ÓBUDAI EGYETEM

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

SZAKDOLGOZAT

OE-KVK
2022.

Hallgató neve: **Harmadosné Szilágyi Eleonóra Krisztina**

Hallgató törzskönyvi száma: T009371/FI12904/K

Budapest, 2022

ÓBUDAI EGYETEM

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

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. május 15.

.....
hallgató aláírása

ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Mikroeletronikai és Technológia Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Harmadosné Szilágyi Eleonóra Krisztina
Szakdolgozat száma: SZD22032812541806
Törzskönyvi száma: T009371/FI12904/K **Neptun kódja:** [redacted]

Szak: világítástechnikai szakmérnök
Specializáció:

A dolgozat címe: Nyomdaipari csarnok világítástechnikai korszerűsítése a MARZEK békéscsabai üzemében
A dolgozat címe angolul: Modernisation of the lighting system at printing facility MARZEK
A feladat részletezése: A jelölt mérje fel a meglévő ipari gyártócsarnokban felújítás előtt a várható látási feladatokat és a világítási igényeket. Végezzen előzetes megvilágításméréseket.
A szabványi követelmények és az egyedi igények figyelembevételével tervezzen általános világítási célú világítási rendszert.
Megvalósítást követően végezzen szabvány szerinti ellenőrző megvilágításméréseket, jegyzőkönyvvel igazolja a szabványnak való megfelelést.
Vesse össze a mérési eredményeket terveivel, végezzen kiértékelést. Végezzen gazdasági számításokat, számítson megtérülési időket az üzemidők függvényében.

Intézményi konzulens neve: Nádas József

A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 06. 30.
Beadási határidő: 2022. 05. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar Elektronikai és Kommunikációs Rendszerek Intézet
P.H

Kiadva: Budapest, 2022. 03. 30.

.....
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

.....
belső konzulens

.....
külső konzulens

Nyomdaipari csarnok világítástechnikai korszerűsítése a MARZEK békéscsabai üzemében

Tartalom

1. Bevezetés 4
2. Előzmények 5
3. A korszerűsítéskor figyelembe vett tényezők 6
   3.1. Szabványok 6
   3.2. Műszaki paraméterek 6
   3.2.1. Átlagos megvilágítás (E_{av}) 6
   3.2.2. Megvilágítás térbeli egyenletessége 7
   3.2.3. Zavaró káprázás (UGR) 7
   3.2.4. Színvisszaadás (R_a) 7
   3.2.5. Színhőmérséklet (T_C) és korrelált színhőmérséklet (T_{CC}) 15
   3.2.6. Védettség szilárd testek és víz behatolása ellen (IP) 16
   3.2.7. Közepes hasznos élettartam (Lx) 17
   3.2.8. Időfüggő látási folyamat 17
4. Korszerűsítés előtti állapot leírása 24
   4.1. Lámpatestek felmérése 24
   4.2. Meglévő világítási rendszer szabványossági vizsgálata 26
   4.3. Mérési pontok távolságának meghatározása (mérési raszter) 27
   4.4. Felméréskor készült mérési jegyzőkönyvek rövid összegzése 27
5. Tervezés 29
   5.1. Dobozgyártó gépterem 30
   5.1.1. Világítótestek kiválasztása 31
   5.1.2. Karbantartási tényező (MF) meghatározása 32
   5.1.3. Világítástechnikai méretezés kiértékelése 34
   5.2. Alapanyagraktár 34
   5.2.1. Világítótestek kiválasztása 35
   5.2.2. Karbantartási tényező meghatározása 35
   5.2.3. Világítástechnikai méretezés kiértékelése 35

5.3. Alapanyag temperáló 36
5.3.1. Világítótestek kiválasztása 37
5.3.2. Karbantartási tényező meghatározása 37
5.3.3. Világítástechnikai méretezés kiértékelése 37
5.4. Doboznyomtatás és Címkegyártás gépterem 38
5.4.1. Világítótestek kiválasztása 38
5.4.2. Karbantartási tényező meghatározása 39
5.4.3. Világítástechnikai méretezés kiértékelése 39
6. Korszerűsítés utáni mérések és azok kiértékelései 40
7. Korszerűsítés alatt fellépő adaptációs anomália 41
7.1. Előzmények 41
7.2. A jelenség leírása 41
8. Összefoglalás 46
9. Summary 47
10. Köszönetnyilvánítás 48
11. Irodalomjegyzék 49
12. Mellékletek 51

1. Bevezetés

A színeknek köszönhetően láthatjuk a világunkat olyannak, amilyen. A tárgyak színe pedig, jelentősen függ a fényforrástól, legyen az természetes, vagy mesterségesen előállított fényen alapuló. Szakdolgozatomban egy olyan ipari környezet világításának korszerűsítését mutatom be, ahol a megvilágítás tulajdonságai, különösen fontos szerepet játszanak az üzemben előállított termékek minőségében. A nyomdaipari környezet, amivel szakdolgozatomban foglalkozom, ugyanis egy olyan speciális világítást igénylő ipari terület, ahol a világítótestek minőségének nem csak az energia fogyasztásában, de a termékek előállításának is jelentős szerepe van.

A bemutatni kívánt gyárépület, egy két szintes üzemi épületből és egy 9 emeletes irodaházból áll, melyet 3 ütemben kíván korszerűsíteni a tulajdonos. Jelen dolgozatban, az első ütem korszerűsítését mutatom be, mely az üzemi terület földszintjén helyezkedik el. Ez a terület összességében egy 5000 m2-nél nagyobb terület. Korábban, 2013-ban végeztek itt egy nagyobb karbantartást, aminek a keretén belül a fénycsöveket, az előtéteket és a kondenzátorokat cserélték csak a ki a lámpatestekben, de magukat a lámpatest házakat és búrákat, egy tisztítást követően, meghagyták az eredeti állapotukban. Ezeknek a lámpatesteknek a kora, meghaladja a 25-30 évet az egész épületben.

A felmérést követően, különböző megoldási javaslatokat mutattam be a beruházónak, majd egy mintaterület kiépítését követően meghozta döntését mind a lámpatestek, mind pedig az ütemezés és a finanszírozás tekintetében.

2. Előzmények

A MARZEK Kner Packaging Kft. tulajdonosai 2020-ban határozták el, hogy az irodaház és az üzem teljes területén, a célul kitűzött energiamegtakarítás egy részét, világításkorszerűsítéssel valósítják meg. Ennek megvalósításáért fordultak hozzánk és ehhez nyújtottam nekik segítséget, mind tanácsadással, tervezéssel és számításokkal.

Az üzem területén, 30 évvel ezelőtt telepített, többségében három típusú lámpatest található. Az első ütemben, a földszinti géptermek korszerűsítését tervezték megvalósítani, ahol 2x58 W-os fénycsöves IP65 ipari lámpatestek találhatók. A második ütemben, az emeleti géptermeket fogják korszerűsíteni, ahol süllyesztett, illetve falon kívüli, szintén IP védett, de fémházas 2x58W-os fénycsöves lámpatestek vannak elhelyezve. Végül a tervezett 3. ütemben, az irodaházi területek és a kimaradt közlekedő területek következnek a terv szerint, ahol többségében irodai környezetben alkalmazott, 4x18 W-os fénycsöves, tükrös rácsos lámpatestek kerültek felszerelésre.

A beruházást eredetileg a TAO támogatás [9] igénybevételével kívánták megvalósítani, de mivel a tervezés ideje alatt hatályba lépett az EKR rendelet [3] [4], mely az áramszolgáltatókat kötelezettekké, az ügyfeleknek pedig lehetőséget adott arra vonatkozóan, hogy értékesíthessék az energiamegtakarításukat, melyet a világításkorszerűsítéssel elérhetnek. Ennek köszönhetően egy kedvezőbb konstrukcióban valósuljon meg a beruházás. Így, végül ennek a lehetőségének a kihasználásával szeretnék megvalósítani a beruházást, ami jelentősen csökkenteti a beruházási költségeket és ezáltal a megtérülési időt is.

A nyomdaipari általános világítás LED-el történő megvalósításával nagyon kevés szakirodalom foglalkozik, pedig igen fontosnak tartanám, hogy megosszák velünk mind a tervezők, mind pedig a nyomdaiparban dolgozók az eddigi tapasztalataikat és részletesen bemutassák azokat, ugyanis ahhoz, hogy a tervezők körültekintően tudjanak eljárni ennél a speciális fényt igénylő környezet megtervezésénél, ahhoz fel kellene hívni a figyelmet azokra a különböző szempontokra, melyek nélkül nem lehet tökéletes egy nyomdaipari üzem működése. Dolgozatomban többek között ezekre a különleges tulajdonságokra is kitérek, valamint érdekes jelenségeken keresztül mutatom be, hogy mire érdemes odafigyelni.

3. A korszerűsítéskor figyelembe vett tényezők

3.1. Szabványok

A világítás tervezéséhez, azokat a szabványokat vettem alapul, melyeket az elmúlt években megismertem. Mivel a dolgozatom írásakor a tervezett épületre, a beltéri helyiségekre vonatkozóan már az EN 12464-1:2021 szabvány van érvényben, viszont a felméréskor, a tervezéskor és a kivitelezés megkezdésekor még az MSZ-EN 12464-1:2012 [1] volt érvényben, mely 2022. január 31-ig volt hatályos, ezért én még ezt a szabványt alkalmaztam. Szakdolgozatomban a megvalósulás ellenőrzésekor a kiértékeléskor is ezt a szabványt vettem alapul.
A tartalékvilágítás ugyan nem volt feladatom, viszont az üzemi terület nagysága miatt fontosnak tartottam, hogy tartalékvilágítási rendszert alakítsunk ki, a lehetőségek figyelembevételével, melyhez az MSZ-EN 1838 [13] szabványt vettem alapul.
A karbantartási tényezőt a CIE97:2005 [2] szabvány segítségével határoztam meg.

3.2. Műszaki paraméterek

Ebben a fejezetben az MSZ EN 12464-1:2012 szabványban meghatározott alapvető paramétereket mutatom be. A különböző tevékenységekre vonatkozóan, a megvilágítandó területekre a szabvány meghatározza az alap kritériumokat melyeket a tervezés során én is alapul vettem.

3.2.1. Átlagos megvilágítás (E_{av})

A szabványban meghatározott E_m (lx) értéke, az a minimális megvilágítási szint, amely alá nem csökkenhet az átlagos megvilágítási szint az adott felületen. Tehát mielőtt ez a csökkenés bekövetkezne, el kell végezni a karbantartást annak megakadályozása érdekében. A tervezés során figyelembe kell venni a lámpatestek öregedését és szennyeződését. [1]
Mivel az üzem területén található gépek, és polcrendszerek igen sűrűn vannak elhelyezve, ezért az E_{av} érték meghatározásakor és ellenőrzésekor, mind a jelenlegi, mind pedig a tervezett átlagos megvilágítási szintek esetében ezt figyelembe kell venni, és referencia területeket kell kijelölni a korrekt eredmény elérésének az érdekében.

3.2.2. Megvilágítás térbeli egyenletessége

A lámpatestek elhelyezése és fényeloszlása jelentősen befolyásolja a világítás egyenletességét (e), melynek alsó határát szintén a szabvány határozza meg, táblázatos formában.

Ez a mérőszám az alábbi képlettel (3.1.) számolható ki, ahol az E_{min} a helyiség legalacsonyabban megvilágított pontja, az E_{av} pedig az átlagos megvilágítás. [1]

$$e = \frac{E_{\min}}{E_{\text{av}}} \tag{3.1.}$$

3.2.3. Zavaró káprázás (UGR)

A káprázás az az érzet, amit a szemünk észlel nagy fénysűrűség esetén. Az üzemekben különösen fontos, hogy a hibázás, az elfáradás és a balesetek csökkentése érdekében a káprázást csökkenteni kell.

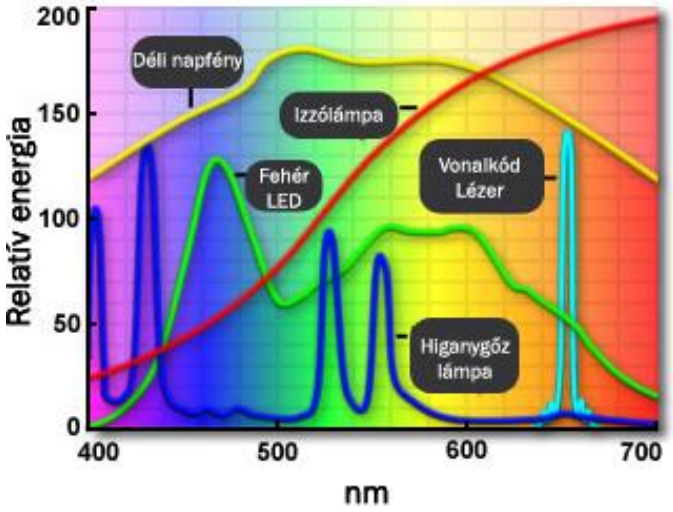
A káprázás lehet akár zavaró akár látást rontó. Ha megfelelők a világítás zavaró káprázásának határértékei, akkor többnyire nem okoz komoly gondot a rontó káprázás a beltéri területeken. A beltéri világítás tervezésénél, a lámpatestek gyártója által biztosított UGR táblázatot érdemes használni [1], valamint a számítógépes szoftverekkel ez pontosan ellenőrizhető egy adott szemlélő nézőpontjából.

3.2.4. Színvisszaadás (R_a)

A hétköznapi életben a színvisszaadás jelentősége az, hogy a látás minősége, a komfortosság és a jó közérzet elérése érdekében a tárgyak és a környezet színei természetesnek tűnjenek. Dolgozatom témája esetében, ennél sokkal nagyobb jelentőséggel bír ennek a tulajdonságnak a vizsgálata, mivel a színvisszaadás minősége a gyártás során előállított termékek minőségére van közvetlen hatással.

A fényforrások színvisszaadását objektívan, az R_a index-szel lehet meghatározni, melynek legnagyobb értéke 100 (pl. izzólámpa, melynek színképe folytonos, valamennyi spektrumszínt tartalmazza). Ez a szám, tulajdonképpen azt mutatja meg, hogy mekkora egy referencia fényforrás és a vizsgált fényforrás közötti színkülönbség, tehát mennyire helyesen mutatja meg a színeket. [6]

Mivel a színvisszaadás függ a szem színre hangolódásától, a megvilágított objektumok reflexiójától, valamint a fényforrások spektrális eloszlásától, [14] ezért érdekességként érdemes megvizsgálni az alábbi 3.1. ábrán [15] a különböző technológiájú fényforrások fényének spektrális eloszlását.



3.1. ábra: Fényforrások spektrális eloszlása

Sajnos nincs olyan mesterséges fényforrás, ami az összes színt színhelyesen mutatná meg, ezért a CIE 13.3 publikációjában rögzítésre került 14 olyan szín, amelyek a legfontosabbak a színlátás szempontjából. [14]

A színvisszaadás vizsgálata során, normál esetben ezek közül minimum 8 színmintának a színhelyességét kell vizsgálni, és az alábbi 3.2. képlet alapján meg kell határozni az eltérést a referencia színekhez képest.

$$R_i = 100 - 4{,}6\Delta E_i \qquad (3.2.)$$

Dolgozatom témája egy nyomdai korszerűsítés. A nyomdaiparban különösen nagy jelentősége van ennek a tulajdonságnak, hiszen a gyártandó termékek minőségét, azaz a termékek színhűségét a megvilágítás által észlelt színek határozzák meg. Nagy hangsúlyt fektetett erre a nyomda tulajdonosa is. Nem csak a kiemelt területekre igényelte a $R_a > 90$ színvisszaadású fényforrással rendelkező lámpatesteket, hanem a nyomda teljes üzemi területére kiterjesztette ezt az igényét, ugyanis az üzemben magas minőségi elvárások vannak előírva. Mivel a gépek időnkénti elbontása, áthelyezése, ill. új gépek telepítése gyakran elő szokott fordulni, ezért az volt a megrendelő részéről az elvárás, hogy az üzem teljes területén az általános megvilágítás $R_a > 90$ legyen.

Erre vonatkozóan méréseket végeztem korszerűsítés előtt ill. után is, melynek CIE 1976 alapján az értékei az alábbi 3.1. táblázatban tekinthetők meg.

3.1. táblázat: Egyedi színvisszaadást összehasonlító táblázat

CIE színminta	R_i T8 2x58W lámpatest	R_i 57W LED lámpatest
R1	90,2	92,9
R2	86,1	93,5
R3	59,4	91,2
R4	85,2	92,7
R5	82,6	91,8
R6	74,6	88,5
R7	88,1	95
R8	80,9	90,6
R9	27,6	73,0
R10	44,1	82,6
R11	72,6	91,7
R12	55,0	68,1
R13	88,5	93,1
R14	73,9	94,9

Az általános színvisszaadási tényező, azaz az R_a, vagy más néven CRI (Colour Rendering Index), az első 8 egyedi R_i átlagából, az alábbi képlet (3.3.) alapján számítható ki, míg a speciális jelentőségű helyiségekben, mint például jelen esetben a nyomdai környezetben a telített színminták színvisszaadását is figyelembe kell venni és az alábbi 3.4. képlet alapján kiszámolni, majd értékelni.

$$R_a = \frac{1}{8}\sum_{i-1}^{8} R_i \qquad (3.3.)$$

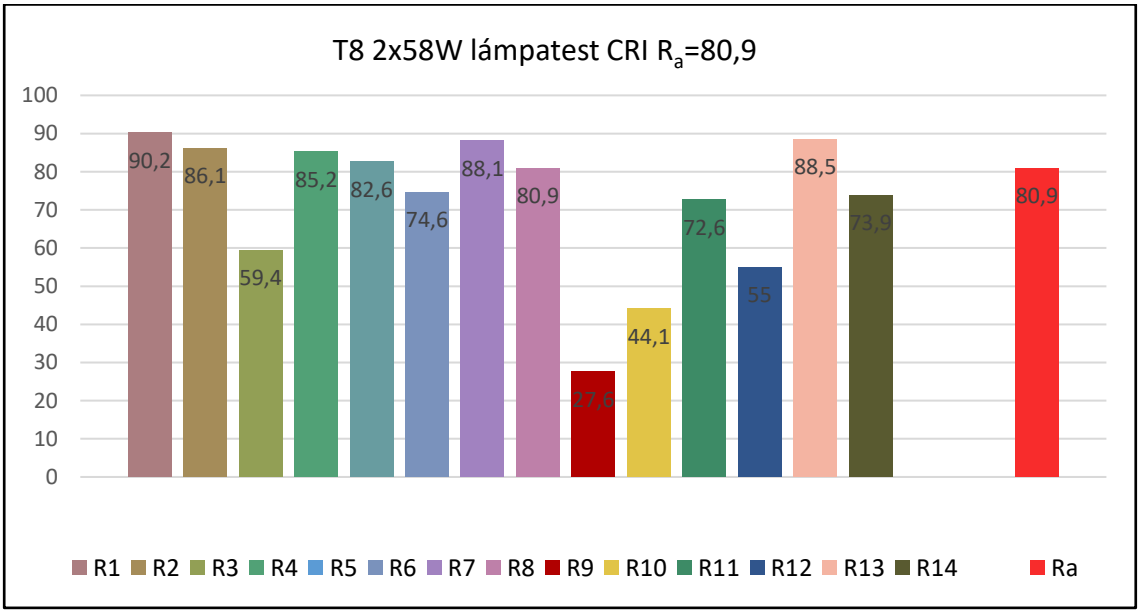
$$R_a = \frac{1}{14}\sum_{i-1}^{14} R_i \qquad (3.4.)$$

Jelen dolgozatban vizsgált lámpatestek színvisszaadási indexe, így az alábbi, 3.2. táblázatban tekinthető meg.

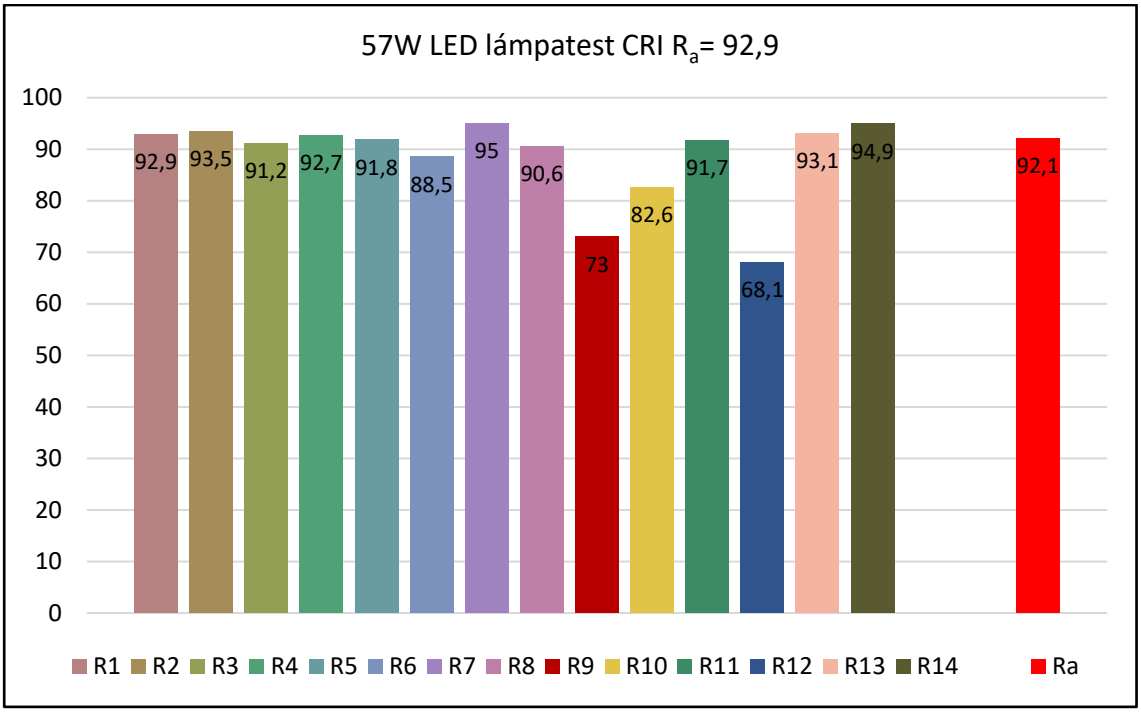
3.2. táblázat: Színvisszaadást összehasonlító táblázat

CIE	T8 2x58W lámpatest	57W LED lámpatest
R_a 8 színminta esetén	80,9	92,0
R_a 14 színminta esetén	72,1	88,5

Míg az egészségügyben a bőr színének van nagy jelentősége, ezért ott alapvetően az R13-as színmintának a színvisszaadását vizsgálják behatóbban, addig a nyomdaiparban ugyanígy a vörös szín, azaz az R9 színminta egyedi színvisszaadásának értékének vizsgálata jelentős. A mi esetünkben a LED-es verzióban, ez egy elég magas értéknek minősül. Ezt szemléltetik az alábbi 3.1. és 3.2. diagramok is.



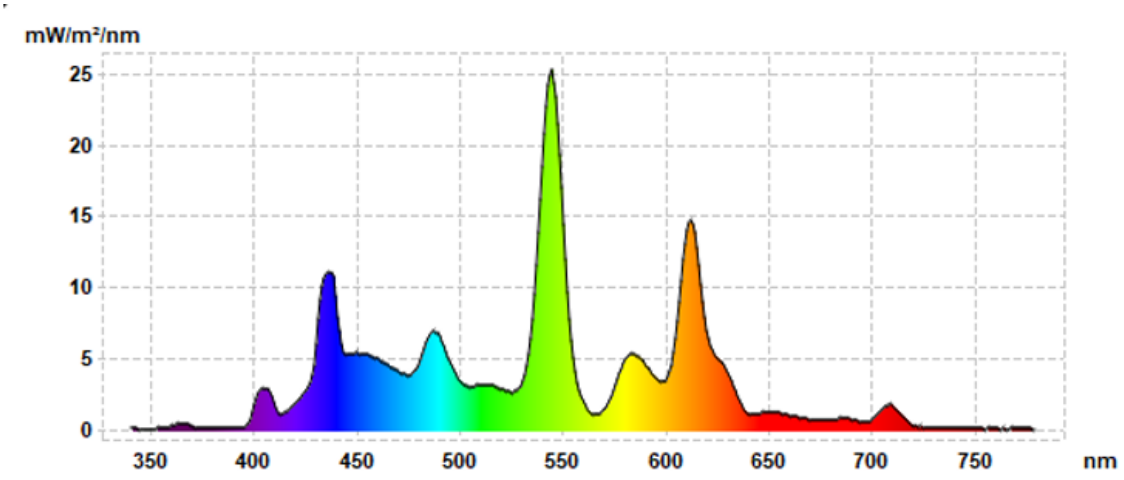
3.1. diagram: T8 2x58W lámpatest színvisszaadási indexe (CRI 80,9)



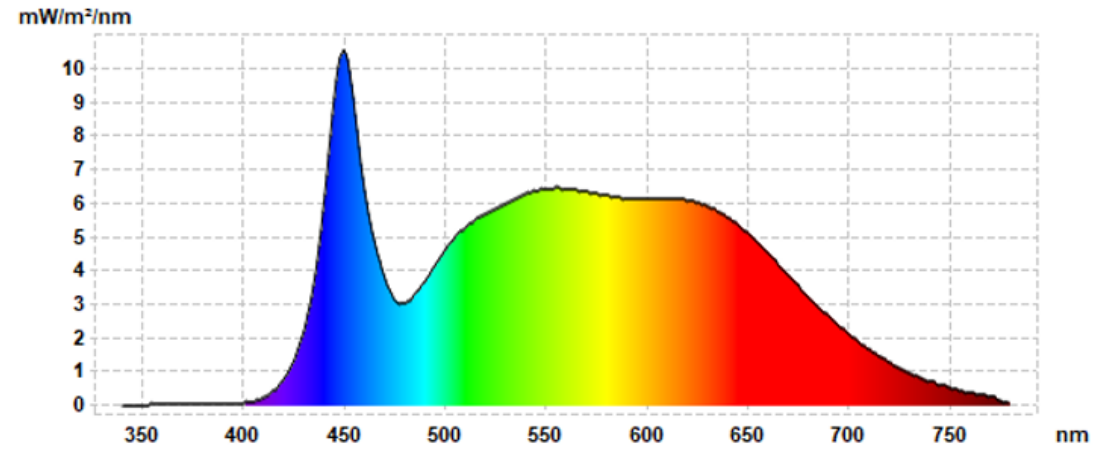
3.2. diagram: 57W LED lámpatest színvisszaadási indexe (CRI 92,9)

A fenti 3.1. táblázat értékeiből készült 3.1. és 3.2. diagramokból kitűnik az is, hogy a korábbi és az új rendszer színvisszaadási indexe között jelentős eltérés mutatható ki. A színvisszaadási indexet befolyásoló alap (R1-től R8-ig) értékeknél megfigyelhető, hogy arányosan változnak az értékek (az R3 színminta kivételével). A fénycsöves lámpatestnél, nagyobb a szórás, míg a LED lámpatestnél, egy viszonylag egyenletesnek mondható színvisszaadás tapasztalható mindegyik színminta esetében. Az is megfigyelhető, hogy az R9-R14-ig színmintáknál mért eltérések jelentősek (főleg az R3, R9, R10, R14), ami azt mutatja meg, hogy a végső értékei a színvisszaadásnak nem spektrumonként arányosan változnak, javulnak egymáshoz képest, hanem a LED technológiában használt fényporok befolyásolják úgy a különböző spektrumokat, hogy végső eredményként azt a színt és azt a színvisszaadást kapjuk eredményként, amit elvárunk a lámpatesttől. Külön kiemelném az R9 színminta értékének jelentőségét, ami a nyomdaipar kritikus színe. Ennek nagyságát a LED gyártója különös odafigyeléssel és körültekintéssel emelte meg. Ez az érték általában egy standard fényforrás esetében nagyon alacsony szintet szokott csak elérni (~ 3-5). Belátható, hogy ebben az esetben ennek a mért értéke különösen magas szintet ért el.

