblázat Pihenő-2 átlagos megvilágítás mérési számítások.....	127
13.57. ábra Pihenő - 2 mérési eredmények grafikus ábrázolása.....	127
13.58. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.02.04.).....	128
13.59. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.02.22.).....	128
13.60. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.02.23.).....	129
13.61. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.02.25.).....	129
13.62. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.03.07.).....	130
13.63. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.03.13./9615.).....	130
13.64. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.03.13./11650.).....	131
13.65. ábra Pihenő-2 mérési eredmények (2022.03.13./14605.).....	131
13.23. táblázat Közlekedő - 3 átlagos megvilágítás mérési számítások.....	132
13.66. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények grafikus ábrázolása.....	132
13.67. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.02.04.).....	133
13.68. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.02.22.).....	133
13.69. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.02.23.).....	134
13.70. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.02.25.).....	134
13.71. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.03.07.).....	135
13.72. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.03.13./8650.).....	135
13.73. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.03.13./11630.).....	136
13.74. ábra Közlekedő - 3 mérési eredmények (2022.03.13./13645.).....	136
13.24. táblázat Lounge átlagos megvilágítás mérési számítások.....	137
13.75. ábra Lounge mérési eredmények grafikus ábrázolása.....	137
13.76. ábra Lounge mérési eredmények (2022.02.22.).....	138
13.77. ábra Lounge mérési eredmények (2022.02.23.).....	139
13.78. ábra Lounge mérési eredmények (2022.02.25.).....	140
13.79. ábra Lounge mérési eredmények (2022.03.07.).....	141
13.80. ábra Lounge mérési eredmények (2022.03.13./86 40.).....	142
13.81. ábra Lounge mérési eredmények (2022.03.13./116 00.).....	143
13.82. ábra Lounge mérési eredmények (2022.03.13./166 00.).....	144
1. Adatlap Luxomat PD3N-1C szenzor adatlapja 1/3.....	145
2. Adatlap Luxomat PD3N-1C szenzor adatlapja 2/3.....	146
3. Adatlap Luxomat PD3N-1C szenzor adatlapja 3/3.....	147