Az alábbi ábrákon meg lehet tekinteni a mérőműszer által kimutatott radiológiai sugárzási adatok összességét mind a korszerűsítés előtti T8 2x58W lámpatestek (lásd 3.1. grafikon), mind pedig az új rendszerben az 57W LED lámpatestek esetére vonatkozóan (lásd 3.2. grafikon).



3.1. grafikon: T8 2x58W lámpatest spektrális eloszlása



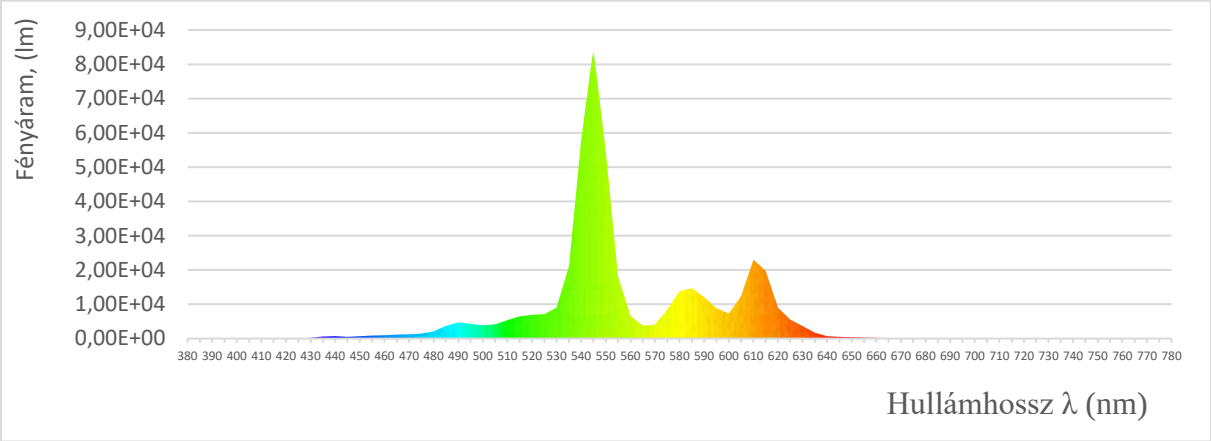
3.2. grafikon: 57W LED lámpatest spektrális eloszlása

A megadott spektrális teljesítménysűrűségből az alábbi 3.5. képlet alapján előállítottam az alábbi spektrális eloszlást a LED lámpatestekre, valamint a T8 fénycsöves lámpatestekre vonatkozóan.

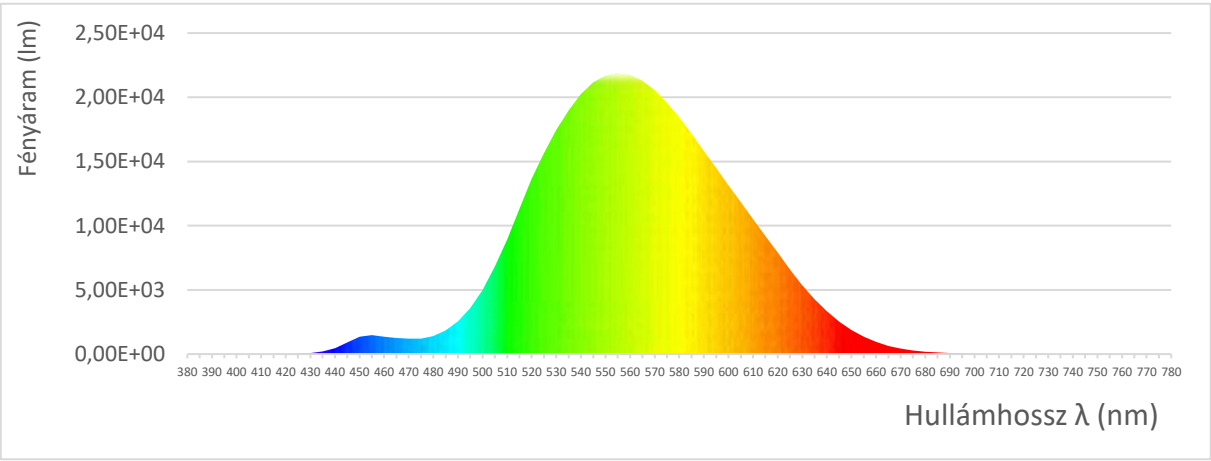
$$\Phi = Km \sum_{\lambda=380}^{780} \varphi e(\lambda) v(\lambda) \Delta\lambda \qquad (3.5.)$$

Ahol a $Km = 683 \frac{lm}{W}$, a $\varphi e(\lambda)$: spektrális teljesítménysűrűség és $v(\lambda)$ a láthatósági függvény.

A fenti képlet alapján előállított grafikonokon látható, hogy mennyivel hiányosabb a 3.3. grafikonon látható 58W T8 fénycsőre vonatkozó spektrum, a 3.4. grafikonon látható beépített 57W LED fényforrás spektrumához képest.



3.3. grafikon: T8 2x58W lámpatest fényének spektrális eloszlása



3.4. grafikon: 57W LED lámpatest fényének spektrális eloszlása

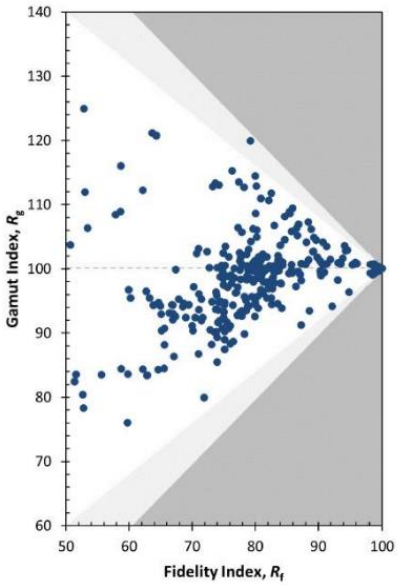
Színtanilag az lenne az optimális, ha a fényforrásunk a természetes fény minőségét közelítené meg, azaz minden hullámhosszon egyenlő teljesítménnyel sugározna (equienergetikus), de mivel ilyen nincs a valóságban, ezért arra törekednek a fényforrásgyártók, hogy minél jobban megközelítsék a szabványosított D65 (vagy D50) sugárzót. [6]

A fentiekben leírt vizsgálati módszernek vannak hiányosságai. Gyakran előfordul, hogy a R_a ugyan rossz értéket mutat, miközben a felhasználók kedvelik azt. Az átlagszámítással kiszámolt értékek, lényeges értékeket elfedhetnek, amik megtévesztők lehetnek.

Az elmúlt évtizedekben többször is megpróbálták szinkronba hozni a mérési módszereket a modern fényforrások színtani tulajdonságaival, de a mai napig nem sikerült ezt maradéktalanul létrehozni.

Az egyik ilyen új módszer, a CQS (Color Quality Scale), melynél 15 új színmintát vezettek be, amik lényegesen eltérnek a telítetlen színektől, CIELAB színtérben számol, és kiszűri a R_a számításának néhány anomáliáját.

Egy másik új színvisszaadási mérőrendszer, a TM-30, (3.3. diagram) ahol 99 színmintát használnak, mely jobban kimutatja az eltéréseket. Az alábbi x.x. grafikonon látható gamut index (Rg), mely megmutatja a színek telítettségét, ill. fakóságát is (amennyiben az Rg > 100, telítettebb; ha az Rg < 100, akkor fakóbbak a színek).

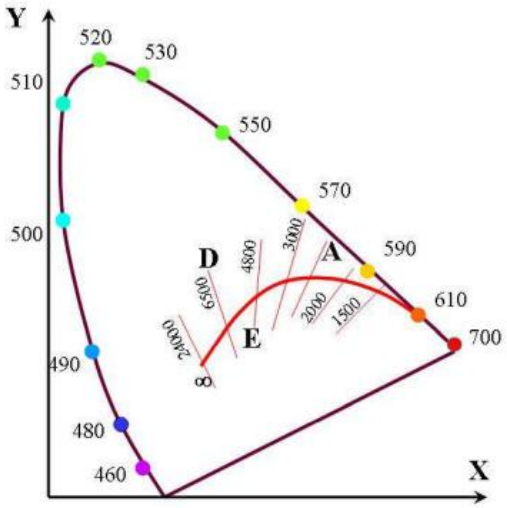


3.3. diagram: TM-30

Ezek alapján az Ra értéke nem feltétlenül a legmegfelelőbb mutatószám a fényforrások kiválasztásához, viszont jelenleg ez az egyetlen hivatalosan elfogadott módszer, és a gyártók is ezt az értéket teszik elérhetővé a felhasználók számára.

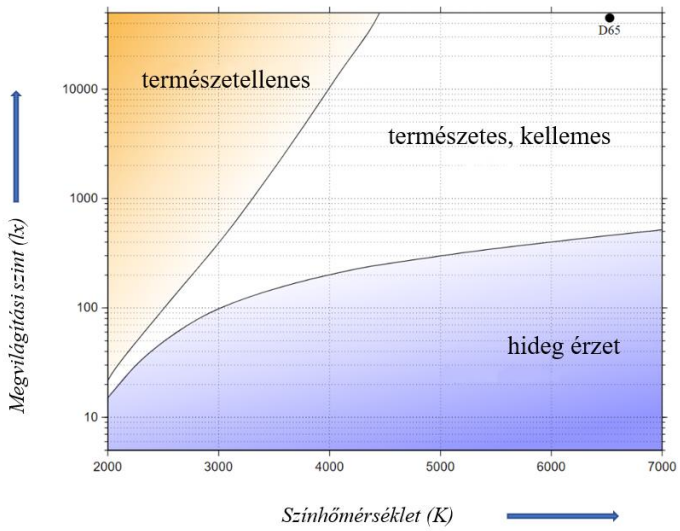
3.2.5. Színhőmérséklet (T_C) és korrelált színhőmérséklet (T_{CC})

Azt a hőmérsékletet nevezzük színhőmérsékletnek, amelynél az abszolút fekete test színe azonos a vizsgált fényforrás színével. A valóságban szinte egyáltalán nem találkozhatunk ilyennel, ezért helyette a korrelált színhőmérséklet megnevezést használjuk a gyakorlatban, ami azt a hőmérsékletet mutatja meg, amely a vizsgált fényforrás színe a Plank-vonal, közelében van, mely a 3.3. ábrán tekinthető meg [6]



3.3. ábra: Színhőmérséklet

Az, hogy ki milyen színhőmérsékletet kedvel, szubjektív, viszont a jó komfortérzetet jelentősen lehet vele befolyásolni, ha figyelembe vesszük a megvilágítási szinteket. Kisebb megvilágítási szint esetében az alacsonyabb színhőmérsékletű, „melegebb" fehér fényt érzi az ember kellemesebbnek. A megvilágítási szint és a színhőmérséklet összefüggését a 3.4 ábrán lehet megtekinteni, az ún. Kruithof diagramon. [10]



3.4. ábra: Kruithof diagram

Alapvetően 3 színtani csoportba sorolhatjuk a fényforrásokat, lásd a 3.3. táblázatban. [14]

3.3. táblázat: Színhőmérséklet

Megnevezés	**Színhőmérséklet (T_C)**
Meleg fehér (M)	$T_C < 3300K$
Semleges fehér (S)	$3300K < T_C < 5300K$
Hideg fehér (H)	$5300K < T_C$

3.2.6. Védettség szilárd testek és víz behatolása ellen (IP)

A mechanikai behatások elleni védettséget, azaz a por és pára behatolása elleni védettség szempontjából, az ún. IP védettség (Ingress Protection) alapján történik. Ezek bemutatását lásd a 3.4 táblázatban. [6]

3.4. táblázat: IP védettségi besorolás

értéke	**Első számjegy (szilárd testek) jelentése**	**értéke**	**Második számjegy (víz) jelentése**
0	Nincs védelem	0	Nincs védelem
1	Legfeljebb 500 mm átmérőjű tárgyak behatolása ellen védett (kéz)	1	Függőlegesen csepegő víz ellen védett
2	Legfeljebb 12 mm átmérőjű tárgyak behatolása ellen védett (ujj)	2	Csepegő víz ellen védett, 15° döntésnél
3	Legfeljebb 2,5 mm átmérőjű tárgyak behatolása ellen védett	3	Esővíz ellen védett
4	Legfeljebb 1 mm átmérőjű tárgyak behatolása ellen védett	4	Bármilyen irányból freccsenő víz ellen védett
5	Káros porbehatolás ellen védett	5	Vízsugár ellen védett
6	Por ellen tömített	6	Erős vízsugár ellen védett
-		7	Vízbemerítés ellen védett
-		8	Tartós víz alatti működésre alkalmas

3.2.7. Közepes hasznos élettartam (Lx)

A LED lámpatestek életciklusa jelentősen eltér a hagyományos fényforrásokétól, ezért bevezetésre került egy újabb, LED-eket jellemző érték, a közepes hasznos élettartam, melynek segítségével meghatározhatóvá vált a LED lámpatestek várható élettartama. A hasznos élettartamot az L(x)B(y) értékkel lehet kifejezni. Ez a jelölés azt fejezi ki, hogy a világítótestek megadott százaléka (y) már nem tudja teljesíteni az x fényáram nagyságát, ami nem azt jelenti, hogy a fényforrás már működésképtelen, hanem csak azt, hogy már nem éri el a megadott fényáramot. Ezeket nevezzük degradált lámpatesteknek.
A gyártók jellemzően az L70B50 értékhez tartozó élettartam adatot szokták megadni.

3.2.8. Időfüggő látási folyamat

Ipari környezetekben, mint például a nyomdákban, amivel a jelen dolgozat is foglalkozik, ahol forgó alkatrészek, futószalagok működnek, ott a balesetek megelőzése érdekében, a világítás minőségénél, figyelembe kell venni, a stroboszkóp hatást is mint jelenséget, ami abból adódhat, hogy a forgó, mozgó tárgy periódusa megegyezik a fény villogási periódusával, ami megtévesztheti a szemlélőt és állónak érzékelheti az egyébként mozgó gépelemeket, tárgyakat, futószalagokat. [6]
A villogásnak lehetnek más negatív hatásai is, amit sokan nem is tulajdonítanak a világításnak. Ilyen tüneteket okozhat az emberi szervezetben, mint negatívum: fáradékonyság, szem megerőltetése, epilepsziás roham, migrén.

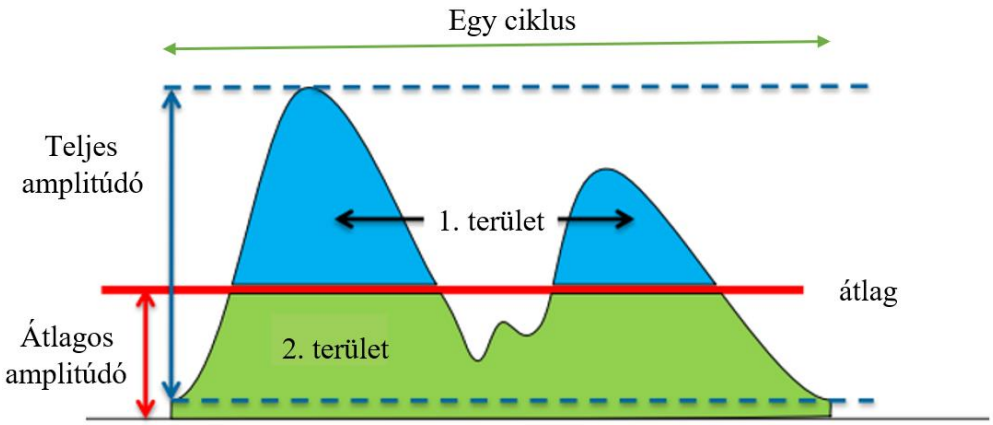
A villogást többféle értékkel jellemezhetjük, melyeket az alábbiakban röviden mutatok be [17].

- Villogás domináns frekvenciája

  Lehetséges érték: 1 - ∞ Hz

  Jellemző érték: 20 - 2000 Hz

- Villogási index (Flicker Index /FI/), a ciklikus hullám mértéke, figyelembe véve a hullámforma alakját (3.5. ábra).

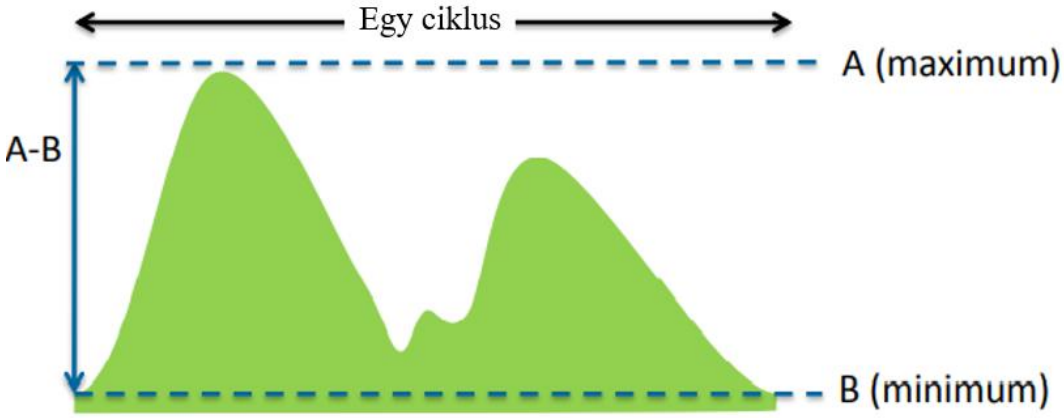


3.5. ábra: Villogási index

A villogási indexet az alábbi 3.6. képlettel lehet kiszámolni.

$$FI = \frac{\text{1.terület}}{\text{1.terület+2.terület}} \qquad (3.6.)$$

- Százalékos villogás (PF) a fény amplitúdójának ciklikus változásának relatív mértéke, mely az alábbi 3.6. ábrán lehet megtekinteni és a 3.7. képlettel számolható ki.



3.6. ábra: Százalékos villogás

$$PF = 100\% \frac{\mathrm{A} - \mathrm{B}}{\mathrm{A} + \mathrm{B}} \qquad (3.7.)$$

- SVM, a stroboszkópos hatás láthatósági mérőszáma, melyet az alábbi, 3.8. képlettel számolható ki:

$$SVM = \sqrt[3,7]{\sum_{i=1}^{N(\leq 2kHz)} \left(\frac{Ci}{Ti}\right)^{3,7}} \qquad (3.8.)$$

  ahol az „Ci” a normalizált frekvencia, a „Ti” pedig az emberi észlelet. Az index tartománya: 0 és 8 közé esik, az új EU határérték = 4.

- SAM (Stroboscopic Acceptability Metric, azaz stroboszkópos elfogadhatósági mérőszám), melyet az alábbi képlettel (3.9.) lehet kiszámolni:

$$a = 2 - \frac{4}{1 + \frac{f}{130\, log_{10}(p)} - 73} \qquad (3.9.)$$

  ahol az „f” a villogás domináns frekvenciája, a „p” pedig a százalékos villogás. A kapott értékeket a következőképpen lehet értékelni:

  +2 - tökéletesen elfogadható

  +1 - némileg elfogadható,

  0 - semleges (sem nem elfogadható, sem nem elfogadhatatlan),

  -1 - kissé elfogadhatatlan,

  -2 - nagyon elfogadhatatlan

- PstLM, a látható villogást méri. Többnyire 0,3 Hz és 80 Hz közötti frekvenciatartományban mérhető és az index értéke 0 és ∞ közé esik. A PstLM =1, az olyan érték, amelynél az emberek 50%-a képes érzékelni. Az új EU határérték = 1.

Az üzemben végeztem méréseket erre vonatkozóan mind a korszerűsítés előtt, a 2x58W IP65 ipari lámpatestek esetében, mind pedig a korszerűsítés után, az újonnan felszerelt 57W LED lámpatestek esetében. A villogással kapcsolatban a mért értékeket, az alábbi 3.5 táblázatban, valamint a 3.5., 3.6. (T8) és 3.7., 3.8.(LED) grafikonokon mutatom be, ahol a lámpatestek villogásának mértéke látható.

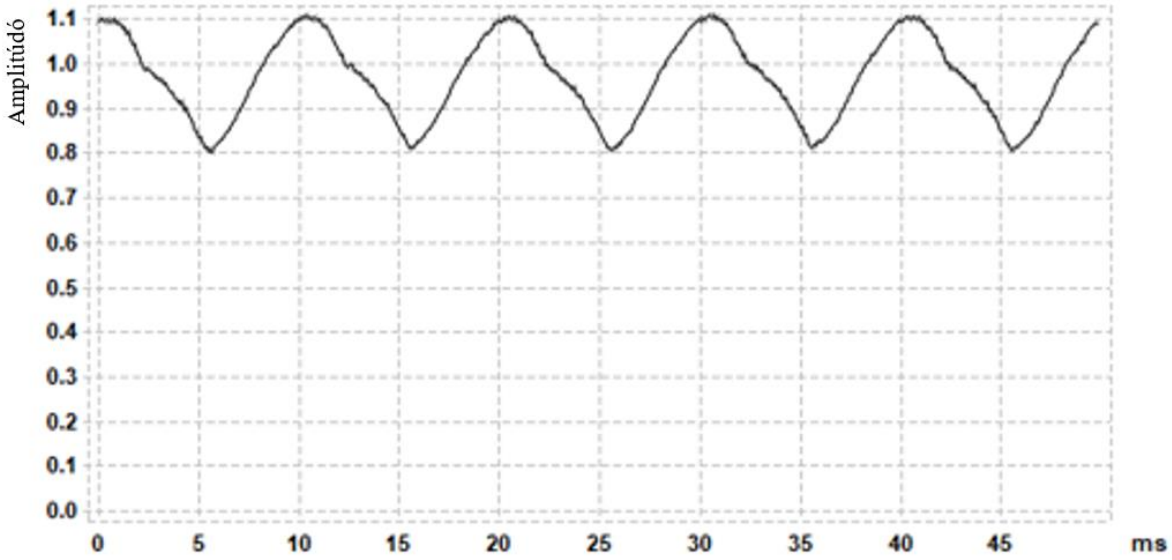
3.5. táblázat: Villogási értékek T8 58W fénycső és 57W LED esetében

Mérési szempont	Mérési eredmény		Elfogadható eredmény
	T8 fénycső 58W	57W LED lámpatest	
Domináns frekvencia	100,05 Hz	8,75 Hz	Lehetséges érték: 1- Hz Jellemző érték: 50-2000 Hz
Villogási index A ciklikus variáció mértéke, figyelembe véve a hullámforma alakját.	0,04117	0,0008665	Lehetséges érték: 0 ~ 1 Minél alacsonyabb a villogó index, annál kevésbé jelentős a villogás.
Százalékos villogás A fény amplitúdójának ciklikus változásának relatív mértéke.	17,05%	0,63%	Lehetséges érték: 0% ~ 100% Minél alacsonyabb a százalékos villogás, annál kevésbé jelentős a villogás.
SVM (Stroboszkópos hatás láthatósági mérőszáma)	0,49	0,00094	EU határérték = 0,4
SAM (Stroboscopic Acceptability Metric, azaz stroboszkópos elfogadhatósági mérőszám)	0,51	-3,07	+2 - tökéletesen elfogadható +1 - némileg elfogadható, 0 - semleges (sem nem elfogadható, sem nem elfogadhatatlan), Y9 -1 - kissé elfogadhatatlan, -2 - nagyon elfogadhatatlan
PstLM (Látható villogást méri)	0,193	0,0312	SVM < 1, Nem látható SVM > 1, Látható SVM = 1, éppen látható EU határérték = 1,0

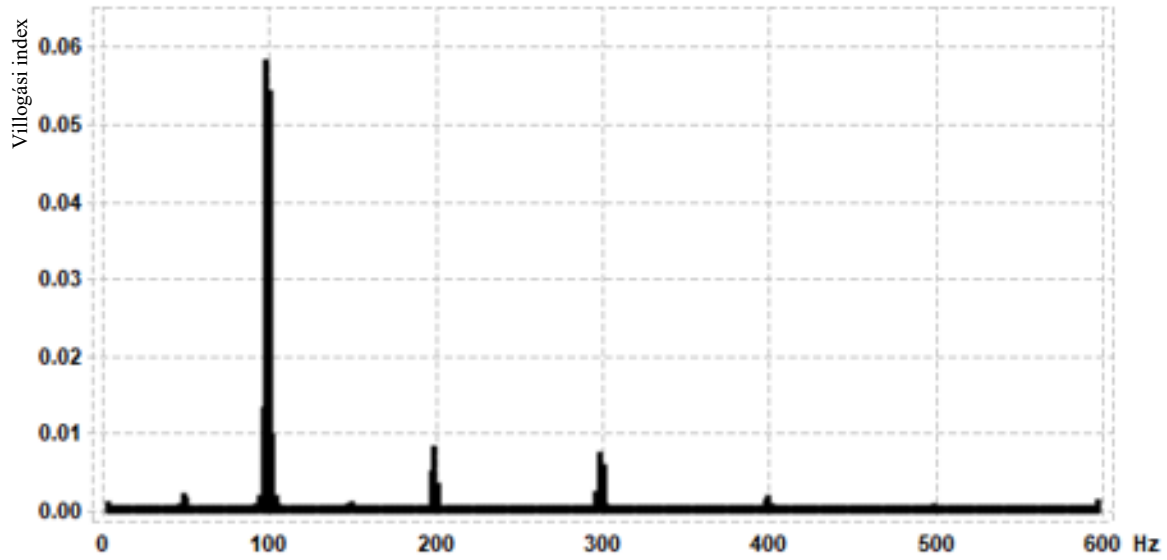
A fenti táblázatban szereplő SAM értéket figyelmen kívül kell hagyni, mert a LED egy jól simított egyenáramot kap, a fényen viszont széles spektrumú zaj van. Ugyan tökéletesen be volt sötétítve a mérésnél, hisz nincs ablak az üzemben, tehát nem tud bejutni természetes fény a mérési területre, de lehet, hogy volt valamilyen zavaró fény (pl. monitor vagy forgó gép, aminek egy alkatrészéről tükröződik a fény). Azért rossz az érték, mert a SAM képlet alapvetően a frekvenciából számol, arra

meg valamiért 5 Hz értéket számolt a flicker mérő. A zaj domináns frekvenciáját próbálta meghatározni, mert a hasznos fényét nem találta. Ezért kell figyelmen kívül hagyni a frekvencia értékkel együtt.

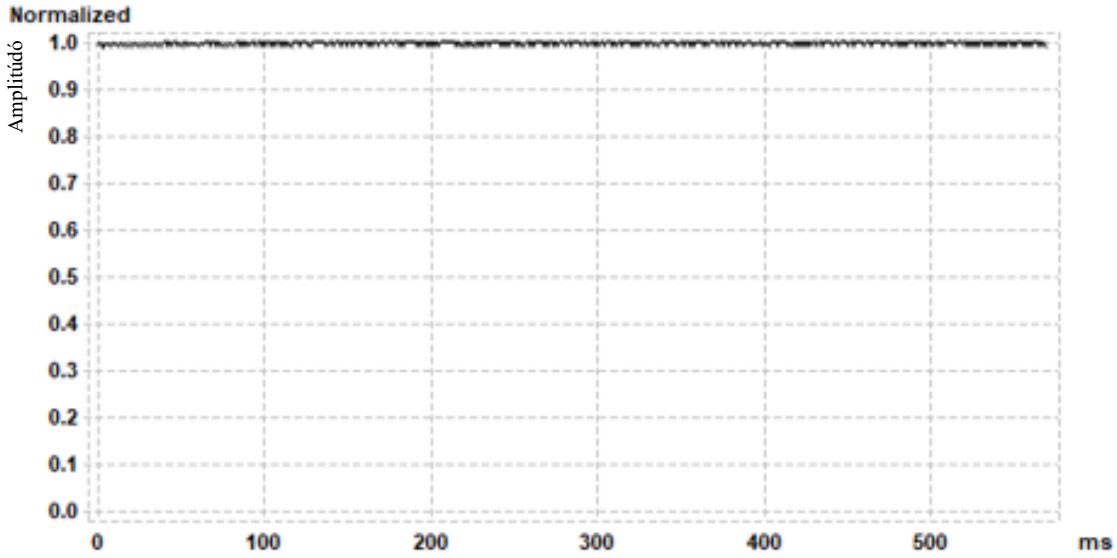
A táblázatban szereplő többi érték mindegyike egyértelműen azt mutatja, hogy a LED lámpa értékei messzemenően jobb értékekkel rendelkeznek, mint a T8 fénycsöves lámpatestek.



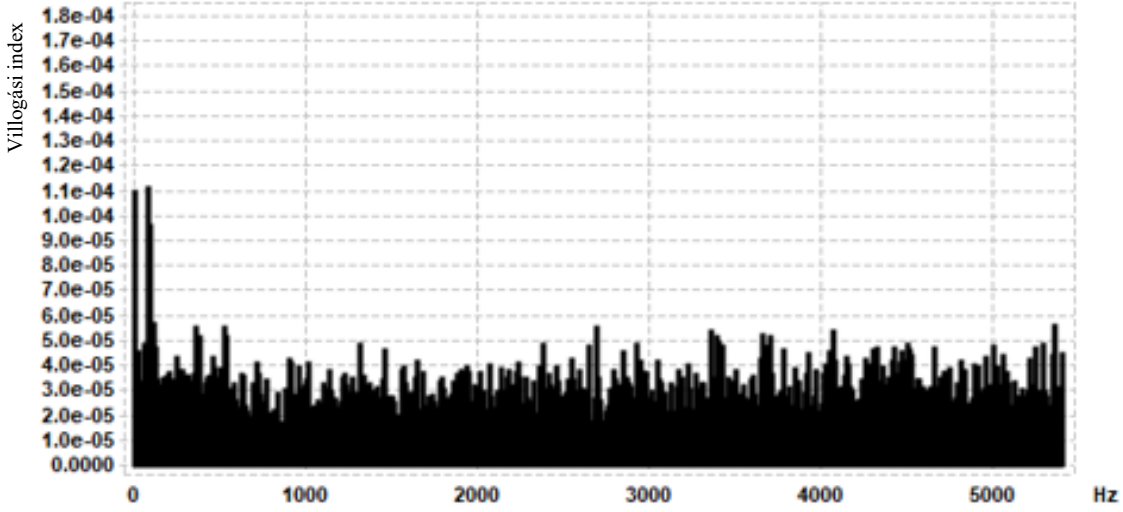
3.5. grafikon: Villogási értékek T8 58W fénycső esetében



3.6. grafikon: Domináns frekvencia értéke T8 58W fénycső esetében

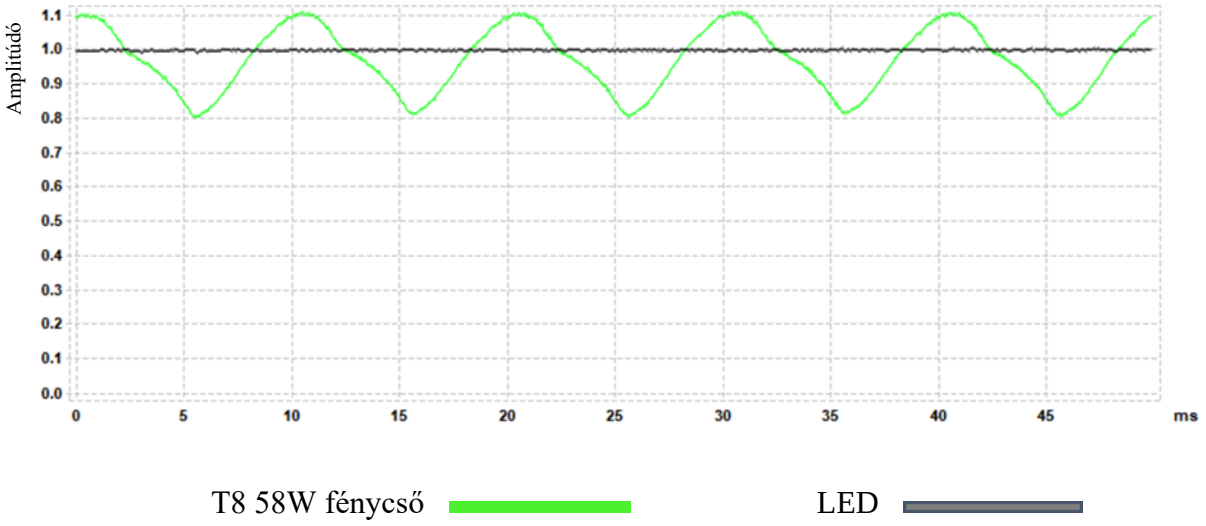


3.7. grafikon: Villogási értékek 57W LED esetében



3.8. grafikon: Domináns frekvencia értéke 57W LED lámpatest esetében

Az alábbi Flicker grafikonon (3.9. grafikon), a fény amplitúdójának ciklikus változásának relatív mértéke látható. Ezt szemléletesen bemutatja ez a alábbi grafikon, ahol a fekete az 57W LED, míg a zöld a T8 58W fénycsöves lámpatesthez tartozó görbe. A villódzás mértéke a LED-es lámpatestek esetében elhanyagolható, 0,63%, a fénycsöves lámpatestek esetében azonban jelentős volt, 17%. Ez is hozzájárul a világítás minőségének javulásához.



3.9. grafikon: Flicker grafikon

4. Korszerűsítés előtti állapot leírása

A Marzek Kner Kft. épületeiben a korszerűsítés előtti világítás igen elavult volt. A lámpatestek mind energetikailag, mind pedig a szabványi megfelelés miatt is korszerűsítésre szorultak. Az elmúlt 30 évben, a korszerűsítéseket jellemzően alkatrész cserékkel próbálták helyettesíteni. Vizsgálatom tárgya, a földszinti területen felszerelésre került IP65 ipari lámpatestek esetében, jelentősebb korszerűsítés évtizedek óta nem történt. A legutolsó karbantartás is utoljára 2013-ban történt, az egyidejű fénycső, és gyújtó cserével ugyan javítottak némiképp a 30 éves rendszereken, de a foglalatokat, a vezetékeket és a lámpatest házakat meghagyták az eredeti állapotban, melyeknek a hatásfoka az elöregedések miatt jelentősen csökkentek.

A lámpatestek helyzete fix, változtathatatlan, mivel a meglévő tartószerkezet egy vastagfalú zártszelvény, melyben a vezetékek el lettek vezetve a lámpatestek betáplálásához. A kiállások áthelyezése nem volt megoldható, ezért a megtervezett új rendszernél a meglévő kiállásokat kellett használni, tehát a lámpatestek pozícióit figyelembe kellett venni és a meglévő helyekre tervezni az új világítást.

A korszerűsítés előtti, alacsonynak érzékelt általános megvilágítási szintet annak javítása érdekében, arányiban nézve túl sok kiegészítő helyi világítással próbálták meg javítani, ami egy lámpaerdőt eredményezett, és mivel szinte az üzem teljes területén szükségesnek látták a megvilágítási szint javítását, ezért ahova tudtak, oda elhelyeztek egy-egy lámpatestet, amivel az egyenletességet szinte teljesen lecsökkentették.

A hálózat felügyeletét és karbantartását a cég energetikusai és a saját villanyszerelőik felügyelték és tartották karban, ezért nekem ennek vizsgálata nem volt feladatom.

4.1. Lámpatestek felmérése

Dolgozatom elkészítéséhez első lépésben a meglévő világítási rendszert kellett felmérnem. Mind a lámpatestek típusát, a felszerelés helyét és az akkori megvilágítási szintjének mérését el kellett végezni. Az üzem területén nagy mennyiségben helyeztek el nagyméretű gépeket, valamint az egész üzem területén, nagy darabszámban fordulnak elő raklapokon áruk, melyeknek mozgatása, áthelyzése folyamatos, ezért reprezentatív mintaterületeket kellett kijelölnöm a mérésre.

A felméréskor, a lámpatestek meghatározásában viszonylag egyszerű dolgom volt, mivel az üzem teljes földszinti területén, nagyjából egységes lámpatípust alkalmaztak korábban, melyek csak

teljesítményben tértek el egymástól. Jelen dolgozatban, csak az első ütemre kijelölt területek felmérését mutatom be annak ellenére, hogy az üzem teljes felmérése ugyanebben az időben megtörtént. A mellékhelyiségek korszerűsítését korábban elvégezték a saját villanyszerelőjükkel, ezért ezek a helyiségek sem kerülnek az elemzésbe. Az irodai területek, valamint a közlekedő helyiségek pedig egy későbbi időpontban, az irodaház korszerűsítésével egy ütemben fognak elkészülni.

Az üzem teljes területén, többnyire 2x36 W-os és 2x58W-os T8 fénycsöves IP65 ipari lámpatest kerültek felszerelésre, a 4.1. táblázatban összefoglaltak szerinti elosztásban.

A megtérülés számításához, jelen táblázat tartalmazza a helyiségenkénti rendszer-, illetve a beépített összteljesítményeket.

4.1. táblázat: Felmért terület összegzése

Helyiség megnevezése	**Eredeti állapot**			
	lámpa leírása	**Mennyiség (db)**	**Rendszer teljesítmény (W/lámpatest)**	**Össz teljesítmény (W)**
Fsz. 115 Alapanyag temperáló	2x36W IP65 ipari lámpatest	17	86	1 468
Fsz. 40 Dobozgyártás gépterem	2x58W IP65 ipari lámpatest	245	135	33 008
Fsz. 50 Alapanyagraktár	2x58W IP65 ipari lámpatest	71	135	9 566
Fsz. 56 Doboznyomtatás Fsz. 61 Cimkegyártás, gépterem	2x58W IP65 ipari lámpatest	223	135	30 044
Felmért helyiségek összteljesítménye:				**74 700**

Mivel a beépített gyártmányok adatlapja már nem elérhető sem a gyártónál, sem pedig az interneten, ezért a megtérülési számításokhoz szükséges rendszerteljesítmény adatok megadásához, a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal elnökének 11/2021. (IX. 20.) MEKH rendeletének 1. mellékletének 2.5.2.1.táblázata adatait vettem alapul [4].

Mivel a helyi világítás korszerűsítését nem kérte a megrendelő, ezért azok felmérése nem volt feladatom.

4.2. Meglévő világítási rendszer szabványossági vizsgálata

A felmérést követően és még a világítás korszerűsítés tervezése előtt, megvizsgáltam az aktuális világítás szabványnak való megfelelősségét. Az ide vonatkozó szabványi előírás, az alábbi 4.2. táblázatban található.

4.2. táblázat: Nyomdaipari és rakodási területre vonatkozó szabvány részlet [1]

Hiv. szám	A terület jellege, a feladat vagy tevékenység	$\bar{E}$m (lx)	UGR_L	U_0	R_a	Egyedi követelmények
5.21.1.	Leszabás, aranyozás, domborítás, klisékészítés, köveken és nyomólemezeken végzett munka, nyomdagépek, matricakészítés	500	19	0,60	80	
5.21.2.	Papírválogatás és kézi nyomás	500	19	0,60	80	
5.21.3.	Szedés, retusálás, litográfia	1000	19	0,70	80	
5.21.4.	Színellenőrzés többszínű nyomtatás esetén	1500	16	0,70	90	5000 K TCP 6500 K
5.1.1.	Forgalmi területek, folyosók	100	28	0,40	40	• Megvilágítás padlószinten. • R_a és UGR mint a csatlakozó terekben. • 150 lx, ha járművek vannak az úton. • A ki- és bejáratok világítása olyan átmeneti zónákat hozzon létre, ahol sem éjjel, sem nappal nincs hirtelen megvilágításváltozás. • Ügyelni kell arra, hogy a világítás sem a gyalogosokat, sem a járművezetőket ne káprázta
5.1.2.	Lépcsők, mozgólépcsők, mozgójárd	100	25	0,40	40	A lépcsőkön nagyobb kontraszt szükséges.
5.1.3.	Liftek, teherliftek	100	25	0,40	40	A lift előtt a megvilágítás legalább $\bar{E}$m = 200 lx legyen.
5.1.4.	Rakodórámpák/-szektorok	150	25	0,40	40	

A cég vezetőségével történt egyeztetést követően ugyan az 5.21.1. és az 5.21.2 sorokat vettem alapul, viszont elégedetlenek voltak az akkori megvilágítással, ezért a kérésüknek megfelelően az üzemek területére jóval magasabb értékeket állítottam be, azaz 800 és 1000 lx átlagos megvilágítási szintekre méreteztem a megvilágítást. [1]. A közlekedő területeken, valamint a lift előterekben, az üzem magas megvilágítási szintje miatt, valamint az átmeneti zónák miatt, melyekre ügyelni kellett, szintén magasabb megvilágítási szintre méreteztem, figyelmen kívül hagyva az 5.1.1. és az 5.1.3. sorok ajánlását.

4.3. Mérési pontok távolságának meghatározása (mérési raszter)

A megvilágítási szint méréséhez a rácspontok távolságát és mennyiségét a szabvány idevonatkozó 4.4. pontjához tartozó A1 táblázat [1] alapján jelöltem ki, a 4.3. táblázatban rögzített méretek figyelembevételével.

4.3. táblázat: Mérési pontok helyiségenként a szabvány alapján [1]

Helyiség megnevezése	Helyiség mérete (mxm)	A számítás alapjául vett hossz (m)	Kiszámított legnagyobb távolság a rácspontok között (m)
Fsz. 115 Alapanyag temperáló	15 x 20	20	1
Fsz. 40 Dobozgyártás gépterem	30 x 48	48	2
Fsz. 50 Alapanyagraktár	12 x 44	12	1
Fsz. 56 Doboznyomtatás Fsz. 61 Cimkegyártás, gépterem	36 x 52	52	3

Törekedtem arra, hogy a lehetőségekhez képest, a lehető legnagyobb területen el tudjam végezni a méréseket, és ennek érdekében a falak melletti 0,5 m-es sávot csak abban az esetben hagytam figyelmen kívül, ha az a munkaterületen kívül esett, vagy nem volt mérhető. Az alapanyagraktár mérésénél nem a hosszabbik oldalt vettem alapul, mert a rövidebbik és hosszabbik oldal aránya meghaladta a 2-t, és a szabvány azt javasolja az ilyen esetekre, hogy a rövidebbik oldalt vegyük figyelembe. A Doboznyomtató és Címkegyártó területén, a kiszámított értéktől eltértem, és csökkentettem a mérési pontok távolságát, a berendezések és az üzem területén elhelyezett áruk miatt, hogy megfelelő mennyiségű mérési pontot tudjak felvenni.

A 4.3. táblázatban szereplő adatokat a tervezéskor (DialuxEVO 10.0 szoftverben) és visszaellenőrzéskor is figyelembe vettem, és ügyeltem arra, hogy a felméréskor felvett pontok, ugyanarra a pontra essenek, mint a visszaellenőrzéskor.

4.4. Felméréskor készült mérési jegyzőkönyvek rövid összegzése

A felmérés eredményét, és annak kiértékelését mérési jegyzőkönyvben és minősítő iratban rögzítettem, melyet mellékletként csatoltam. (1. melléklet). A jegyzőkönyvből egyértelműen látható, hogy az eredeti világítással nem véletlenül elégedetlen a tulajdonos, hisz még az érvényben

lévő szabványok követelményinek sem felelnek meg az értékek. Ráadásul a helyiségek az elmúlt években jelentős funkcióváltáson mentek keresztül, azaz az eredetileg raktárként funkcionáló helyiségekből idő közben termelési terület lett, illetve a gyártási területeken gyakran alakul ki az a helyzet, hogy raktározási funkciót is betöltenek. Igen nehéz így kiértékelni a helyiségek szabványi megfelelőségét, de mivel úgy kell tekinteni ezekre a helyiségekre, mint gyártási terület, ezért a legszigorúbb elvárást vettem alapul.

5. Tervezés

A felméréseket és a mérési eredmények kiértékelését követően megkezdtem a lámpatestek kiválasztását a világításkorszerűsítéshez. A beruházó számára több lehetőséget szerettem volna felajánlani, ezért először meghatároztam a lámpatestekkel szemben támasztott alapvető követelményeket.

A lámpatest kiválasztás első látásra nem tűnt nehéz feladatnak, hisz az 1. ütembe tartozó üzemrész területén, azaz a földszinti területeken azonos típusú lámpatestekkel megoldható a kivitelezés. A jelenlegi piaci helyzet mégis sok nehézséget gördített mind a lámpatest gyártó, mind pedig a termékek kiválasztása elé. A nagy darabszám, a műszaki paraméterek, a jótállási feltételek, a gyártási kapacitás, a szállítási készség mind olyan feltétel volt, melyeknek nem minden gyártó tudott megfelelni, ezért eléggé leszűkültek a lehetőségeim. A beruházó is megnehezítette a dolgomat azzal, hogy a kivitelezés megkezdését rövid határidővel kellett elvállalni, valamint a lámpatestek árfekvése is kötött volt.

Fontos szempont volt, hogy a fentiek mellett a műszaki tartalomnak megfeleljenek a lámpatestek.

Az alábbi gyártók termékeiről kértem be az információkat a tervezéshez: IBV Hungaria Kft., Tungsram Operations Kft., VYRTYCH a.s.

A korszerűsítést megelőzően, beruházó jelezte, hogy a meglévő elektromos hálózatot kell használnunk, mely megfelelő állapotú.

Az üzem méretéből adódóan, javaslatot tettem biztonsági világítás kiépítésére, melynek kiépítését az egyik fázisvezető felhasználásával tudtuk megoldani.

Az üzem helyiségeibe, a korábbi fejezetekben bemutatott műszaki szempontokat vettem alapul a tervezéshez.

A tervezéshez az MSZ-EN 12464-1 szabvány ajánlása alapján, az üzem területére a következő adatokat határoztam meg:

- Fényáram tekintetében a DialuxEVO-val végzett előméretezésből kinyerve megállapítható volt, hogy min. 6800 lm-es lámpatest szükséges, (berendezések és reflexiók beállítása nélkül)
- Fényhasznosítás szempontjából, ami az EKR, azaz gazdasági szempontokból lényeges adat, a CRI 90 miatt nehezen növelhető érték, ezért a minimum elvárásként a 110 lm/W-ot határoztam meg. Gazdasági szempontból, minél nagyobb ez az érték, annál hatékonyabb a berendezés. Ennek jelentősége a gazdasági számításoknál lesz.

- A színhőmérséklet tekintetében a nyomdaiparban elvárt színhőmérséklet 5000 K-6500 K-ig alkalmazható. Én mind gazdasági, mind pedig ergonómiai szempontból, az 5000 K-t határoztam meg. Figyelembe vettem az MSZ-EN 12464-1 szabvány ajánlását, valamint a Kruithof görbe adataiból nyerhető ajánlást, valamint a beruházó egyedi kérését.
  Az üzem 0-24 órában üzemel, és természetes fény nincs az üzem területén, ezért figyelembe vettem a mesterséges világítás dolgozókra gyakorolt hatását, ahol meg kellett felelnem mind a nappali, mind pedig az éjszakai műszakban dolgozókra gyakorolt hatásnak. Úgy döntöttem, hogy az 5000 K LED lámpatest egy optimálisabb választás a 6500 K-nél, mivel az éjszakai műszakban dolgozóknak a 6500 K élettanilag túl nagy különbség lett volna a természetes éjszakai fényhez képest, a nappali műszakosoknak pedig nem jelent akkora hátrányt.
- A színegyezés szempontjából fontosnak tartottam, hogy legfeljebb SDCM 3-at írjak elő, mert a színeltérés, vagy a színvisszaadási index módosulása a későbbiekben sem megengedett.
- A közepes hasznos élettartamot L80B50 50.000 üzemórában határoztam meg.
- Az IP védettség tekintetében az IP65 besorolást írtam elő, mivel ez egy ipari környezet, és ugyan tisztának tekinthető, mivel élelmiszeripari nyomtatást végeznek és a tisztasággal kapcsolatos előírásaik igen szigorúak, mégis a nyomdaiparból származó finom por miatt és a takaríthatósági szempontot is figyelembe véve, szükségesnek tartottam az IP65 védettséget.

A helyiségek tervezését az alábbiakban, helyiségenként mutatom be.

5.1. Dobozgyártó gépterem

A Dobozgyártó gépterem az épületben, a földszinten helyezkedik el. Ez az üzemi rész közel 1500 m^2, 4m belmagasságú helyiség. A gépteremben zsúfoltan találhatók a különböző funkciókat ellátó gépek, polcrendszerek és a fennmaradt helyekre állandóan változó raklap állományt helyeznek el. Az üzem területén folyamatos a fejlesztés, ezért állandóan változik a berendezések elhelyezkedése. A falak jól reflektálók, fehérre festett téglafalak, a gépek színe szürke, a padlózat világos szürke. Az padlózaton elhelyezett raklapokon jellemzően fehér áru van elhelyezve, de gyakran előfordul, hogy színes tetejű áruval vannak megrakva.

A számítási felületet 85 cm magasságban vettem fel, és a 4.3. táblázat alapján rögzítettem a mérési pontokat. A mérés igen nehéz feladatnak bizonyult, mivel a gépek és a felhalmozott áruk miatt nem

volt megfelelő mennyiségben kijelölhető mérési pont, valamint az is nehézséget okozott a, hogy a gépek, a polcok, a raklapok, jelentős árnyékokat vetettek a terület szinte teljes egészén.
A DialuxEVO 10.0 szoftverben építettem fel az épületi modellt, a számítási felületeket pedig a következőképpen határoztam meg:
- munkaterület, ami tulajdonképpen az üzem teljes területe, kivéve a sárgával elkülönített közlekedési területek,
- közlekedési terület, ami szinte elválaszthatatlanul egybeolvad az üzem munkaterületével
- biztonsági világítás a közlekedési területeken.

A mérési pontok távolságát, ahogy az a 4.3. fejezetben, a szabvány idevonatkozó 4.4. pontjához tartozó A1 táblázat [1] alapján, a 4.3. táblázatban rögzítettek szerint határoztam meg:
- az üzem teljes területén: 2 m
- közlekedő terület: nem vettem külön, mert nem elkülöníthető az üzem területétől,
- biztonsági világítás a közlekedési területeken: 1 m. [16]

5.1.1. Világítótestek kiválasztása

Szakdolgozatomban a vizsgált lámpatesteket, az alábbi 5.1. táblázatban összesítettem gyártónként és műszaki paramétereik alapján. Az alábbi táblázatban szereplő lámpatest típusok jöhettek szóba. Az adatokat a gyártók által biztosított adatlapok, illetve a honlapokon fellelhető adatlapok adatai alapján rögzítettem. Az UGR-re vonatkozó adatokat a gyártók által megküldött Eulumdat fájlok UGR-táblázatából tudtam kikeresni.

5.1. táblázat: Összehasonlító táblázat

Típus megnevezése	Fényáram (lm)	CCT (K)	Teljesítmény (W)	(lm/W)	CRI	SDCM	üzemóra (L80B50)	IP védettség
EUROPA-LED-7900-258-5K, 54W, 400mA, 7019lm, 5000K, IP66, Ra90	7900	5000K	54	146	90	3	70000	65
EUROPA-LED-7900-258-5K, 54W, 400mA, 7019lm, 5000K, IP66, Ra90 NON SELV, rozsdamentes békazár	7900	5000K	54	146	90	3	70000	65
IBV 870-Inspire 5 ft (~1500mm) MST LinLED CRI90 LO	7000	5000K	57	123	90	3	52000	65
Tung Mariner CL G1 5' 50W 865 S DS 50 46,5 137 340 No (Static) 7000 - 140 1530x78x75 1,7	7000	6500K	50	140	80	6	50000	65

A lámpatestek kiválasztásánál figyelembe kellett vennem a lámpatest rögzítésének a lehetőségét is, mivel olyan zárt szerkezetű sínre kell helyezni a lámpatesteket, melyeknél a kiállások fix helyen

vannak és a rögzítési helyek is fix furatokkal rendelkeznek, ezért olyan megoldást kellett keresni, ami viszonylag „rugalmasan” illeszthető a meglévő tartószerkezet adta lehetőségekhez.
A biztonsági világítás kiépítésének egyetlen megoldása volt lehetséges. Olyan lámpatest alkalmazására volt szükség, ahol a berendezés magába foglalta ezt a funkciót is, tehát olyan megoldást kellett találni, amivel az általános világítás funkciójának betöltése mellett a biztonsági világításra is alkalmas kell, hogy legyen és ezt a feladatot is képes legyen ellátni.
A vizsgált világítótestek katalógus oldalait, a szakdolgozatom 3-5. számú mellékletei tartalmazzák.
A színvisszaadási index-el szembeni CRI 90-es elvárás miatt, a gyártóktól külön be kellett kérni az adatlapokat, mivel ez az elvárás nem egy standard terméket takar. A katalógus oldalak többnyire nem tartalmazzák az ezzel az értékkel megjelölt termékeket.
Az fenti 5.1. táblázat adatai alapján a Tungsram terméke nem teljesítette sem a színvisszaadási index-el szembeni elvárásaimat, sem az SDCM 3 paraméter elvárt értékét, és még egyedi gyártással sem volt megoldható meghatározható időn belül, a jelenlegi alkatrész ellátási hiányok miatt.
A fennmaradó 2 gyártó közül az IBV és a VYRTYCH lámpatestek közül az árszint és a szállíthatósági készség miatt az IBV által gyártott termékek bizonyultak alkalmasnak jelen projekt megvalósítására.
5.1. táblázat és a fent leírtak figyelembevételével az üzemcsarnok világításának tervezését az IBV által gyártott termékével végeztem el.

5.1.2. Karbantartási tényező (MF) meghatározása

A LED-es fényforrások használata folyamatos fényáramcsökkenéssel jár működésük során, a kezdeti fényáramhoz képest. Avulási tényezőjén (LLMF) kívül a karbantartási tényezőt befolyásoló tényezők: a fényforrás túlélési tényezője (LSF), a lámpatest avulási tényezője (LMF) valamint a helyiségek felületeinek avulási tényezője (RSMF). Az itt felsorolt tényezők szorzata adja meg, a helyiségre és azon belül a tervezett világítótestekre vonatkozó karbantartási tényezőt. A CIE 97:2005 képlete (5.1.) alapján a karbantartási tényezőt, azaz az MF értékét, az alábbiak szerint számolhatjuk ki [2]:

$$MF = LLMF * LSF * LMF * RSMF \tag{5.1.}$$

ahol

MF (Maintenance Factor) Karbantartási tényező,

LLMF (Lamp Lumen Maintenance Factor) Fényforrás Fényáramának Karbantartási Tényezője,

LSF (Lamp Survival Factor) Fényforrás Túlélési Tényező,

LMF (Luminaire Maintenance Factor) Világító test Karbantartási Tényezője,

RSMF (Room Surface Maintenance Factor) Helyiség Felületének Karbantartási Tényezője.

Az LLMF egy olyan adat, mely a fényáramcsökkenéssel van összefüggésben, és a közepes hasznos élettartamból állapítható meg (a mi esetünkben LLMF = 0,8). Az LSF, melynek értéke jelen esetben 1,0 az egyedi csere előírása miatt, tulajdonképpen a túlélési tényezőt adja meg. Ezzel azért érdemes így számolni, mert a LED lámpatestek esetében a gyártók olyan jótállásokat vállalnak, hogy a lámpatestek meghibásodása esetén részben (alkatrészekre vonatkozó), vagy egészben (komplett lámpatest csere) cserélik a lámpatesteket.

A szabványból meghatározható a lámpatestek avulására, valamint a helyiség felületeire vonatkozó adat. A tervezett helyiség kategóriai besorolása tisztasági szempontból a szabvány 2.1 táblázatából a normál kategóriába lenne besorolható, viszont nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a tervezett helyiségben jelentős levegő elszívást működtetnek. Mivel élelmiszeriparban használatos nyomdai termékeket állítanak elő az üzem területén, ezért a tisztaság megtartását kiemelt feladatának tartja a nyomda üzemeltetése. Ha az üzemet nem találják megfelelően tisztának, azonnali takarítást írnak elő, ami gyakrabban fordul elő mint egy év, ezért a „tiszta” kategóriába sorolom a helyiséget, amiből következik, hogy az LMF értéke 1. A lámpatestek a szabványban megtalálható 2.2. táblázatban szereplő kategóriák alapján az E kategóriának felel meg (alulról és felülről is zárt, nem szellőző). A fent leírtak alapján, a szabvány 3.4. táblázata szerint a helyiségben lévő világítótestek karbantartási tényezője 0,88. [2] A helyiségben a falfelületek avulása függ a berendezések és egyéb felület reflexiójától, valamint lámpatestek közvetlen fluxus eloszlásától. A szabvány 3.6. táblázata alapján az RSMF értéke 0,88. [3] A képletbe behelyettesítve a Dobozgyártó gépterem karbantartási tényezője:

$$MF = 0{,}8 * 1{,}0 * 1{,}0 * 0{,}88, \text{ ami}$$

$$MF = 0{,}70$$

5.1.3. Világítástechnikai méretezés kiértékelése

A beruházótól kapott alaprajzok DialuxEVO szoftverbe történő beillesztésével állítottam elő a méretezendő helyiségek modelljét. Az ellenőrző mérésekkel megnéztem, hogy valós adatok szerepelnek-e az alaprajzon. A berendezések, falak színét és reflexióját, igyekeztem élethűen beállítani. A méretezéshez szükséges Eulumdat fájlokat a gyártók képviselőitől szereztem be. A belmagasságokat és fénypont magasságokat beállítottam a valóságnak megfelelően. A karbantartási tényezőt az 5.1.2. pontban ismertetett számítások alapján, 0,7-re állítottam be a programban. A méretezés eredményét a 2.sz. melléklet tartalmazza.

A méretezés során a beltéri munkahelyi világítási szabvány [1] elvárásait tartottam szem előtt. A melléklet alapján, megfelelőnek tartom a tervezett világítási eredményeket.

5.2. Alapanyagraktár

Az Alapanyagraktár az épület földszintjén helyezkedik el. Ez az üzemi rész, közel 500 m^2, 4,2 m belmagasságú helyiség. A nevével ellentétben, nem raktárként funkcionál, hanem ez is egy gépterem, ahol gyártás folyik. Ebben a gépteremben található egy majdnem teljes terem hosszúságú gép, mely körül itt is rengeteg, áruval megrakott raklapok találhatók, melyek elhelyezkedése folyamatosan változik.

Erről az üzemrészről is elmondható az, hogy az üzem területén folyamatos a fejlesztés, ezért állandóan változik a berendezések elhelyezkedése. A falak jól reflektálók, fehérre festett téglafalak, a gép színe szürke, a padlózat szintén világos szürke. Az padlózaton elhelyezett raklapokon jellemzően fehér áru van elhelyezve.

A számítási felületet 85 cm magasságban, a mérési pontokat pedig a 4.3. táblázat alapján vettem fel. A mérés megvalósítása itt is igen nehéz feladatnak bizonyult, mivel a gép és a felhalmozott áruk miatt nem volt megfelelő mennyiségben kijelölhető mérési pont, valamint az is nehézséget okozott a korrekt mérésben, hogy a gép, a raklapok, jelentős árnyékokat vetettek a terület szinte teljes egészén.

A DialuxEVO 10.0 szoftverben építettem fel az üzemrész modelljét, a számítási felületeket pedig a következőképpen határoztam meg:

- munkaterület, ami tulajdonképpen az üzemrész teljes területe, kivéve a sárgával elkülönített közlekedési területek,
- közlekedési terület, ami szinte elválaszthatatlanul egybeolvad az üzem munkaterületével

A mérési pontok távolságát, ahogy az a 4.3. fejezetben, a szabvány idevonatkozó 4.4. pontjához tartozó A1 táblázat [1] alapján, a 4.3. táblázatban rögzítettek szerint határoztam meg:
- az üzemrész teljes területén: 1 m.

5.2.1. Világítótestek kiválasztása

Szakdolgozatom 5.1.1. pontjában megvizsgált lámpatesteket alapul véve, az leírtak alapján, ugyanazt a lámpatestet választottam az Alapanyagraktárba is, mint a Dobozgyártó gépterem esetében, mivel mind funkcióját, mind pedig a helyiség adottságait figyelembe véve, a korábban kiválasztott lámpatest, ebben a helyiségben is megfelelőnek találom.

A lámpatestek kiválasztásánál figyelembe kellett vennem a lámpatest rögzítésének a lehetőségét is, mivel ebben a helyiségben, eltérően a Dobozgépteremtől, itt közvetlenül a mennyezetre szerelten kerültek elhelyezésre a lámpatestek.

5.2.2. Karbantartási tényező meghatározása

Az Alapanyagraktár karbantartási tényezőjét az 5.1.2. pontban leírtak alapján számoltam ki.

Az ehhez tartozó paraméterek a következők:

- LLMF (Fényforrás Fényáramának Karbantartási Tényezője) 0,8,
- LSF (Fényforrás Túlélési Tényező) 1,0,
- LMF (Világító test Karbantartási Tényezője) 1,0,
- RSMF (Helyiség Felületének Karbantartási Tényezője) 0,88.

A képletbe behelyettesítve az Alapanyagraktár karbantartási tényezője:

$$MF = 0{,}8 * 1{,}0 * 1{,}0 * 0{,}88, \text{ ami}$$

$$MF = 0{,}70$$

5.2.3. Világítástechnikai méretezés kiértékelése

Az Alapanyagraktár méretezéséhez is a beruházótól kapott alaprajzot illesztettem a DialuxEVO szoftverbe, majd a méretezendő helyiségek modelljét elkészítettem. A berendezések, falak színét és reflexióját igyekeztem élethűen beállítani. A méretezéshez szükséges Eulumdat fájlokat a gyártók képviselőitől szereztem be. A belmagasságokat és fénypont magasságokat beállítottam a valóságnak

megfelelően. A karbantartási tényezőt az 5.2.2. pontban ismertetett számítások alapján, 0,7-re állítottam be a programban. A méretezés eredményét a 6.sz. melléklet tartalmazza.

A méretezés során a szabvány [1] elvárásait tartottam szem előtt. A melléklet alapján, megfelelőnek tartom a tervezett világítási eredményeket.

5.3. Alapanyag temperáló

Az Alapanyag temperáló helyiség szintén az épület földszintjén helyezkedik el. Ez az üzemi rész közel 300 m^2, 3,05 m belmagasságú helyiség. A nevével ellentétben, ez a helyiség sem temperálóként funkcionál, hanem ez is egy gépterem, amelynek egy részében gyártás, egy részében pedig raktározás folyik. Itt sem lehet figyelembe venni a jelenlegi gép, illetve raktározás elhelyezkedését, mert azt jelezte a tulajdonos, hogy itt is változások fognak bekövetkezni. Ebben a gépteremben található egy kisebb gép, mely körül itt is rengeteg áruval megrakott raklap található, melyek elhelyezkedése folyamatosan változik.

Erről az üzemrészről is elmondható az, hogy az üzem területén folyamatos a fejlesztés, ezért állandóan változik a berendezések elhelyezkedése. A falak jól reflektálók, fehérre festett téglafalak, a gép színe szürke, a padlózat szintén világos szürke. Az padlózaton elhelyezett raklapokon jellemzően fehér áru van elhelyezve.

A számítási felületet 85 cm magasságban, a mérési pontokat pedig a 4.3. táblázat alapján vettem fel. Ennek a mérésnek a megvalósítása is igen nehéz feladatnak bizonyult, mivel a gép és a felhalmozott áruk miatt nem volt megfelelő mennyiségben kijelölhető mérési pont, valamint az is nehézséget okozott a korrekt mérésben, hogy a gép, a raklapok, jelentős árnyékokat vetettek a terület szinte teljes egészén.

A DialuxEVO 10.0 szoftverben építettem fel az üzemrész modelljét, a számítási felületeket pedig a következőképpen határoztam meg:

- munkaterület, ami tulajdonképpen az üzemrész teljes területe, kivéve a sárgával elkülönített közlekedési területek,

A mérési pontok távolságát, ahogy az a 4.3. fejezetben, a szabvány idevonatkozó 4.4. pontjához tartozó A1 táblázat [1] alapján, a 4.3. táblázatban rögzítettek szerint határoztam meg:

- az üzemrész teljes területén: 1 m.

5.3.1. Világítótestek kiválasztása

Szakdolgozatom 5.1.1. pontjában megvizsgált lámpatesteket alapul véve, a leírtak alapján ugyanazt a lámpatestet választottam az Alapanyag temperáló helyiségbe is, mint a Dobozgyártó gépterem és Alapanyagraktár esetében, mivel mind funkcióját, mind pedig a helyiség adottságait figyelembe véve, a korábban kiválasztott lámpatestet ebben a helyiségben történő felszerelése esetén is megfelelőnek találtam.

A lámpatestek kiválasztásánál figyelembe kellett vennem a lámpatest rögzítésének a lehetőségét is, mivel ebben a helyiségben, eltérően a Dobozgépteremtől, itt közvetlenül a mennyezetre szerelten kerültek elhelyezésre a lámpatestek.

5.3.2. Karbantartási tényező meghatározása

Az Alapanyagraktár karbantartási tényezőjét az 5.1.2. pontban leírtak alapján számoltam ki.

Az ehhez tartozó paraméterek a következők:

- LLMF (Fényforrás Fényáramának Karbantartási Tényezője) 0,8,
- LSF (Fényforrás Túlélési Tényező) 1,0,
- LMF (Világító test Karbantartási Tényezője) 1,0,
- RSMF (Helyiség Felületének Karbantartási Tényezője) 0,88.

A képletbe behelyettesítve az Alapanyag temperáló karbantartási tényezője:

$$MF = 0{,}8 * 1{,}0 * 1{,}0 * 0{,}88, \text{ ami}$$

$$MF = 0{,}70$$

5.3.3. Világítástechnikai méretezés kiértékelése

Az Alapanyag temperáló méretezéséhez is a beruházótól kapott alaprajzot illesztettem a DialuxEVO szoftverbe, majd a méretezendő helyiségek modelljét elkészítettem. A berendezések, falak színét és reflexióját, igyekeztem élethűen beállítani. A méretezéshez szükséges Eulumdat fájlokat a gyártók képviselőitől szereztem be. A belmagasságokat és fénypont magasságokat beállítottam a valóságnak megfelelően. A karbantartási tényezőt az 5.2.2. pontban ismertetett számítások alapján, 0,7-re állítottam be a programban. A méretezés eredményét a 7.sz. melléklet tartalmazza.

A méretezés során a szabvány [1] elvárásait tartottam szem előtt. A melléklet alapján, megfelelőnek tartom a tervezett világítási eredményeket.

5.4. Doboznyomtatás és Címkegyártás gépterem

A Doboznyomtatás és Címkegyártás gépterem szintén az épület földszintjén helyezkednek el és nem lehet elválasztani egymástól a két helyiségnek jelölt, de a valóságban elválasztás nélküli helyiségeket, ezért ezeket én is egyben kezeltem a méretezés során. Ez az üzemi rész közel 1900 m^2, 4,2 m belmagasságú terület. A megnevezésének megfelelően ez a helyiség gyártócsarnokként funkcionál, amelynek egy részében itt is jelentős mennyiségű fékész árut tárolnak raklapokon, a gépek környezetében. Itt sem lehet figyelembe venni a gépek pillanatnyi elhelyezkedését, illetve a raktározási területeket, mivel a felméréskor rögzített géphelyzetek a megvalósulás idejére már teljesen át lettek rendezve. Ebben a helyiségben is folyamatos a géppark fejlesztése, itt is további változtatások fognak bekövetkezni. Ez a gépterem igen tagolt és az oszlopok és gépek miatt nagyon sok az árnyék, ami megnehezíti a jó világítás tervezését.

A falak jól reflektálók, fehérre festett téglafalak, a gép színe szürke, a padlózat szintén világos szürke. Az padlózaton elhelyezett raklapokon jellemzően fehér áru van elhelyezve.

A számítási felületet 85 cm magasságban, a mérési pontokat pedig a 4.3. táblázat alapján vettem fel. A mérés megvalósítása igen nehéz feladatnak bizonyult, mivel a gép és a felhalmozott áruk, az oszlopok miatt, nem volt megfelelő mennyiségben kijelölhető mérési pont.

A DialuxEVO 10.0 szoftverben építettem fel az üzemrész modelljét, a számítási felületeket pedig a következőképpen határoztam meg:

- munkaterület, ami tulajdonképpen az üzemrész teljes területe, kivéve a sárgával elkülönített közlekedési területek,

A mérési pontok távolságát, ahogy az a 4.3. fejezetben, a szabvány idevonatkozó 4.4. pontjához tartozó A1 táblázat [1] alapján, a 4.3. táblázatban rögzítettek szerint határoztam meg:

- az üzemrész teljes területén szabvány szerint 3 m is lehetne, de én 2 m-re vettem fel, hogy legyen értékelhető eredmény.

5.4.1. Világítótestek kiválasztása

Szakdolgozatom 5.1.1. pontjában megvizsgált lámpatesteket alapul véve, a leírtak alapján ugyanazt a lámpatestet választottam a Doboznyomtatás és Címkegyártás gépterem helyiségébe is, mint a Dobozgyártó gépterem és Alapanyagraktár esetében, mivel mind funkcióját, mind pedig a helyiség

adottságait figyelembe véve, a korábban kiválasztott lámpatest felszerelését ebben a helyiségben is megfelelőnek találom.

A lámpatestek kiválasztásánál figyelembe kellett vennem a lámpatest rögzítésének a lehetőségét is, ami ebben a helyiségben megegyezik a Dobozgépteremével, azaz itt is olyan zárt szerkezetű sínre kell helyezni a lámpatesteket, melyeknél a kiállások fix helyen vannak és a rögzítési helyek is fix furatokkal rendelkeznek, ezért olyan megoldást kellett keresni, ami viszonylag „rugalmasan" illeszthető a meglévő tartószerkezetre.

5.4.2. Karbantartási tényező meghatározása

A Doboznyomtatás és Címkegyártás gépterem karbantartási tényezőjét az 5.1.2. pontban leírtak alapján számoltam ki.

Az ehhez tartozó paraméterek a következők:

- LLMF (Fényforrás Fényáramának Karbantartási Tényezője) 0,8,
- LSF (Fényforrás Túlélési Tényező) 1,0,
- LMF (Világító test Karbantartási Tényezője) 1,0,
- RSMF (Helyiség Felületének Karbantartási Tényezője) 0,88.

A képletbe behelyettesítve a Doboznyomtatás és Címkegyártás gépterem karbantartási tényezője:

$$MF = 0{,}8 * 1{,}0 * 1{,}0 * 0{,}88, \text{ ami}$$

$$MF = 0{,}70$$

5.4.3. Világítástechnikai méretezés kiértékelése

A Doboznyomtatás és Címkegyártás gépterem méretezéséhez is a beruházótól kapott alaprajzot illesztettem a DialuxEVO szoftverbe, majd a méretezendő helyiségek modelljét elkészítettem. A berendezések, falak, oszlopok, elválasztók színét és reflexióját, igyekeztem élethűen beállítani. A méretezéshez szükséges Eulumdat fájlokat a gyártók képviselőitől szereztem be. A belmagasságokat és fénypont magasságokat beállítottam a valóságnak megfelelően. A karbantartási tényezőt az 5.2.2. pontban ismertetett számítások alapján, 0,7-re állítottam be a programban. A méretezés eredményét a 8.sz. melléklet tartalmazza.

A méretezés során a szabvány [1] elvárásait tartottam szem előtt. A melléklet alapján, megfelelőnek tartom a tervezett világítási eredményeket.

6. Korszerűsítés utáni mérések és azok kiértékelései

A világítási követelményeknek való megfelelőség ellenőrzése során ügyelni kell arra, hogy a mérési pontok egybe essenek a tervezéskor alkalmazott számítási pontokkal vagy rácspontokkal. A vonatkozó felületek kritériumai szerinti ellenőrzést el kell végezni. Ismételt mérésekhez azonos mérőpontokat kell használni. Meghatározott feladatokhoz tartozó megvilágítást a feladat síkjában kell ellenőrizni. A felmérés eredményét és annak kiértékelését mérési jegyzőkönyvben és minősítő iratban rögzítettem, melyet mellékletként csatoltam. Lásd 9.sz melléklet. A jegyzőkönyvből egyértelműen látható, hogy az eredeti világításhoz képest jelentős javulást értünk el. Nem csak a megvilágítási szinteket tudtuk megemelni, hanem az érvényben lévő szabványok követelményinek is meg tudtuk feleltetni az új lámpatestekkel a megvilágítást. Ráadásul a helyiségekben az elmúlt években végrehajtott jelentős funkcióváltások miatti szabványi meg nem felelést is sikerült korrigálnunk, azaz az eredetileg raktárként funkcionáló helyiségek megvilágítását is alkalmassá tettük üzemi, termelő helyiséggé.

A kiértékelést nehezítették a gyártás területén elhelyezett gépek, polcok és raklapok miatti árnyékolások, ezért kijelöltem egy-egy referencia területet, hogy korrektül meg lehessen állapítani a megvilágítás tényleges szintjét. Mivel úgy kell tekinteni ezekre a helyiségekre, mint gyártási terület, ezért a legszigorúbb elvárást vettem alapul.

7. Korszerűsítés alatt fellépő adaptációs anomália

7.1. Előzmények

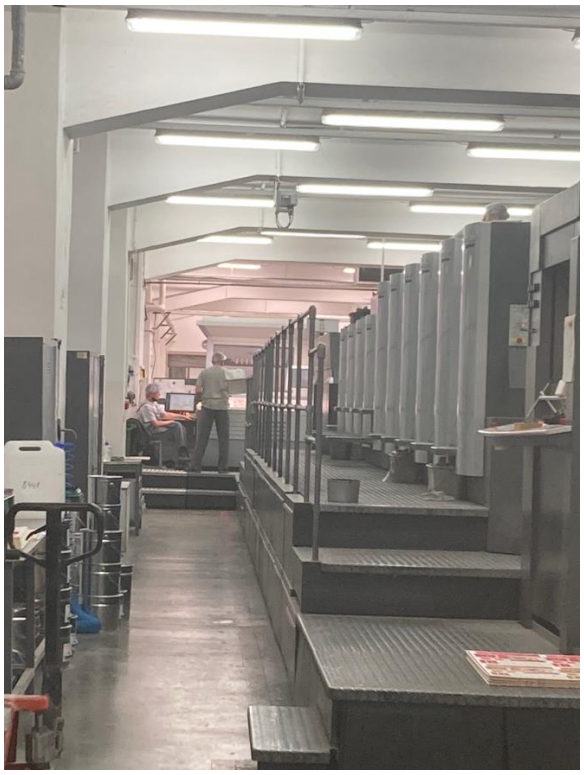
A korszerűsítést a helyszínen úgy kellett elvégezni, hogy közben az üzemben folyamatosan végezték a munkát, mivel 24 órás munkarendben dolgozik az üzem. Jelentősen megnehezítette a munkát ez a körülmény, viszont mindent elkövettünk annak érdekében, hogy zökkenőmentesen történjenek meg a lámpatest cserék. Ennek a körülménynek köszönhetően egy érdekes jelenséggel találkoztunk, mikor félig elkészültünk a munkával egy-egy helyiségen belül. Ez azt jelenti, hogy az üzem egy részén LED-es, míg a másik részén még a fénycsöves lámpák voltak felszerelve, tehát egyazon időben üzemeltek vegyesen.

A világítótestek az MST gyártótól származó 5000 K-es CRI90-es LED modulokkal vannak szerelve, melyek javított színvisszaadásúak, míg a korábbi fénycsöves lámpatestek 6500 K-es CRI80-asok.

7.2. A jelenség leírása

Az üzemben a világításkorszerűsítés nem egyszerre történt, ezért előfordult olyan állapot, hogy az üzem egyik részében még a régi fénycsöves lámpatestek világítottak, és ugyanabban a helyiségben egy másik területen már a LED lámpatestek is be voltak üzemelve. Ennek következtében, egy érdekes jelenséggel szembesülhettünk, azaz az üzem egyik végéből, például a fénycsővel szerel részben állva, ha betekintettünk a csarnokba, akkor a LED lámpatestek irányába nézve a LED-el szerelt rész rózsaszínnek, míg ha a LED-el szerelt részben álltunk akkor a fénycsővel szerelt másik rész kékes-zöldnek látszott. Lásd az alábbi 7.1., 7.2. valamint 7.3. számú képeken.

7.1. fotó: LED lámpatest környezetében készült felvétel



7.2. fotó: Fénycsöves lámpatest környezetében készült felvétel

7.3. fotó: LED-es és fénycsöves lámpatest környezet között készült felvétel

A fenti képek, ugyanabban a helyiségben készültek, csak három különböző irányból, más-más lámpatest környezeti irányból. Amennyiben LED-es környezetből LED-es környezet felé tekintettünk, akkor teljesen fehérnek tűnt a fény színe. Ezt a 7.4. fotón lehet megtekinteni.

7.4. fotó: LED lámpatest környezetében készült felvétel

Mivel nagyon látványos és szembetűnő volt a színeltérés, ezért műszeresen és nyomdaipari eszközzel is megvizsgáltam az esetet, hogy mind magunkat, mind pedig az ügyfelünket is meg tudjuk nyugtatni, hogy megfelelő világítóeszközök felszerelése történt. Az eset kivizsgálásának eredményét az alábbiakban mutatom be.

A méréshez használt eszközök:

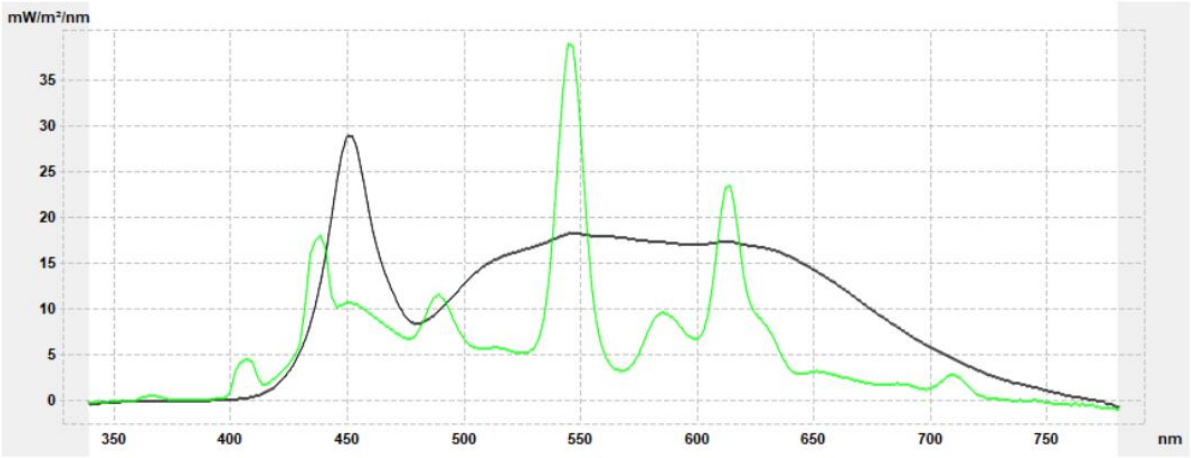
- GL-Optic GL SPECTIS 1.0 TOUCH + FLICKER mérőműszer, (adatlapját az 10.sz melléklet), és a kalibrálási jegyzőkönyvét az 11.sz. számú melléklet tartalmazza, valamint
- PANTONE® Világításjelző D50, melynek kalibrálása a 12. számú mellékeltben található.

A GL-Optic GL SPECTIS 1.0 TOUCH + FLICKER mérő műszerrel végeztem méréseket, hogy megbizonyosodjunk arról, hogy a jelenséget nem az okozza, hogy az újonnan felszerelt LED lámpatesteknek a műszaki paraméterei eltérnek a betervezett lámpatestek paramétereitől, és ki tudjuk zárni annak lehetőségét, hogy esetleg ez okozza a problémát. A mérési eredmények, melyeket

az alábbiakban részletesen számadatokkal is bemutatok, alátámasztották azt, hogy a jelenséget nem okozhatja sem a színhőmérsékleti különbség, sem pedig a színvisszaadásból adódó eltérés.

A mérések alapján ugyanis egyértelművé vált, hogy a LED-es világítótestek fényminősége a színvisszaadást tekintve jobb, mint a fénycsöveseké, vagyis a LED esetében eléri az adatlapján feltüntetett CRI 90-es értéket, valamint a színhőmérséklete is az 5000 K-t, míg a fénycsövek színvisszaadása csak CRI 80-as, a színhőmérsékletük pedig 5700 K.

Az alábbi grafikonon láthatóak a lámpatestek radiológiai sugárzásai (W/m^2) a hullámhossz (nm) függvényében, (lásd. az alábbi 7.1. grafikon). Látható, hogy a LED lámpatest (fekete görbe) fényéhez tartozó görbe egyenletesebben tartalmazza a különböző spektrumokat, valamint jóval több piros komponenst tartalmaz, mint a fénycső (zöld görbe) fénye, ami megmagyarázza a kétféle világítási megoldás egymáshoz viszonyított színérzetének eltolódását.



7.1. grafikon: radiológiai sugárzásának ábrázolása a LED-nek (fekete), illetve a T8 fénycsőnek (zöld)

A műszeres vizsgálaton felül, a nyomdászok által használt PANTONE® Világításjelző D50 színmintával is elvégeztem a színvisszaadásra vonatkozó vizsgálatot, mely a metameria jelenségen alapul. Ennek a vizsgálatnak az az alapja, hogy egy színes tárgyat, vagy jelen esetben egy színmintát, sokféle spektrális eloszlású megvilágítás alatt észlelhetünk ugyanolyannak. Ha mindenféle fényforrás alatt két szín ugyanolyan színűnek látszik, akkor azok izomerek. Azt a jelenséget viszont, amikor két szín teljesen azonosnak látszik az egyik megvilágításban, egy másik fényforrás alatt viszont különbözőnek látszanak, azt metamériának nevezik. Ezt a jelenséget használják ezen a nyomdaipari ellenőrző mintán is, azaz, ha a mintát természetes világítás mellett, vagy olyan

mesterséges világítás alatt nézzük meg, ahol a fény megközelíti a természetes napfény színvisszaadását, akkor a színmintán nem lehet észlelni eltérést, míg, ha a világítás kevésbé jó színvisszaadású fény alatt vizsgáljuk, akkor a két szín határozottan eltér egymástól. Ezt a jelenséget észlelhettük jelen nyomda LED-el, illetve T8 fénycsöves lámpával szerelt csarnokaiban. A LED esetén ez MEGFELELŐ, a fénycső esetén pedig látványosan eltér, tehát nem megfelelő a vizsgálati eredmény. Lásd, az alábbi fotókat (7.5. fotó), ahol a jobb oldali minta a T8 fénycsöves, míg a baloldali minta a LED lámpatestek vizsgálatakor készült.

7.5. fotó: PANTONE® Világításjelző D50 vizsgálat
LED vizsgálati eredmény (baloldali kép), T8 fénycső vizsgálati eredmény (jobb oldali kép)

A fent leírtakon kívül, még a szem és a fényképezőgép színadaptációjának is köszönhető a „rózsaszín-zöld” jelenség észlelése, mivel a szem, annak a fénynek a színéhez adaptálódik, ami közvetlenül körül veszi, és azt a színt észleli, érzékeli „másnak”, ami kívül esik azon a területen, amihez a szeme adaptálódott. A műszeres mérés kimutatta azt is, hogy mindkét rendszer (a T8 fénycső és LED lámpatest esetében is), csak minimálisan tér el a fényforrások színhőmérséklete a Planck görbétől, mindkettő pozitív irányban tér el, de a fénycső esik távolabb tőle.

Összefoglalva, a mérések és a helyszíni szemrevételezés alapján megállapítható volt, hogy az új világítótestek kifogástalanul működnek, és a műszaki paraméterei megfelelnek mind a követelményeknek, mind pedig az adatlapon található adatoknak. Az üzem megvilágításának diszkomfortossága a teljes cserét követően megszűnt.

8. Összefoglalás

Szakdolgozatom elsődleges célja az volt, hogy egy speciális világítást igénylő területen, azaz egy nyomdai környezetben vizsgáljam a meglévő világítást, tervezzem meg az új rendszert, valósítsam meg a világításkorszerűsítést, valamint hasonlítsam össze a régi és a megvalósult rendszereket.

A nyomdaipari környezet világításának kialakításakor nagyon körültekintően kell eljárni a fény és ezáltal a lámpatestek minőségi kiválasztásának tekintetében. A fény minőségének meghatározó tulajdonságainak szigorú feltételeket kell szabni és ezeknek az elvárásoknak megfeleltetni az új berendezéseket, ugyanis a nyomdaiparban a fény minőségének meghatározó szerepe van az előállítandó termékek minőségében.

A Marzek Kner nyomda világításkorszerűsítésében nyílt lehetőségem arra, hogy a teljes folyamatban aktívan részt tudjak venni. Hosszú egyeztetéseket követően sikerült a különböző érdekeket képviselő szempontokat közös nevezőre hoznunk. A legjelentősebb szempontok voltak a műszaki elvárások, az épület jelenlegi állapota által biztosított lehetőségek, valamint a gazdasági szempontok, ezen belül is a beruházási költségek, a korszerűsítést követően a megtakarítás és megtérülési idők.

A korszerűsítést megelőzően végeztem megvilágítási szint méréseket, hogy a korszerűsítést követően össze tudjam hasonlítani a két eredményt egymással.

Lehetőségem volt műszeresen is vizsgálni mind a korábbi rendszer, mind pedig az új rendszer világítótesteinek a műszaki paramétereit. Ezek közé tartozott a színvisszaadási index (CRI), a színhőmérséklet (T_{cc}), a villogás mértéke, és a megvilágítási szint (E_{av}) mérése. Ezen mérések eredményei alátámasztották számomra, hogy az ügyfél elégedettsége az új rendszerrel kapcsolatban megalapozott.

9. Summary

Primary goal of my thesis work was to analyse a special lighting environment including the existing system, planning a replacement solution and comparing old and new systems.

In the printing industry it's vital to have a professional artificial lighting system. Quality of the light directly affects the quality of the end-products of the factory. Therefore, it's essential to choose luminaries and producers carefully and wisely.

During the lighting reconstruction of the Marzek Kner company's printing facility I had the opportunity to actively take part of the whole process including construction management as well. After a long period of consultations and negotiations we found the ideal acceptable solution for the end-user. Main aspects were available and affordable technical solutions, condition of the existing building and economical consequences of the reconstruction like cost savings and pay-off.

Before and after the construction I made measurements of light levels so I could compare the old and the new systems regarding the amount of light. I also had the opportunity to analyse different technical parameters of the luminaries including Colour Rendering Index (CRI), Correlated Colour Temperature (CCT) and flicker.

Results of these measurements confirmed the advantages of the new lighting technology and satisfaction of the end-user.

10. Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni Nádas Józsefnek a világítással kapcsolatban tartott konzultációkat, a témavezetés elvállalását és a témához kapcsolódó cikkek, információk és egyéb érdekes források bemutatását.

11. Irodalomjegyzék

[1] Magyar Szabvány MSZ EN 12464-1:2012, Fény és világítás. Munkahelyi világítás, 1. rész: Belső téri munkahelyek, 2012. április. Szabvány. Hatályon kívül helyezve: 2022. január 31. Hatályos: EN 12464-1:2021, Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places

[2] CIE Technical report: Guide on the maintenance of indoor electric lighting systems, CIE 97:2005 2nd edition https://kupdf.net/download/cie-97-65306-2005_5911ec21dc0d60f845959e86_pdf

[3] Magyar Közlöny 172. szám 2021. szeptember 20. hétfő Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal 12/2021. (IX. 20.) MEKH rendelet melléklete

[4] A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal elnökének 11/2021. (IX. 20.) MEKH rendelet 1. melléklete: Az egyes energiahatékonysági intézkedésekből vagy beruházásokból származó energiamegtakarítás mértékét meghatározó jegyzék, I. rész: Épületekre vonatkozó energiahatékonysági intézkedések

[5] Arató András-Dr. Borsányi János-Dr. Kovács Károly-Dr. Majoros András-Molnár Károly: Világítástechnika II., BMF KVK-2018 javított kiadás, Budapest 2005

[6] Arató András-Dr. Borsányi János-Klinger György-Dr. Kovács Károly-Molnár Károly Zsolt-Nádas József-Dr. Vetési Emil: Innovatív világítás, OE-KVK 2108, Budapest 2013

[7] Arató András: Világítástechnika, 2.1 javított és bővített kiadás, Arató András 2003. Világítástechnika (oszk.hu)

[8] Majoros András, Vetési Emil, Filetóth Levente: Épületek világítása, Komplex 2. tervezési segédlet, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építészmérnöki Kar, Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék, 2015. január 8. http://www.egt.bme.hu/KOMPLEX/72-Belsoterek_vilagitasa_web.pdf

[9] 176/2017. (VII. 4.) Korm. rendelet az energiahatékonysági célokat szolgáló beruházás adókedvezményének végrehajtási szabályairól https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1700176.KOR

[10] Arató András, Dr. Borsányi János, Eperjessy Mária, Dr. Lantos Tibor, Nagy János (főszerk.), Némethné Dr. Vidovszky Ágnes, Poppe Kornélné, Török Béla: VILÁGÍTÁSTECHNIKAI KISLEXIKON, Világítástechnikai Társaság, 2001

[11] Mikołaj Przybyła: Light for colour evaluation in printing and graphic arts industries, 2018.10.03. https://lightquality.blog/2018/10/03/lighting-for-colour-evaluation-in-printing-and-graphic-arts-industries/

[12] Mikołaj Przybyła: Does your LED product comply with new Ecodesign requirements for flicker and stroboscopic effect? 2020.09.07. https://lightquality.blog/2020/09/07/ecodesign-reguirements-for-flicker-and-stroboscopic-effect/

[13] Magyar Szabvány MSZ EN 1838:2014 Alkalmazott világítástechnika. Tartalékvilágítás, 2014. február

[14] Poppe Kornélné–Dr. Borsányi János: VILÁGÍTÁSTECHNIKA I., BMF-KVK 2024 javított kiadás, Budapest 2004.

[15] Dr. Ábrahám, György, Dr. Kovács, Gábor, Dr. Antal, Ákos, Németh, Zoltán, Veres, Ádám László: Jármű optika, BME MOGI, ISBN 978-963-313-144-2 Budapest 2014. https://mogi.bme.hu/TAMOP/jamu_optika/index.html

[16] DIN EN 1838:2013 Világítási alkalmazások. Vészvilágítás

[17] VISO System https://www.visosystems.com/

12. Mellékletek

1.sz. melléklet

VILÁGÍTÁSTECHNIKAI MINŐSÍTŐ IRAT ÉS MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV

MARZEK Kner Packaging Kft.
Békéscsaba, Baros u. 9.

Mérés tárgya: Földszinti helyiségek (Címkegyártás gépterem, Dobozgyártás gépterem, Alapanyagtemperáló, Alapanyag raktár) korszerűsítés előtti általános világításának mérése

Munkaszám: 1865_2019
Jegyzőkönyv sorszáma: LUX jkv 112/2021

Jelen jegyzőkönyv 20 számozott oldalt tartalmaz.

A minősítő iratot összeállította és hitelesítette:

Harmados Nóra
projekt menedzser

Tartalomjegyzék

Nyilatkozat *2*

2. A mérési feladat ismertetése *3*

2.1. A mérés célja **3**

2.2. A helyiségekben végzett tevékenység **3**

2.3. A mérés módja **3**

2.4. Mérési pontok meghatározása **3**

2.5. Általános adatok **4**

2.6. Elektromos táplálás **4**

2.7. Környezeti jellemzők **4**

2.8. Mérőeszközök **5**

3. Fénytechnikai mérési jegyzőkönyv *5*

3.1. Címkegyártás gépterem **5**

3.1.1. Mérési pontok távolságának meghatározása 5

3.1.2. A világítótestekre vonatkozó adatok 5

3.1.3. Mérés helyszíne 6

3.1.4. Mérési eredmények 7

3.2. Dobozgyártás gépterem **8**

3.2.1. Mérési pontok távolságának meghatározása 8

3.2.2. A világítótestekre vonatkozó adatok 8

3.2.3. Mérés helyszíne 9

3.2.4. Mérési eredmények 10

3.3. Alapanyagtemperáló **11**

3.3.1. Mérési pontok távolságának meghatározása 11

3.3.2. A világítótestekre vonatkozó adatok 11

3.3.3. Mérés helyszíne 12

3.3.4. Mérési eredmények 13

3.4. Alapanyag raktár **14**

3.4.1. Mérési pontok távolságának meghatározása 14

3.4.2. A világítótestekre vonatkozó adatok 14

3.4.3. Mérési eredmények 15

3.4.4. Mérés helyszíne 15

3.4.5. Mérési eredmények 16

4. Mérési eredmények értékelése *17*

5. Intézkedési javaslatok *19*

Nyilatkozat

Alulírott, mint a fénytechnikai jellemzők vizsgálója kijelentem, hogy a MARZEK Kner Packaging Kft. (5600 Békéscsaba, Baross u. 9-21.) telephelyén lévő, földszinti helyiségek (Címkegyártás gépterem, Dobozgyártás gépterem, Alapanyagtemperáló, Alapanyag raktár) meglévő világításának világítástechnikai méréseit a vonatkozó szabványokban és rendeletekben foglalt előírásoknak megfelelően végeztem el.

A mérések során fegyelembe vett szabványok: MSZ-EN 12464-1

Budapest, 2021.12.06.

Harmados Nóra
projekt menedzser

1. A mérési feladat ismertetése

1.1. A mérés célja

A MARZEK Kner Packaging Kft. vezetése, a teljes üzemének területén világításkorszerűsítést kíván végrehajtani. Ennek keretében, szeretnék megtudni, hogy az első ütem világítása, megfelel-e a vonatkozó szabványi követelményeknek.

A vizsgált helyiségek:

- Dobozgyártás gépterem,
- Címkegyártás gépterem,
- Alapanyagtemperáló,
- Alapanyag raktár.

1.2. A helyiségekben végzett tevékenység

A helyiségekben, a helyiségek megnevezése ellenére, gyártási feladatokat végeznek, még ott is, ahol „raktár” megnevezés szerepel. A tevékenységhez szükséges látási feladatokat semmi sem akadályozza.

1.3. A mérés módja

A mérés során a helyiségekben a munkaterületen tételesen ellenőriztük a világítástechnikai paramétereket és a pontonkénti mérésekből meghatároztuk az adott munkaterületre vonatkozó átlagos megvilágítás (E_m) és a középegyenletesség (U_0) értékét. A mérés során csak a mesterséges világításra vonatkozó értékeket mértük.

1.4. Mérési pontok meghatározása

A munkaterületen a mérési pontokat az érvényben lévő MSZ EN 12464-1:2012 szabvány előírásai alapján határoztuk meg úgy, hogy a mérési raszterháló méretét a

$$d \leq 0{,}2*5^{\log_{10}(p)}$$

összefüggés szerint jelöltük ki, ahol:

d a mérési pontok közötti rasztertávolság (méterben)

p a munkaterület hosszabbik oldala (méterben)

Amennyiben a hosszabb oldalnak a rövidebb oldalhoz viszonyított hányadosa 2 vagy ennél nagyobb, akkor d -t használjuk a terület oldalának méreteként. A mérési pontokat a munkasík

magasságában, azaz 0,85m-en jelöltem ki. A munkaterület méreteiből kiindulva a mérőhálót helyiségenként határoztam meg. A fénytechnikai méréseket a raszterháló minden pontjában elvégeztem, függetlenül attól, hogy az árnyékolt vagy szabad területre esik. A táblázatokban szürkével jelzett cellák pozíciójában akadályoztatás (oszlopok, gépek, raklapok) miatt nem tudtam mérni.

1.5. Általános adatok

Megrendelő:	MARZEK Kner Packaging Kft.
Helyszín:	Békéscsaba, Baros u. 9.
Mérés dátuma:	2021.12.02.
Mérés időpontja:	09:30-21:45
Mérést végző személyek:	Harmados Nóra Dénes János
A jegyzőkönyvet készítő személy:	Harmados Nóra
Jegyzőkönyv száma:	LUX jkv 112_2021
LUX munkaszám:	3165_2020

1.6. Elektromos táplálás

Átlagos hálózati feszültség a mérés során [V]:	nem mértük
Legkisebb hálózati feszültség a mérés során [V]:	nem mértük
Legnagyobb hálózati feszültség a mérés során [V]:	nem mértük

1.7. Környezeti jellemzők

Környezeti jellemző	**a mérés kezdetekor**	**a mérés végén**
Időjárás:	fedett tér	fedett tér
Hőmérséklet [°C]:	24,2 °C,	24,2 °C
Látási feltételek:	Jó	Jó

1.8. Mérőeszközök

Mérő típusa	Gyártó	Modell	Műszer gyári száma	Kalibrálás dátuma	Tanúsítvány száma
Megvilágítás-mérő	EXTECH Instruments	SDL400	A.030340	2020.05.25.	SZŐ-FE-0078/2020
Távolságmérő	PeakTech	2802	SN:20A060505	-	-
Hőmérséklet mérő	EXTECH Instruments	SDL400 typ	A.030340	-	-

A mérés során több mérési pont kimaradt mind a raktári mind pedig a csarnok területen a berendezések és a felhalmozott áru miatt.

2. Fénytechnikai mérési jegyzőkönyv

2.1. Címkegyártás gépterem

2.1.1. Mérési pontok távolságának meghatározása

A helyiség méreteiből kiindulva a mérőhálót az alábbiakban határoztuk meg:

rövidebb oldal hossza: 36 m; hosszabb oldal hossza: 52 m

$p = 36$ m

$d \leq 3$ m

2.1.2. A világítótestekre vonatkozó adatok

Lámpatest azonosító:	SIMOVILL 2x58W IP65 ipari lámpatest PMMA búra
Lámpatest kora:	~ 20 -30 év
Rögzítési mód:	zárt szelvényre szerelve
Mennyiség:	223 db
Fénypontmagasság:	4,2m
Egyéb:	IP65
Fényforrás típusa:	2x58W
Névleges teljesítménye [W]:	135 W
Ténylegesen mért teljesítménye [W]:	nem mértük
Fényforrás kora:	8 év
Fényterelő típusa:	PMMA bura
Fényáram-szabályozási mód:	nincs

2.1.3. Mérés helyszíne

A vizsgált helyiség alaprajzát, a kijelölt mérési helyszínt és a mérési rasztert az alábbi ábra mutatja be.

Boyler hely.
Hőközpont
Irroda
Irroda
Irroda
Festék keverő
Elotér
Műveletői öltöző
EURÓPA STANCA
IVELŐKÉSZITŐ
Tolnázó (37)
ATLAS 1110 LS
POLAR-137 AF
Műanyag fröccsöntés
Csúszásmentes padló
Csúszásmentes padló
Tolnázó (37)
IVELŐKÉSZITŐ
Műanyag fröccsöntés
Irroda
Irroda
Irroda

2.1.4. Mérési eredmények

A mért értékek lux-ban értendők. A szürkével jelzett pontokon a mérés akadályozva volt.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1															670	754	-	-
															x	x	x	x
2															613	-	-	-
															x	x	x	x
3															623	-	-	-
															x	x	x	x
4															612	-	-	-
															x	x	x	x
5															601	711	680	547
															x	x	x	x
6															627	739	738	552
															x	x	x	x
7															572	783	728	619
															x	x	x	x
8	-	-	559	583	517	496	530	543	613	634	613	536	358	475	732	835	706	548
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	310	500	616	620	-	-	-	-	611	648	-	-	402	-	-	697	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	-	380	582	-	-	-	450	443	450	578	-	-	553	-	-	-	589	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	-	336	544	-	-	-	-	429	305	616	-	-	457	-	-	-	545	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	-	-	450	-	580	-	-	430	340	578	670	765	575	606	603	-	491	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	321	-	432	420	-	-	-	414	350	547	-	-	640	-	508	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	-	308	431	375	-	-	485	439	299	533	-	-	340	-	480	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	-	415	391	410	372	480	470	453	343	526	-	-	-	-	450	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	-	473	403	366	-	-	420	450	368	553	-	-	-	-	488	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	-	534	455	480	-	-	421	420	325	539	-	-	-	-	479	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	-	521	525	488	364	425	461	470	355	510	-	-	-	-	418	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19	-	508	540	554	-	-	-	482	419	512	-	-	-	-	435	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20	-	556	611	581	-	-	-	455	428	506	-	-	-	-	490	-	-	219
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
21	424	-	558	-	626	605	516	414	335	469	512	533	445	-	477	-	-	183
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
22	-	-	-	588	-	-	462	418	321	511	638	664	450	-	501	-	-	320
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23	-	-	422	544	464	439	370	366	337	-	650	-	-	-	553	-	412	386
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24	-	-	-	-	-	258	225	257	275	-	608	645	-	-	488	572	460	383
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
25	-	-	-	-	-	110	-	206	328	386	519	597	403	-	476	512	422	304
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
26	-	-	-	-	-	110	-	-	-	-	-	475	360	-	389	290	268	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

E_{atl}=	485lx	E_{min}=	110lx	E_{max}=	835lx	E_{min}/E_{atl}=	0,2

2.2. Dobozgyártás gépterem

2.2.1. Mérési pontok távolságának meghatározása

A helyiség méreteiből kiindulva a mérőhálót az alábbiakban határoztuk meg:
rövidebb oldal hossza: 30 m; hosszabb oldal hossza: 48 m

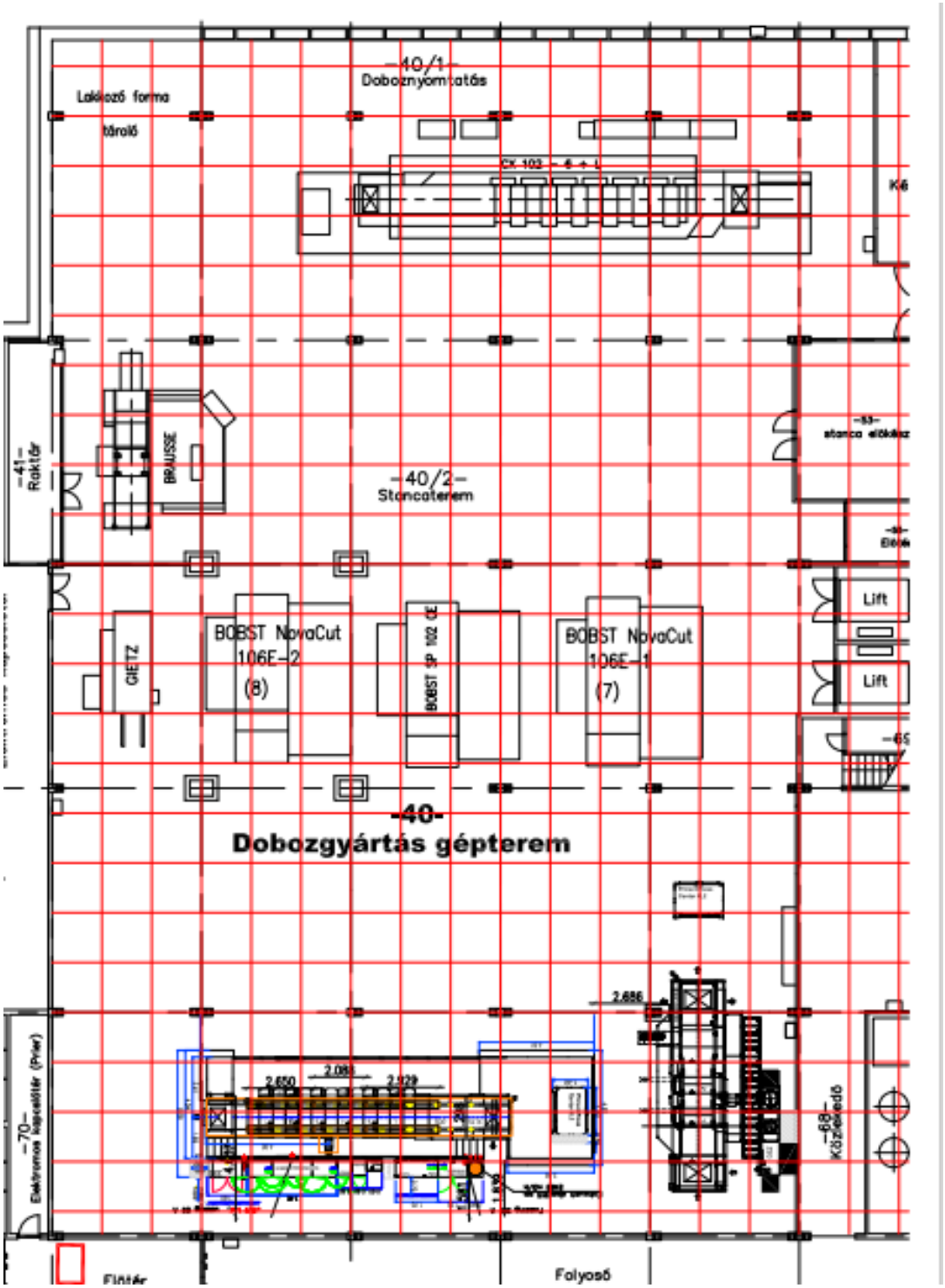
p = 48 m
d ≤ 2 m

2.2.2. A világítótestekre vonatkozó adatok

Lámpatest azonosító:	SIMOVILL 2x58W IP65 ipari lámpatest PMMA búra
Lámpatest kora:	~ 20 -30 év
Rögzítési mód:	zárt szelvényre szerelve
Mennyiség:	245 db
Fénypontmagasság:	4m
Egyéb:	IP65
Fényforrás típusa:	2x58W
Névleges teljesítménye [W]:	135 W
Ténylegesen mért teljesítménye [W]:	nem mértük
Fényforrás kora:	8 év
Fényterelő típusa:	PMMA bura
Fényáram-szabályozási mód:	nincs

2.2.3. Mérés helyszíne

A vizsgált helyiség alaprajzát, a kijelölt mérési helyszínt és a mérési rasztert az alábbi ábra mutatja be.



2.2.4. Mérési eredmények

A mért értékek lux-ban értendők. A szürkével jelzett pontokon a mérés akadályozva volt.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	650	694	705	725	691	634	605	495	402	407	315	320	357	362	605	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
2	751	-	-	-	841	-	-	-	-	-	-	-	-	-	407	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
3	690	-	-	-	865	-	-	-	-	-	-	-	-	-	387	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
4	697	-	-	-	890	-	-	-	-	-	-	-	-	-	425	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
5	672	802	760	834	862	-	-	-	-	-	-	-	-	-	406	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
6	682	760	782	762	776	753	717	700	692	651	522	487	455	335	367	127
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	414	-	523	-	-	-	-	-	-	-	-	-	254			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
8	320	-	-	-	-	-	-	-	537	-	-	-	315			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
9	435	-	-	-	-	-	-	-	543	-	-	-	227			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
10	-	-	-	-	682	-	-	-	-	-	-	-	308			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
11	-	-	-	-	680	605	-	-	492	-	-	-	216			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
12	828	493	477	524	543	544	575	606	532	515	542	449	155			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
13	-	-	-	-	-	-	-	617	-	-	476	581	-	561		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	546	-	-	-	731		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	578	-	-	-	753		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	642	-	-	742			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	746	-	-	725			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	654	821	-	727			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
19	772	698	619	772	844	792	703	861	903	866	888	793	758			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
20	811	594	410	427	433	437	455	470	521	695	895	670	550			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
21	745	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1091	620			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
22	734	792	706	637	636	650	678	648	668	759	755	727	-			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
23	738	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	731	-			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
24	-	764	-	-	-	-	-	-	-	-	-	736	-			
	764	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
25	648	709	545	-	-	-	-	-	-	-	-	690	-			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
26	575	587	522	-	-	-	-	-	467	579	525	616	392			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			

E_{atl}= 616lx	E_{min}= 155lx	E_{max}= 0lx	E_{min}/E_{at} 0,25

2.3. Alapanyagtemperáló

2.3.1. Mérési pontok távolságának meghatározása

A helyiség méreteiből kiindulva a mérőhálót az alábbiakban határoztuk meg:
rövidebb oldal hossza: 15 m; hosszabb oldal hossza: 20 m

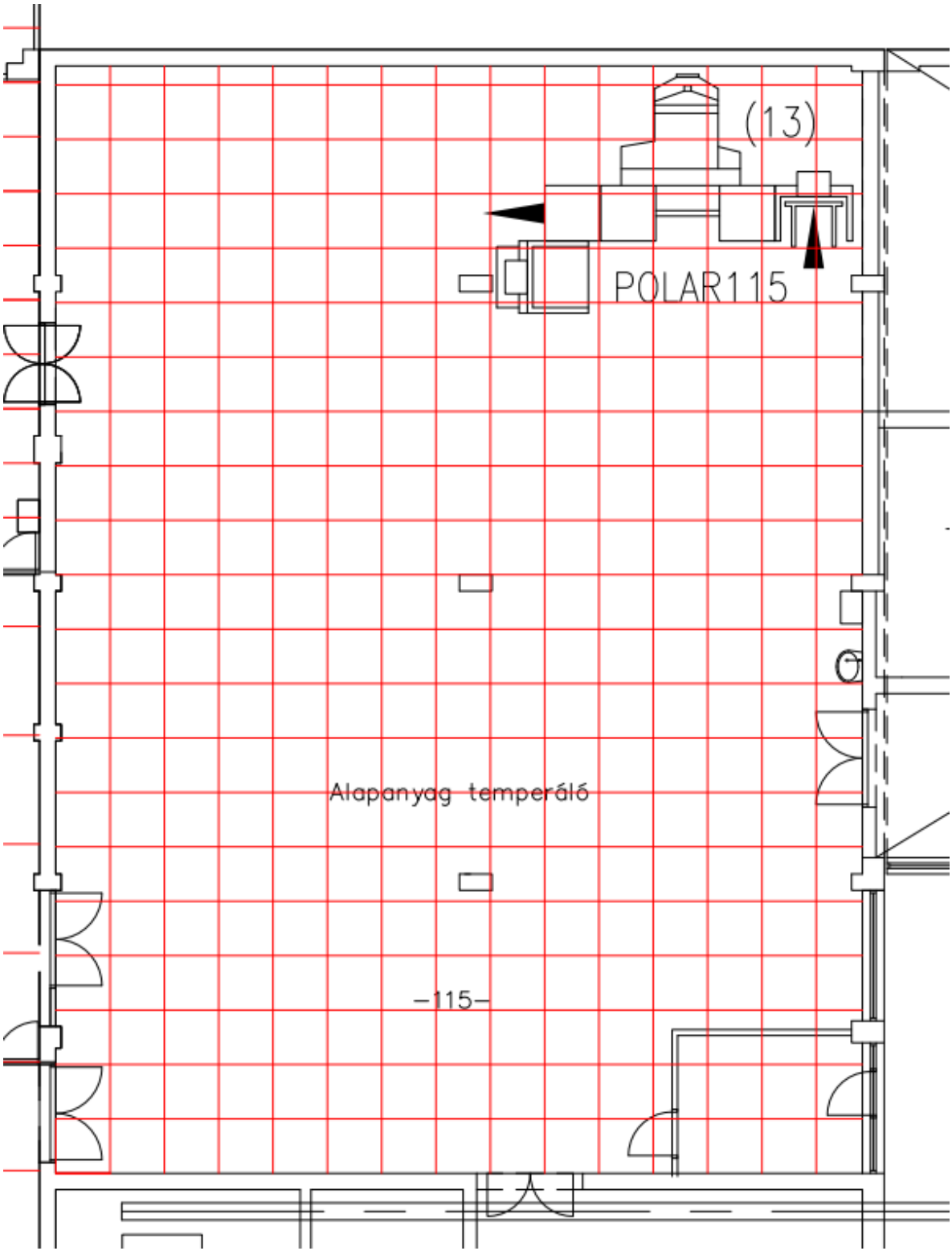
p = 20 m
d ≤ 1 m

2.3.2. A világítótestekre vonatkozó adatok

Lámpatest azonosító:	SIMOVILL 2x58W IP65 ipari lámpatest PMMA búra
Lámpatest kora:	~ 20 -30 év
Rögzítési mód:	mennyezetre szerelve
Mennyiség:	17 db
Fénypontmagasság:	3,05 m
Egyéb:	IP65
Fényforrás típusa:	2x36W
Névleges teljesítménye [W]:	86 W
Ténylegesen mért teljesítménye [W]:	nem mértük
Fényforrás kora:	8 év
Fényterelő típusa:	PMMA bura
Fényáram-szabályozási mód:	nincs

2.3.3. Mérés helyszíne

A vizsgált helyiség alaprajzát, a kijelölt mérési helyszínt és a mérési rasztert az alábbi ábra mutatja be.



2.3.4. Mérési eredmények

A mért értékek lux-ban értendők. A szürkével jelzett pontokon a mérés akadályozva volt.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	-	-	55	69	-	-	-	-	-	-	-	-	237	166
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	-	-	-	83	-	109	160	-	-	-	-	-	-	166
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	-	-	55	104	-	107	188	273	345	408	-	-	-	174
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	-	65	88	150	-	108	171	238	-	310	346	375	245	140
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	158	191	237	195	-	115	239	250	280	340	365	301	198	138
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	160	210	190	208	234	226	246	270	325	325	285	313	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	-	187	-	267	286	263	292	310	331	212	250	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	-	146	-	240	243	251	248	259	257	186	160	203	77	75
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	-	105	-	177	197	-	-	212	150	212	183	159	125	84
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	-	130	-	174	216	249	212	243	237	267	176	192	142	99
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	-	184	-	-	-	-	-	272	313	285	303	293	187	111
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	-	201	-	-	-	-	-	-	-	180	293	272	190	73
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	-	156	-	-	-	-	160	180	55	154	231	218	160	92
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	-	103	-	-	-	-	-	147	136	182	166	190	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	109	111	109	145	148	122	202	188	129	215	223	220	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	145	190	186	206	186	233	262	305	278	253	250	350	323	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	146	229	280	265	262	301	263	288	312	200	-	-	272	167
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	126	188	290	-	257	271	183	170	188	136	-	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19	110	135	130	-	-	-	120	115	127	91	-	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

E_{atl}=	202lx	E_{min}=	55lx	E_{max}=	408lx	E_{min}/E_{at}	0,27

2.4. Alapanyag raktár

2.4.1. Mérési pontok távolságának meghatározása

A helyiség méreteiből kiindulva a mérőhálót az alábbiakban határoztuk meg:
rövidebb oldal hossza: 12 m; hosszabb oldal hossza: 44 m

p = 12 m
d ≤ 1 m

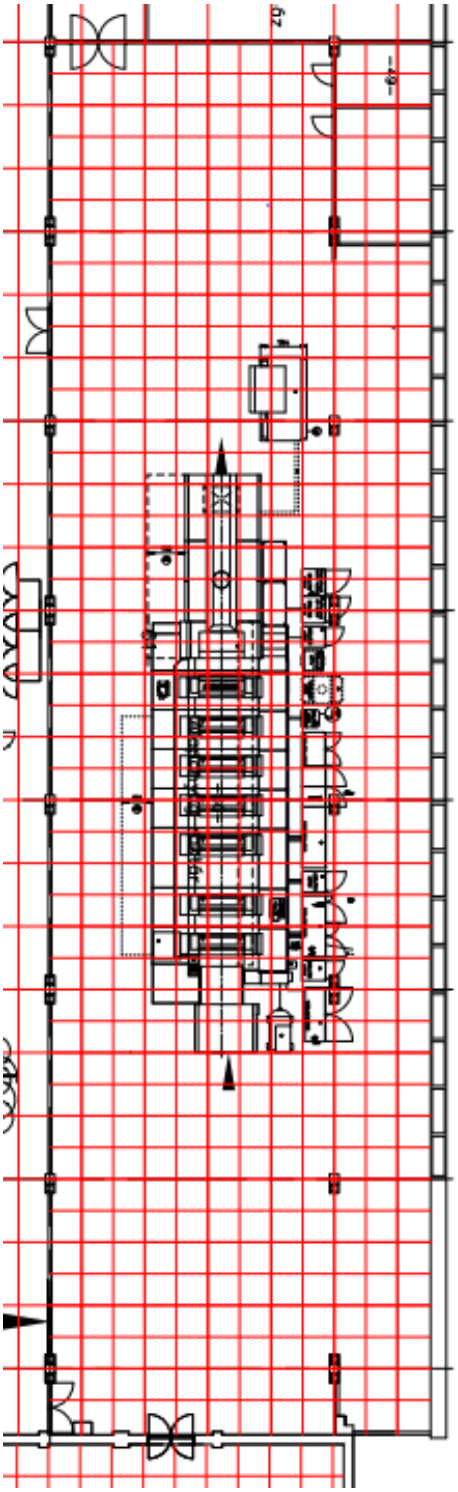
2.4.2. A világítótestekre vonatkozó adatok

Lámpatest azonosító:	SIMOVILL 2x58W IP65 ipari lámpatest PMMA búra
Lámpatest kora:	~ 20 -30 év
Rögzítési mód:	mennyezetre szerelve
Mennyiség:	71 db
Fénypontmagasság:	4,2 m
Egyéb:	IP65
Fényforrás típusa:	2x58W
Névleges teljesítménye [W]:	135 W
Ténylegesen mért teljesítménye [W]:	nem mértük
Fényforrás kora:	8 év
Fényterelő típusa:	PMMA bura
Fényáram-szabályozási mód:	nincs

2.4.3. Mérési eredmények

2.4.4. Mérés helyszíne

A vizsgált helyiség alaprajzát, a kijelölt mérési helyszínt és a mérési rasztert az alábbi ábra mutatja be.



2.4.5. Mérési eredmények

A mért értékek lux-ban értendők. A szürkével jelzett pontokon a mérés akadályozva volt.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	450	481	601	677	678	659	667	635	520			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
2	480	598	720	673	639	523	527	583	585			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
3	492	638	715	-	-	-	-	-	530			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
4	605	693	739	-	-	-	-	-	-			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
5	586	721	804	775	680	-	-	-	-			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
6	638	744	806	708	-	-	-	-	-			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
7	584	694	800	827	784	785	752	520	527	465	316	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	618	720	847	878	-	-	-	-	498	474	402	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	603	784	857	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	631	736	818	830	856	869	1030	-	-	518	513	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	658	729	795	798	817	808	870	-	-	-	543	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	-	675	745	790	805	752	699	515	583	499	482	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	594	692	770	808	617	-	-	-	544	539	499	441
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	616	725	756	772	532	-	-	-	-	386	508	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	578	692	761	770	568	-	-	-	-	418	503	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	-	675	748	745	533	-	-	-	-	-	-	513
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	644	675	749	722	-	-	-	-	-	-	-	521
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	598	698	763	-	-	-	-	-	-	-	-	464
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19	632	706	749	-	-	-	-	-	-	-	-	407
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20	527	676	760	-	-	-	-	-	-	365	445	428
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
21	-	655	723	760	-	-	-	-	-	387	395	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
22	588	655	762	789	-	-	-	-	-	407	453	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23	625	701	773	724	-	-	-	-	-	415	470	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24	626	681	760	752	-	-	-	-	-	-	353	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
25	639	734	766	680	-	-	-	-	-	-	345	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
26	593	701	774	766	-	-	-	-	-	-	325	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
27	626	685	750	679	-	-	-	-	-	-	396	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
28	-	674	715	754	-	-	-	-	-	366	350	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
29	-	685	753	747	-	-	-	-	-	382	342	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
30	-	736	769	683	-	-	-	-	-	401	321	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
31	-	631	698	654	-	-	-	-	-	411	396	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
32	-	563	635	634	-	-	-	-	-	476	456	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
33	639	706	742	753	694	-	-	-	-	408	470	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
34	-	635	769	773	693	-	-	-	-	449	447	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
35	586	713	767	802	774	680	630	600	-	430	460	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
36	-	680	738	772	795	776	739	672	626	526	511	379
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
37	-	659	720	716	699	-	-	-	-	593	570	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
38	-	-	721	749	741	732	710	682	-	569	560	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
39	-	-	716	736	775	768	726	648	585	570	480	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
40	-	-	666	749	738	-	-	-	-	501	496	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
41	-	-	637	680	701	-	-	-	-	502	490	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
42	-	-	588	661	672	612	546	450	-	488	418	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
43	420	-	573	606	571	518	459	396	-	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

E_{atl}=	630lx	E_{min}=	316lx	E_{max}=	1030lx	E_{min}/E_{at}	0,50

3. Mérési eredmények értékelése

A mérési eredményeket az MSZ EN 12464-1:2012 szabvány 5.21.1.sz. (Leszabás, aranyozás, domborítás, klisékészítés, köveken és nyomólemezeken végzett munka, nyomdagépek, matricakészítés), és az 5.21.2. sz. táblázata (Papírválogatás és kézi nyomás) alapján értékeltem. A csarnokokban a rendszeres átrendezés miatt – az egész területet egyenletesen ($U_0 \geq 0{,}60$) kell megvilágítani az 5.21.1. sz táblázatban foglalt Em ≥ 500 értékekkel.

5.21. táblázat: Ipari tevékenységek és szakmák. Nyomdászat

Hiv. szám	A terület jellege, a feladat vagy tevékenység	$\bar{E}m$ (lx)	UGR_L	U_0	R_a	Egyedi követelmények
5.21.1.	Leszabás, aranyozás, domborítás, klisékészítés, köveken és nyomólemezeken végzett munka, nyomdagépek, matricakészítés	500	19	0,60	80	
5.21.2.	Papírválogatás és kézi nyomás	500	19	0,60	80	

Mindezek alapján a mérési eredmények értékelését az alábbi táblázatok tartalmazzák:

1. táblázat: Címkegyártás gépterem értékelése egyedi igény alapján

Vizsgált paraméter	Előírás	Mért vagy számított érték	Minősítés	Megjegyzés
Megvilágítás karbantartási értéke (E_m)	500 lx	485 lx	NEM MEGFELELŐ	Beruházó által, a szabványtól eltérően, magasabb megvilágítási szint az elvárt
Káprázási mutatószám (UGR_L)	19	nem mértük	mérés alapján nem minősíthető	Lámpatest katalógus már nem elérhető
Középegyenletesség (U_0)	0,6	0,2	NEM MEGFELELŐ	
Színvisszaadási index (R_a)	5000	5736	MEGFELELŐ	

2. táblázat: Dobozgyártó gépterem értékelése egyedi igény alapján

Vizsgált paraméter	Előírás	Mért vagy számított érték	Minősítés	Megjegyzés
Megvilágítás karbantartási értéke (E_m)	500 lx	616 lx	MEGFELELŐ	Beruházó által, a szabványtól eltérően, magasabb megvilágítási szint az elvárt
Káprázási mutatószám (UGR_L)	19	nem mértük	mérés alapján nem minősíthető	Lámpatest katalógus már nem elérhető
Középegyenletesség (U_0)	0,6	0,25	NEM MEGFELELŐ	
Színvisszaadási index (R_a)	5000	5736	MEGFELELŐ	

3. táblázat: Alapanyagraktár értékelése egyedi igény alapján

Vizsgált paraméter	Előírás	Mért vagy számított érték	Minősítés	Megjegyzés
Megvilágítás karbantartási értéke (E_m)	500 lx	630 lx	MEGFELELŐ	Beruházó által, a szabványtól eltérően, magasabb megvilágítási szint az elvárt
Káprázási mutatószám (UGR_L)	19	nem mértük	mérés alapján nem minősíthető	Lámpatest katalógus már nem elérhető
Középegyenletesség (U_0)	0,6	0,5	NEM MEGFELELŐ	
Színvisszaadási index (R_a)	5000	5736	MEGFELELŐ	

4. táblázat: Alapanyag temperáló értékelése egyedi igény alapján

Vizsgált paraméter	Előírás	Mért vagy számított érték	Minősítés	Megjegyzés
Megvilágítás karbantartási értéke (E_m)	500 lx	202 lx	NEM MEGFELELŐ	Beruházó által, a szabványtól eltérően, magasabb megvilágítási szint az elvárt
Káprázási mutatószám (UGR_L)	19	nem mértük	mérés alapján nem minősíthető	Lámpatest katalógus már nem elérhető
Középegyenletesség (U_0)	0,6	0,27	NEM MEGFELELŐ	
Színvisszaadási index (R_a)	5000	5736	MEGFELELŐ	

4. Intézkedési javaslatok

A mérési eredmények alapján a NEM MEGFELELÖ minősítést kapott helyiségekben a lámpatestek cseréje javasolt korszerűbb LED-technológiájú világítótestekre. A lámpatestek búrája elsárgult, elöregedett, a fényforrások elavultak. A lámpatestek megtisztításával vagy a fényforrások cseréjével a beruházó igényi nem kielégíthetőek, de még a szabványban előírt értékeket sem lehet vele eléni.

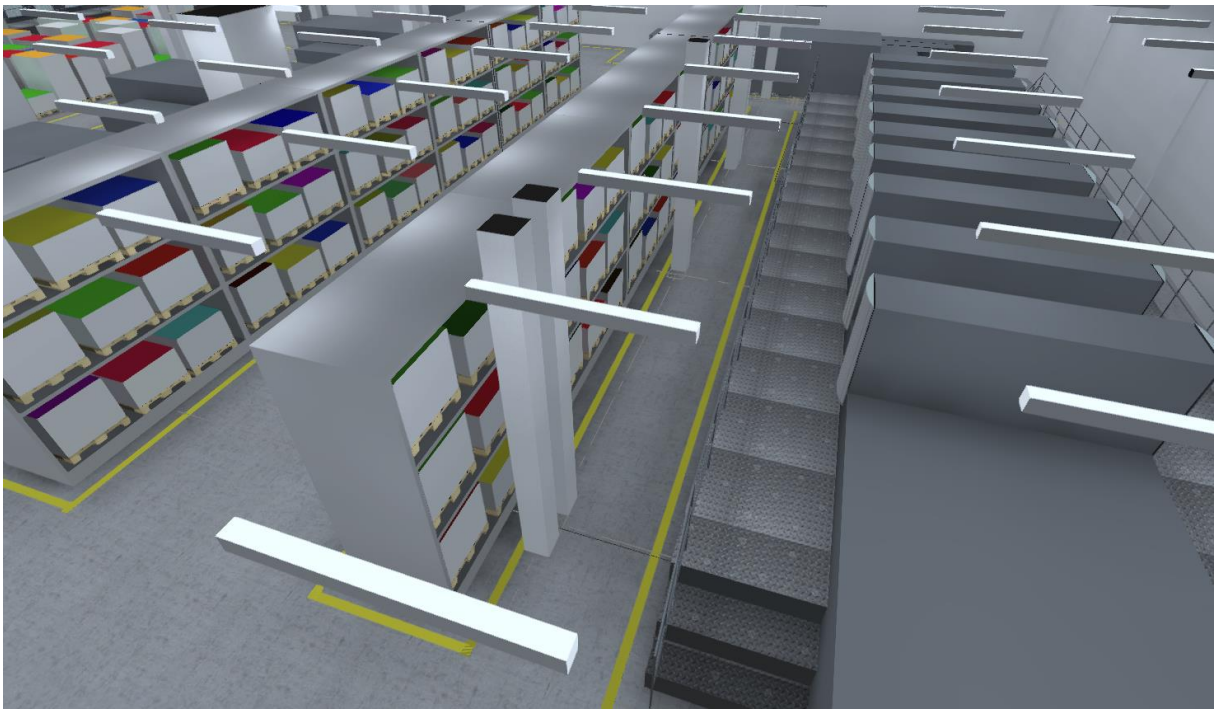
Budapest, 2021. december 06.

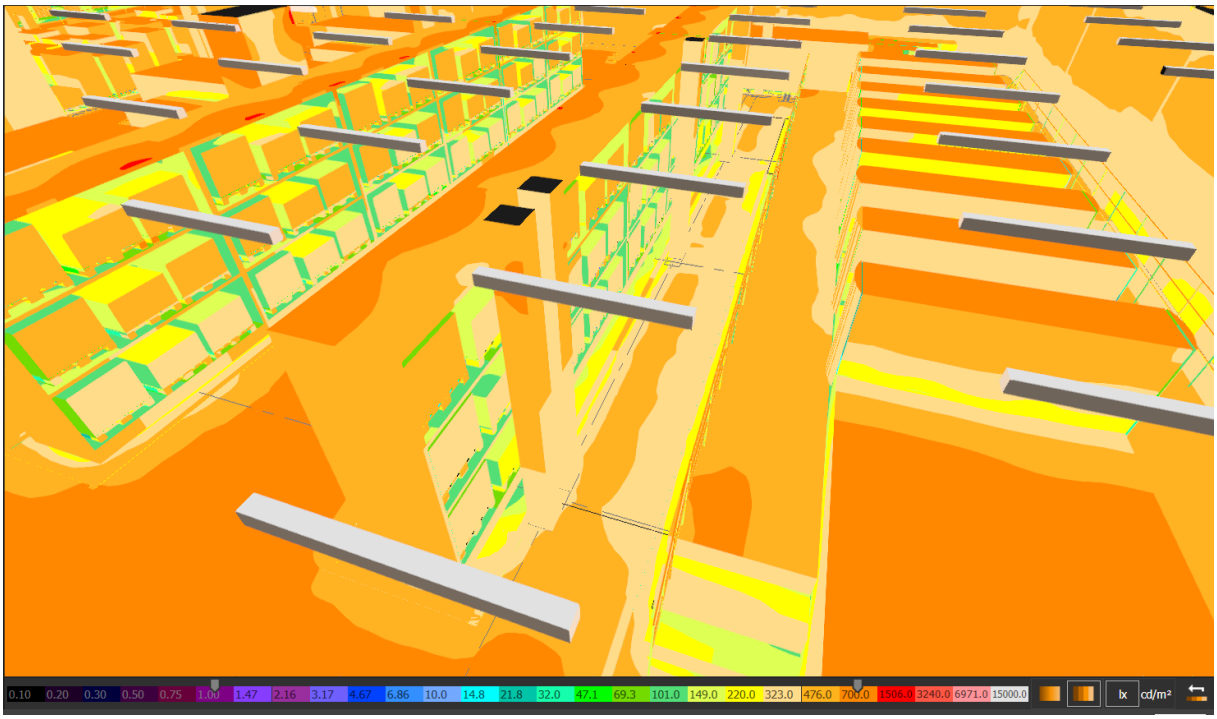
A jegyzőkönyvet összeállította és hitelesítette:

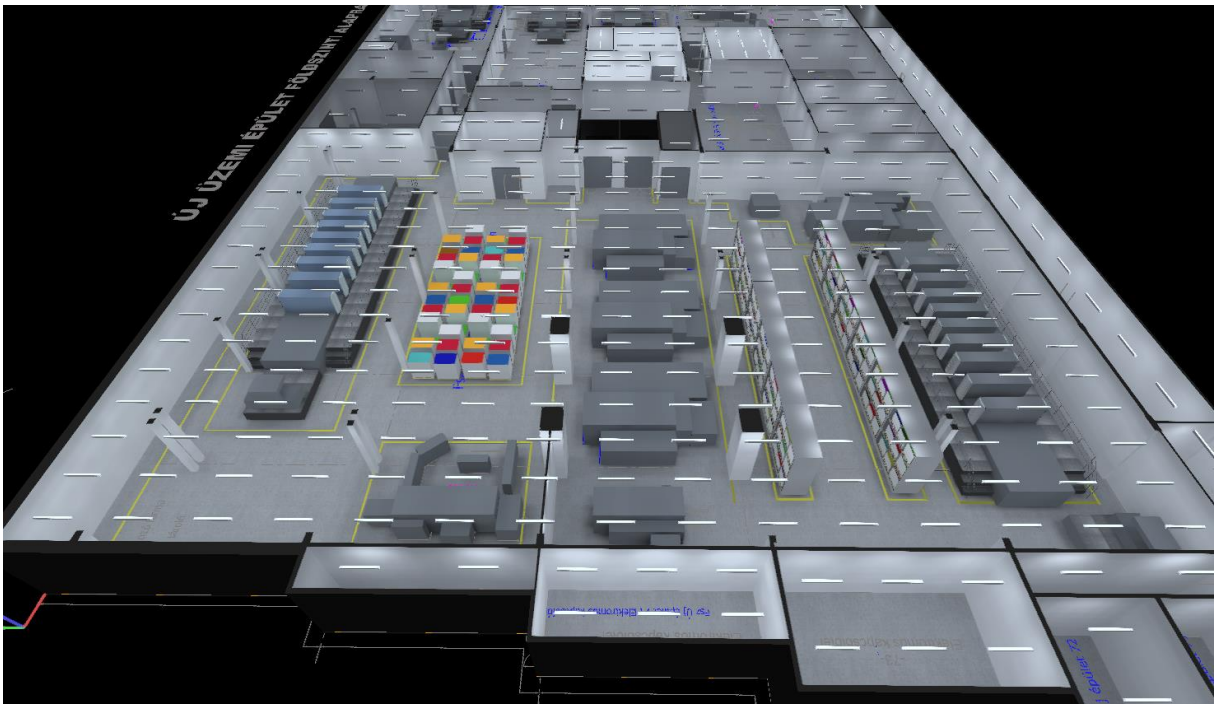
Harmados Nóra
project-menedzser

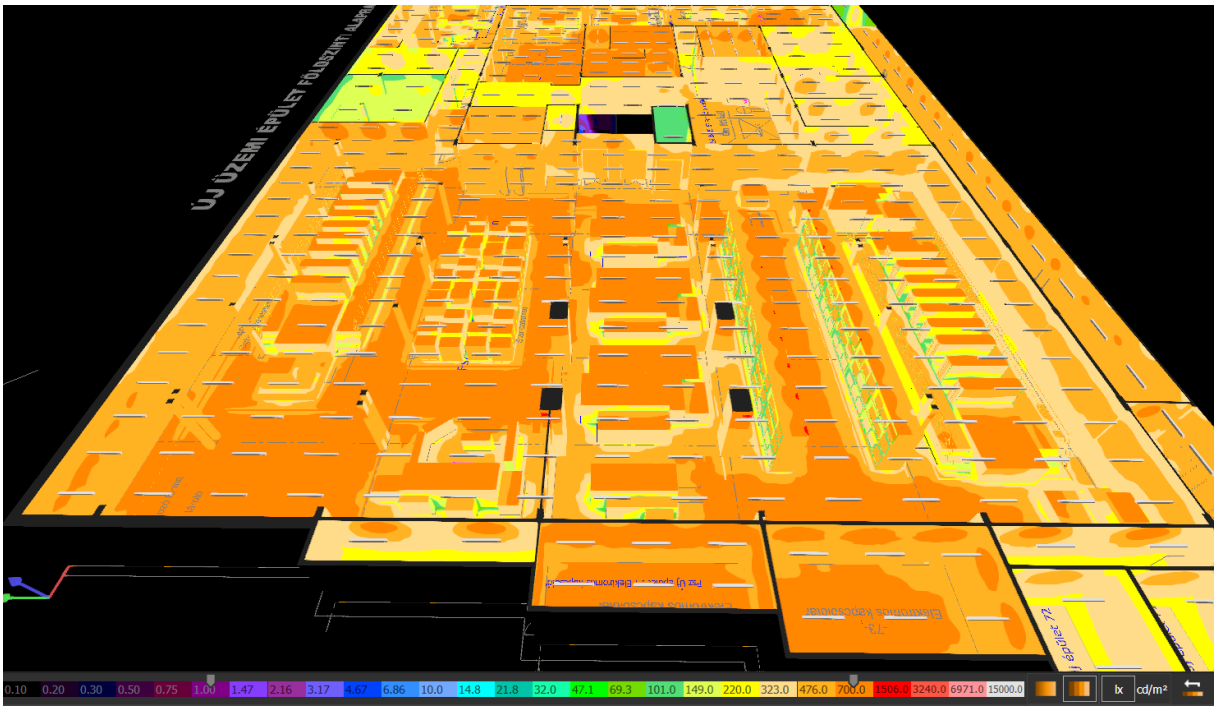
2.sz melléklet

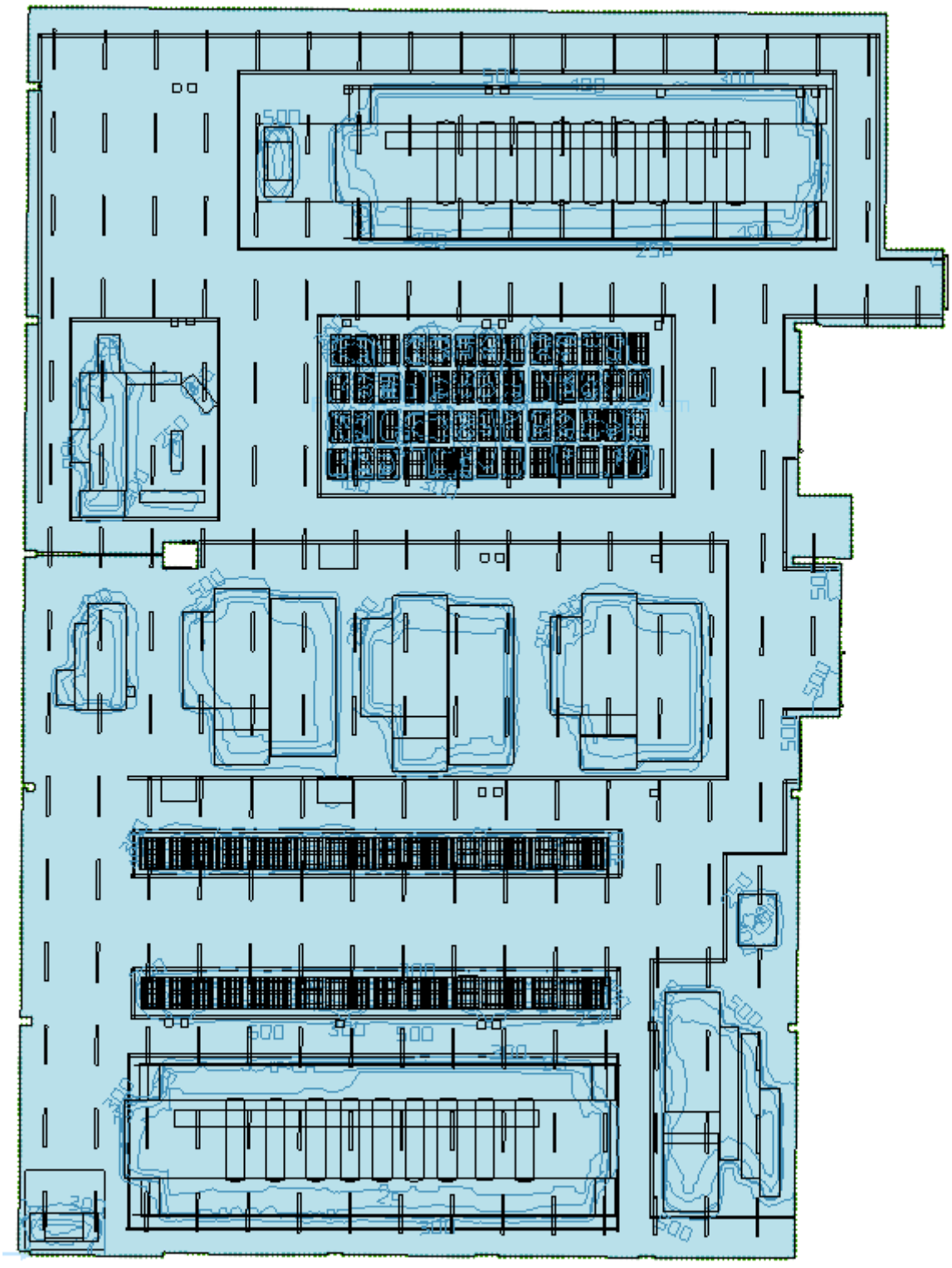
40 Dobozgyártás gépterem (hamis szín és 3D nézet)





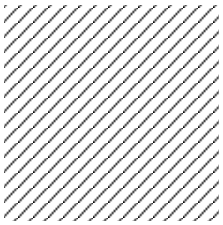

ÚJ ÜZEMI ÉPÜLET FÖLDSZINTI


ÚJ ÜZEMI ÉPÜLET FÖLDSZINTI
0.10 0.20 0.30 0.50 0.75 1.00 1.47 2.16 3.17 4.67 6.86 10.0 14.8 21.8 32.0 47.1 69.3 101.0 149.0 220.0 323.0 476.0 700.0 1506.0 3240.0 6971.0 15000.0
lx
cd/m²

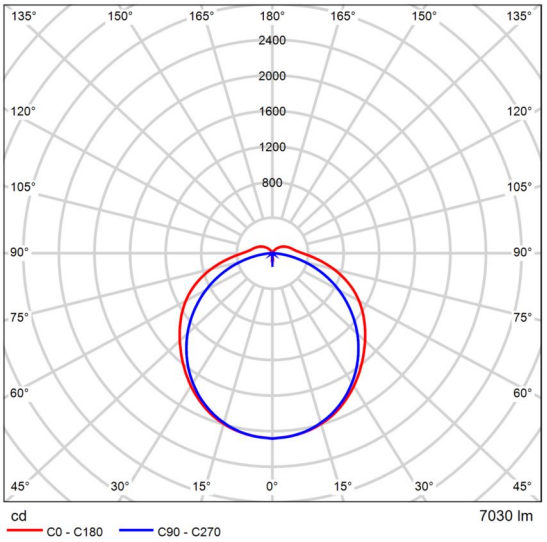


Termékadatlap

IBV Hungaria Kft. - 870 - Inspire



Cikkszám	870 1500mm MST_LinLED_300mA_ 950_PMMA
P	57.9 W
$\Phi_{Lámpatest}$	6981 lm
Fényhasznosítás	120.5 lm/W
CCT	5000 K
CRI	90



Poláris LDC

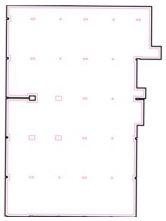
Fénytompításértékelés az UGR szerint

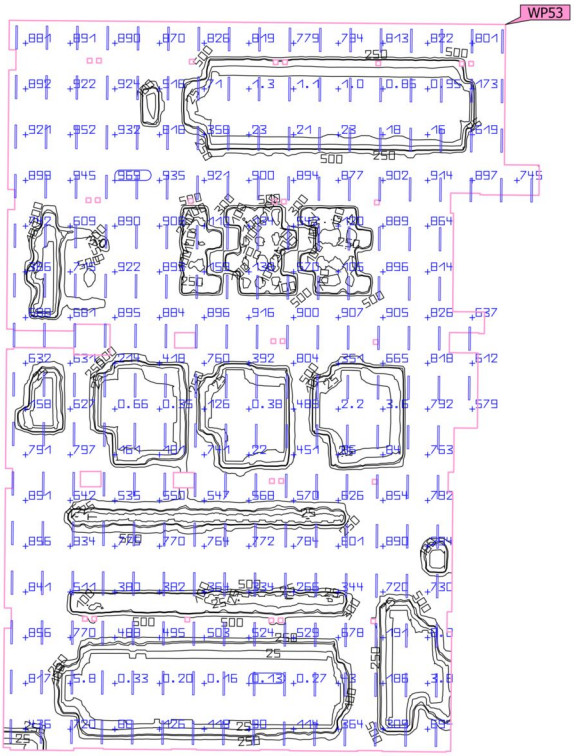
ρ Mennyezet		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Falak		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Talaj		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Térméret X	Y	Nézés iránya keresztben a lámpanézethez					Nézés iránya hosszában a lámpanézethez				
2H	2H	21.6	23.0	22.0	23.3	23.7	20.8	22.1	21.2	22.5	22.9
	3H	23.8	25.0	24.3	25.4	25.8	22.4	23.6	22.8	24.0	24.4
	4H	24.9	26.1	25.4	26.5	26.9	23.0	24.1	23.4	24.5	25.0
	6H	26.0	27.1	26.5	27.5	27.9	23.4	24.5	23.9	24.9	25.4
	8H	26.5	27.6	27.0	28.0	28.5	23.5	24.6	24.0	25.0	25.5
	12H	27.1	28.1	27.6	28.6	29.1	23.6	24.6	24.1	25.0	25.5
4H	2H	22.3	23.4	22.7	23.8	24.3	21.7	22.8	22.1	23.2	23.7
	3H	24.7	25.7	25.2	26.1	26.6	23.5	24.4	23.9	24.9	25.4
	4H	25.9	26.8	26.4	27.3	27.8	24.2	25.1	24.7	25.6	26.1
	6H	27.2	27.9	27.7	28.4	29.0	24.8	25.6	25.3	26.1	26.6
	8H	27.8	28.5	28.3	29.0	29.6	25.0	25.7	25.5	26.2	26.8
	12H	28.5	29.2	29.1	29.7	30.3	25.1	25.8	25.6	26.3	26.9
8H	4H	26.2	26.9	26.8	27.5	28.0	24.8	25.5	25.3	26.0	26.6
	6H	27.7	28.3	28.2	28.8	29.4	25.6	26.2	26.1	26.7	27.3
	8H	28.5	29.0	29.1	29.6	30.2	25.9	26.4	26.5	27.0	27.6
	12H	29.4	29.9	30.0	30.4	31.1	26.1	26.6	26.7	27.2	27.8
12H	4H	26.2	26.9	26.8	27.4	28.0	24.9	25.6	25.4	26.1	26.7
	6H	27.8	28.3	28.3	28.9	29.5	25.8	26.3	26.4	26.9	27.5
	8H	28.6	29.1	29.2	29.7	30.3	26.2	26.6	26.8	27.2	27.9
A szemlélőpozíció variációja az S lámpatávolságokhoz											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3				
S = 2.0H		+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.7				
Szabvány táblázat		BK10					BK07				
Összeadandó korrektúra		12.7					9.1				
Korrigált tompítójelölés, a ..... vonatkoztatva 7030lm Összes fényáram											

UGR-diagram (SHR: 0.25)

Épület 1 · Földszint · Fsz Új üzem 40 Dobozgyártás gépterem (Megvilágítási környezet 1)

Munkasík (Fsz Új üzem 40 Dobozgyártás gépterem)



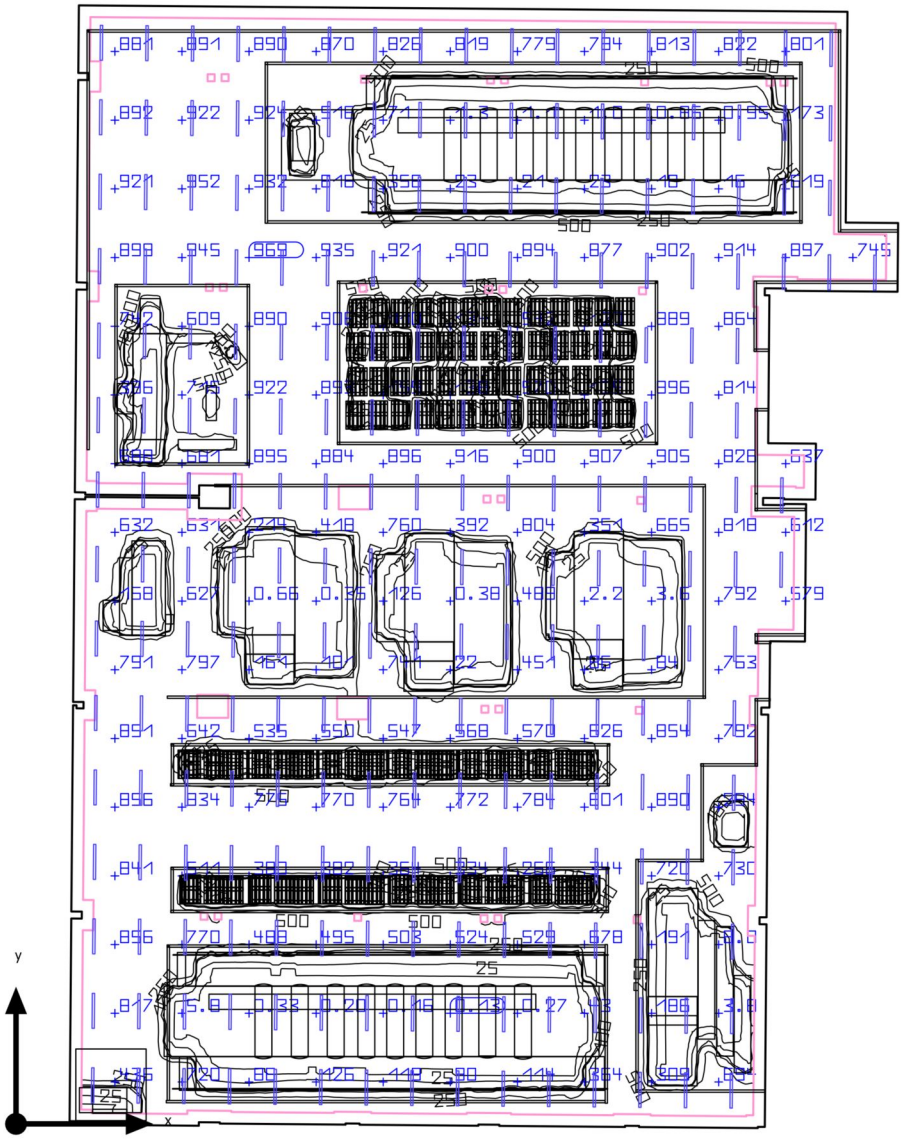


Tulajdonságok	Ē (Előírt)	$E_{min.}$	E_{max}	g_1	g_2	Index
Munkasík (Fsz Új üzem 40 Dobozgyártás gépterem) Merőleges megvilágítási erõsség (adaptív) Magasság: 0.800 m, Szélso övezet: 0.500 m	518 lx (≥ 500 lx) ✓	0.13 lx	981 lx	0.000	0.000	WP53

Használati profil: Ipari és szakmunkás tevékenységek - Nyomdák, Kiszabás, aranyozás, domborítás, maratás, lemez- és kőmunkálatok, nyomtatógépek, matricagyártás

Épület 1 · Földszint · Fsz Új üzem 40 Dobozgyártás gépterem (Megvilágítási környezet 1)

Összefoglalás



Alapfelület: 1486.07 m² | Visszaverődési fokok: Mennyezet: 70.0 %, Falak: 85.9 %, Talaj: 42.9 % | Karbantartási tényező: 0.70 (Pausál)
| Térmagasság: 4.000 m | Szerelési magasság: 4.000 m

Épület 1 · Földszint · Fsz Új üzem 40 Dobozgyártás gépterem (Megvilágítási környezet 1)

Összefoglalás

Eredmények

	Méret	Kiszámítva	Előírt	Ellenőrzés	Index
Munkasík	$\bar{E}_{függoleges}$	518 lx	≥ 500 lx	✓	WP53
	g_1	0.000	-	-	WP53
	Fajlagos energiafelhasználás	9.84 W/m²	-	-	
		1.90 W/m²/100 lx	-	-	
Fogyasztási adatok	Fogyasztás	30750 kWh/a	max. 52050 kWh/a	✓	
Tér	Fajlagos energiafelhasználás	9.20 W/m²	-	-	
		1.77 W/m²/100 lx	-	-	

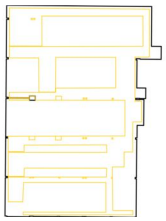
Használati profil: Ipari és szakmunkás tevékenységek - Nyomdák, Kiszabás, aranyozás, domborítás, maratás, lemez- és kőmunkálatok, nyomtatógépek, matricagyártás

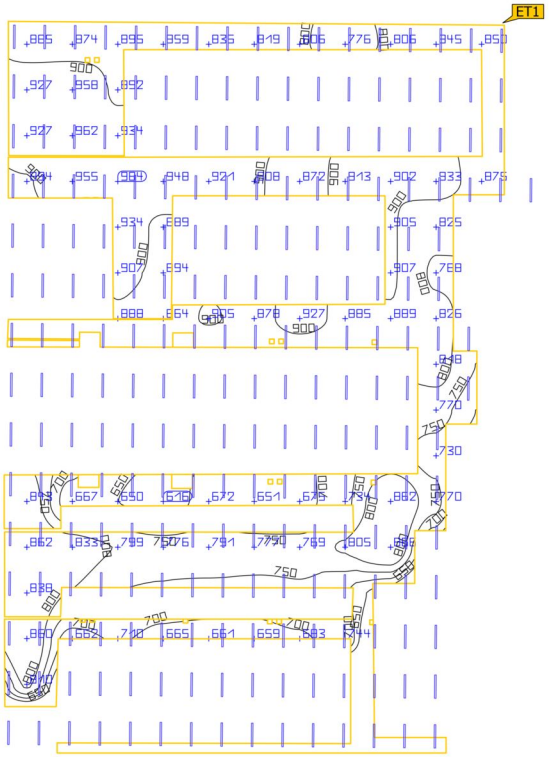
Lámpatest lista

db	Gyártó	Cikkszám	Cikknév	P	Φ	Fényhasznosítás
236	IBV Hungaria Kft.	870 1500mm MST_LinLED_300mA_950_PMMA	870 - Inspire	57.9 W	6981 lm	120.5 lm/W

Épület 1 · Földszint · Fsz Új üzem 40 Dobozgyártás gépterem

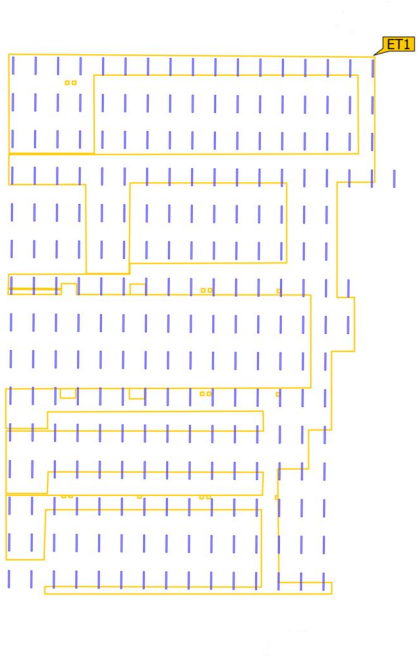
40 Dobozgyártás mérési terület





Épület 1 · Földszint · Fsz Új üzem 40 Dobozgyártás gépterem

40 Dobozgyártás mérési terület



Tulajdonságok	Ē (Előírt)	$E_{min.}$	E_{max}	g_1 (Előírt)	g_2	Index
40 Dobozgyártás mérési terület Merőleges megvilágítási erõsség (adaptív) Magasság: 0.800 m, Környezeti terület: 0.100 m	830 lx (≥ 500 lx) ✓	616 lx	984 lx	0.74 (≥ 0.60) ✓	0.63	ET1

Használati profil: Ipari és szakmunkás tevékenységek - Nyomdák, Kiszabás, aranyozás, domborítás, maratás, lemez- és kőmunkálatok, nyomtatógépek, matricagyártás

DIALux

Épület 1 · Földszint · Fsz Új üzem 40 Dobozgyártás gépterem

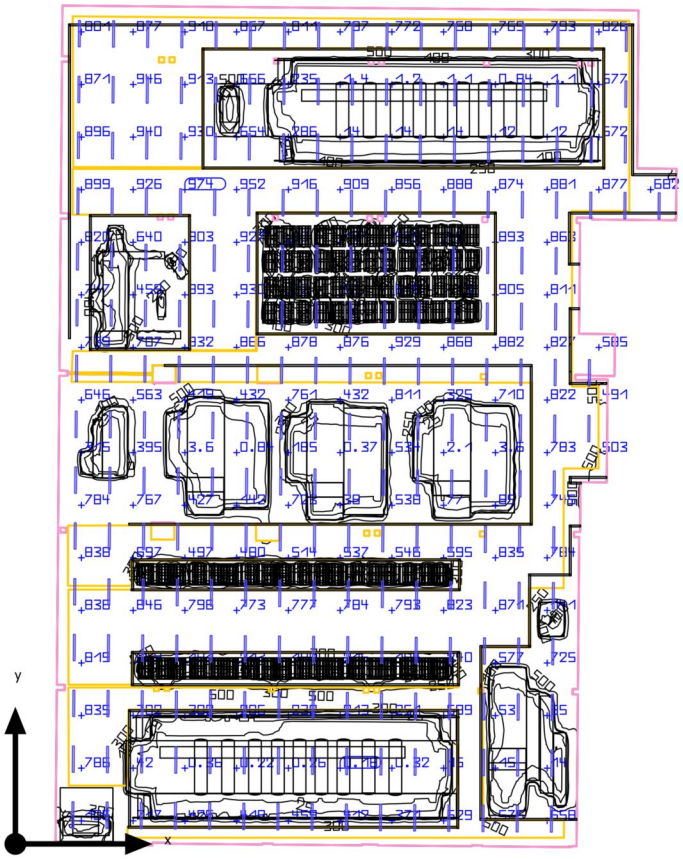
Lámpatest lista

$\Phi_{összes}$	$P_{összes}$	Fényhasznosítás
1659080 lm	13664.4 W	121.4 lm/W

db	Gyártó	Cikkszám	Cikknév	P	Φ	Fényhasznosítás
236	IBV Hungaria Kft.	870 1500mm MST_LinLED_300mA_950_PMMA	870 - Inspire	57.9 W	6981 lm	120.5 lm/W

Épület 1 · Földszint · Fsz Új üzem 40 Dobozgyártás gépterem

Összefoglalás



Alapfelület: 1486.07 m² | Visszaverődési fokok: Mennyezet: 70.0 %, Falak: 85.9 %, Talaj: 42.9 % | Karbantartási tényező: 0.70 (Pausál)
| Térmagasság: 4.000 m | Szerelési magasság: 4.000 m

Épület 1 · Földszint · Fsz Új üzem 40 Dobozgyártás gépterem

Összefoglalás

Eredmények

	Méret	Kiszámítva	Előírt	Ellenőrzés	Index
Munkasík	$\bar{E}_{függoleges}$	526 lx	≥ 500 lx	✓	WP4
	g_1	0.000	-	-	WP4
Látási feladat tartományai	$\bar{E}$ Munkatartomány	830 lx	≥ 500 lx	✓	ET1
	g_1 Munkatartomány	0.74	≥ 0.60	✓	ET1

Fogyasztási adatok	Fogyasztás	30750 kWh/a	max. 52050 kWh/a	✓	
Tér	Fajlagos energiafelhasználás	9.20 W/m²	-	-	
		1.75 W/m²/100 lx	-	-	

Használati profil: Ipari és szakmunkás tevékenységek - Nyomdák, Kiszabás, aranyozás, domborítás, maratás, lemez- és kőmunkálatok, nyomtatógépek, matricagyártás

Lámpatest lista

db	Gyártó	Cikkszám	Cikknév	P	Φ	Fényhasznosítás
236	IBV Hungaria Kft.	870 1500mm MST_LinLED_300mA_950_PMMA	870 - Inspire	57.9 W	6981 lm	120.5 lm/W

TUNGSRAM™

Innovation is our heritage
EST. 1896

DATA SHEET

Integrated Mariner Premium

IP65 IK08 CLASS II CE CB

Product information

This fixture has an attractive, neutral aesthetics that makes it suitable for applications in both commercial, residential and industrial environments. It is an energy-efficient, low maintenance alternative to traditional fluorescent waterproof fixtures. The integrated mariner offers customers the best mix of value and performance. It has compact size with high lumen output and completely integrable lighting solution for applications with high requirements for luminous intensity and resistance.

Features

- High performance with outstanding efficiency with 5 lumen packages – up to 140 lm/W
- 50 000 hours lifetime (L80/B50)
- 2 colour temperatures: 4000 and 6500K with SDCM <6
- Wide beam angle of 125 degree
- Linear luminaire with high protection rating (IP65) and high impact resistance (IK08) make integrated LED mariner the ideal solution in challenging ambient conditions
- Suitable for operation in ambient temperature of -20°C to +40°C for standard and -20°C to +25°C for emergency versions
- Integrated through-wiring 2x1.5mm2
- Quick connector solution on both ends of the fixture to allow single fixture or continuous fixture installations
- Static built-in driver. Dali version is optional with Tridonic driver for 3800lm and 6200lm pack in 4000K CCT
- PF >0,9
- THD < 20%
- Nominal Voltage: 220-240V
- Operating frequency: 50-60Hz
- High (850°C) Glow wire temperature
- Certificates: CE, CB, TÜV
- Insulation Class II
- Breather valve to maintain good waterproofness in case of over pressurization
- The range is available with integrated emergency version (except 70W). The emergency driver, leads, high intensity LED indicator and 3 hours special battery stick is designed by Mackwell for easy and quick replacement, see in the installation guide.
  ELEDD MIDI 200 driver is warranted for three years, and 1 year warranty is provided on battery stick.
- Products with Microwave motion sensor are also available in the range. The sensor is integrated into the fixtures, set up for 5 min holding time and 5 meter detection area.

Please note that microwave sensors have specific sensitivity, therefore we recommend to consult the right choice with our sales representative or customer care team.

Benefits

- Energy savings of up to 70% (compared to luminaires that use fluorescent lamps)
- Uniform light
- Convenient , continuous connection for both sizes of 1200mm and 1500mm , simple and easy installation options
- High resistance against ambient air with humidity and high particle loads
- Simple refurbishment solution thanks to use of existing installation points with freely positionable mounting clips
- Fast and simple installation due to quick connector design

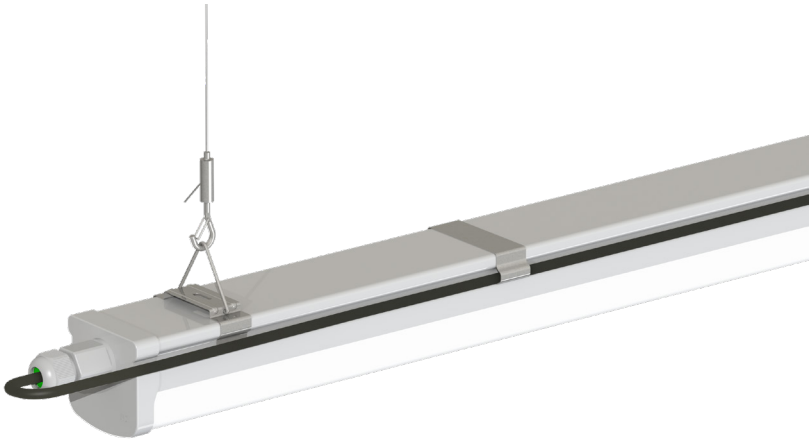
Application areas

Industrial Car park Retail

Structures and materials

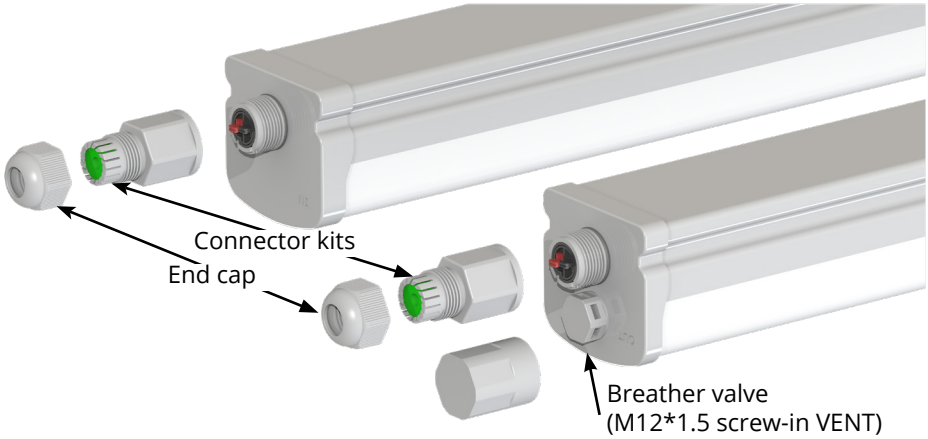
• Body: impact-resistant, polycarbonate cover
• UV stabilized, flame retardant polycarbonate with improved light transmission and good colorstability under heat exposure
• Colour: grey
• Sealing material between the shell and cover in PU (polyurethane), which offers the lamp excellent waterproof ability
• Waterproof plastic wiring connector with rubber gasket on one side of the fitting
• Convenient assembly bracket for ceiling mount, also opportunities for wall mounting with metal parts
• Small size profile and lightweight design
• All accessories for fixing are included in the package:

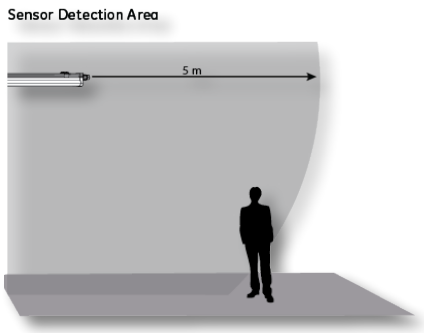
- Wall mounting metal is 304 stainless steel
- Kits are packed to ensure end users can fix the fixture
- Fix to the ceiling: 2pcs wall mount clips plus 2 pcs of screws



Electrical connection

• Connection with 2x1,5mm wire.
• Through-wiring is possible.
• Quick connection on both for easy and fast installation.





Specification summary

Product Code	Product Code (DS)	Description	Wattage (W)	Lumen (lm)	Efficiency (lm/W)	CCT (K)	CRI	Length (mm)	Repl. for LFL	Weight (kg)
Static										
93101662	93103655	LED Mariner PR G1 TU 4' 20W 840 SST	20	2700	135	4000	>80	1200	1 x 36W	0.90
93107528	93103656	LED Mariner PR G1 TU 4' 20W 865 SST	20	2700	135	6500	>80	1200		0.90
93101663	93103657	LED Mariner PR G1 TU 4' 30W 840 SST	30	4100	137	4000	>80	1200	2 x 36W	0.90
93107529	93103658	LED Mariner PR G1 TU 4' 30W 865 SST	30	4100	137	6500	>80	1200		0.90
93107530	93103659	LED Mariner PR G1 TU 5' 30W 840 SST	30	4200	140	4000	>80	1500	1 x 58W	1.12
93107531	93103660	LED Mariner PR G1 TU 5' 30W 865 SST	30	4200	140	6500	>80	1500		1.12
93101668	93103661	LED Mariner PR G1 TU 5' 49W 840 SST	49	6600	135	4000	>80	1500	2 x 58W	1.15
93107532	93103662	LED Mariner PR G1 TU 5' 49W 865 SST	49	6600	135	6500	>80	1500		1.15
93101687	93103730	LED Mariner PR G1 TU 5' 70W 840 SST	70	9600	137	4000	>80	1500	2 x 70W	1.15
93107568	93103731	LED Mariner PR G1 TU 5' 70W 865 SST	70	9600	137	6500	>80	1500		1.15
Dali										
93101691	93103736	LED Mariner PR G1 TU 4' 30W 840 DST	30	3800	127	4000	>80	1200	2 x 36W	0.90
93101696	93103737	LED Mariner PR G1 TU 5' 49W 840 DST	49	6200	127	4000	>80	1500	2 x 58W	1.15
Integrated Motion Sensor - Static										
93101688	93103732	LED Mariner PR G1 TU 4' 21W 840 SMS	21	2700	129	4000	>80	1200	1 x 36W	0.90
93107570	93103738	LED Mariner PR G1 TU 4' 21W 865 SMS	21	2700	129	6500	>80	1200		0.90
93101689	93103733	LED Mariner PR G1 TU 4' 31W 840 SMS	31	4100	132	4000	>80	1200	2 x 36W	0.90
93107571	93103739	LED Mariner PR G1 TU 4' 31W 865 SMS	31	4100	132	6500	>80	1200		0.90
93107569	93103734	LED Mariner PR G1 TU 5' 31W 840 SMS	31	4200	135	4000	>80	1500	1 x 58W	1.12
93107572	93103740	LED Mariner PR G1 TU 5' 31W 865 SMS	31	4200	135	6500	>80	1500		1.12
93101690	93103735	LED Mariner PR G1 TU 5' 49W 840 SMS	49	6600	135	4000	>80	1500	2 x 58W	1.15
93107573	93103741	LED Mariner PR G1 TU 5' 49W 865 SMS	49	6600	135	6500	>80	1500		1.15
93101697	93103743	LED Mariner PR G1 TU 5' 70W 840 SMS	70	9600	137	4000	>80	1500	2 x 70W	1.15
93107574	93103742	LED Mariner PR G1 TU 5' 70W 865 SMS	70	9600	137	6500	>80	1500		1.15
Integrated Emergency - Static										
TBD	TBD	LED Mariner PR G1 TU 4' 23W 840 SEM	23	2700	117	4000	>80	1200	1 x 36W	1.35
TBD	TBD	LED Mariner PR G1 TU 4' 23W 865 SEM	23	2700	117	6500	>80	1200		1.35
93108072	TBD	LED Mariner PR G1 TU 4' 34W 840 SEM	34	4100	121	4000	>80	1200	2 x 36W	1.35
93108073	TBD	LED Mariner PR G1 TU 4' 34W 865 SEM	34	4100	121	6500	>80	1200		1.35
TBD	TBD	LED Mariner PR G1 TU 5' 33W 840 SEM	33	4200	127	4000	>80	1500	1 x 58W	1.57
TBD	TBD	LED Mariner PR G1 TU 5' 33W 865 SEM	33	4200	127	6500	>80	1500		1.57
93108074	TBD	LED Mariner PR G1 TU 5' 52W 840 SEM	52	6600	127	4000	>80	1500	2 x 58W	1.60
93108075	TBD	LED Mariner PR G1 TU 5' 52W 865 SEM	52	6600	127	6500	>80	1500		1.60
Adjustable Accessories*										
93094134	-	Metal clips for Integrated Mariner								
93093387	-	Mariner Suspension Kit								

* accessories to be ordered separately

Regulatory and standards

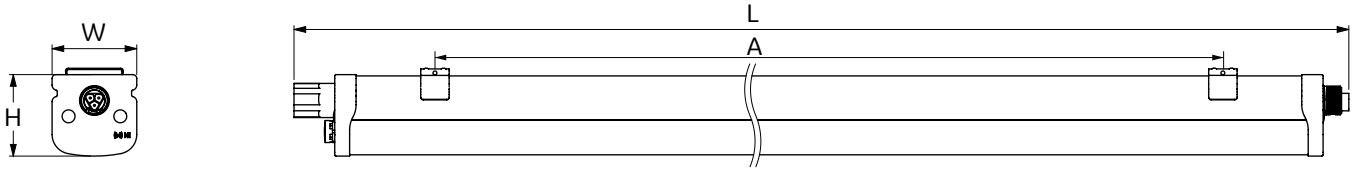
Regulatory mark: CE
Regulations: 2014/35/EU, 2014/30/EU, 2011/65/EU, (framework 2009/125/EC) EU/1194/2012 amended by EU 2015/1428, (framework 2010/30/EC) 874/2012 and 518/2014*, 2012/19/EU*
Harmonized standards: EN 60598, EN 62493, EN 61547, EN55015, EN 61000,
look for CE Declaration of Conformity and Technical File for details

Photobiological risk assesment group 0. The product is considered safe, does not pose any photobiological hazard
*not on DOC

Integrated mariner microwave sensor usage and notice:

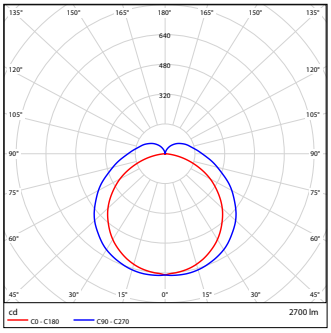
1. Sensor is integral and cannot be accessed, settings are pre-set.
2. Transmitting data on the same frequency band in close proximity to the installation of a sensor product may cause potential interferences.
3. The distance between any two sensors should be a minimum of 3m to avoid potential interference.
4. When the luminaire is installed in a metal housing or in a location with large reflecting surfaces, for example a warehouse with a metal roof, the microwaves from the sensor will be reflected and as a result, the light will remain permanently on, even with out motion in the area below.
5. HVAC equipment, intermittent air flow (heat or air-conditioning) and or vibrating equipment may cause interference with the sensor and result in false triggering.
6. High density material blocking the sensor might reduce sensitivity.

Dimensions (mm)

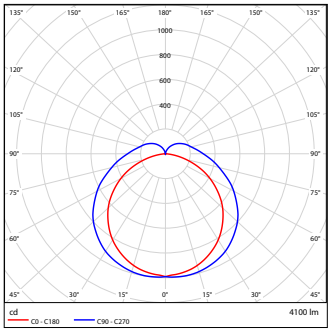


Type	L (mm)	W (mm)	H (mm)
LED Mariner PR G1 TU 4' xxx	1170	66	63
LED Mariner PR G1 TU 5' xxx	1470	66	63

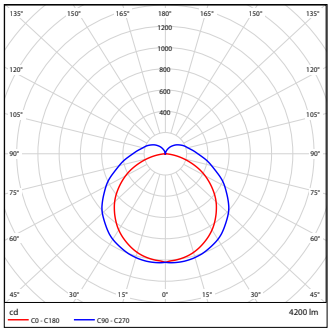
Photometric data



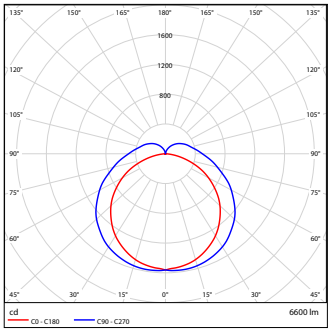
4’ 20W 4000K



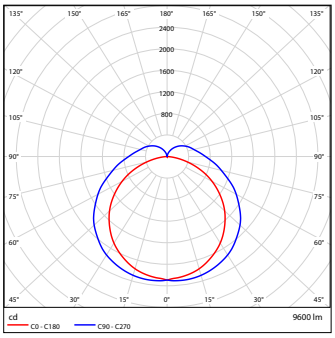
4’ 20W 4000K



5’ 30W 4000K



5’ 49W 4000K



5’ 70W 4000K

Photometry is based on LM79

Order logic

Internal Code	Range	Generation	Brand	Length	Wattage	CRI	CRI + CCT	Controller	Special	Shipment
LED Mariner	**PR -** PREMIUM	**G1 -** Genera-tion 1	**TU -** TUNGSRAM	**4’ -** 4ft **5’ -** 5ft	**20W** **23W** **30W** **33W** **34W** **49W** **52W** **70W**	**8 -** 80 CRI	**40 -** 4000K **65 -** 6500K	**S -** Static **D -** Dali	**ST -** Standard version **EM -** EMergency **MS -** Motion Sensor	**DS -** Direct Shipment

Example: LED Mariner PR G1 TU 4’ 20W 840 SST

4ft ,20W 4000K Mariner, Static, 220-240V built-in driver, standard version with 850C glow wire temp

We in Tungsram Operations Kft. are constantly developing and improving our products. For this reason, all product descriptions in this catalogue are intended as a general guide, and we may change specifications from time to time in the interest of product development, without prior notification or public announcement. All descriptions in this publication present only general particulars of the goods to which they refer and shall not form part of any contract. Data in this guide has been obtained in controlled experimental conditions. However, Tungsram cannot accept any liability arising from the reliance on such data to the extent permitted by law.

EUROPA-LED

IP 66

LED | CE | EMC | EAC | ta -20°C min. | EVG | EVG DIMM | UV STABIL | 220-240V 50-60 Hz | 220-240V 0 Hz | EMERGENCY | IK 10 | HACCP | 5 years Warranty | nano TECHNOLOGY | 850°C PC

Application: Dustproof lighting fixture of new generation EUROPA-LED with splash water resistance is designed for workshops, warehouses,manufacturing areas and garages.

Ballast: EP – electronic 220-240 V/50-60 Hz AC, 220-240 V DC

Light source: LED, 4000K, CRI +80, MacAdam3

Housing: Plastic material **PC** (polycarbonate), grey colour RAL 7035

Diffuser: PC (polycarbonate) opal

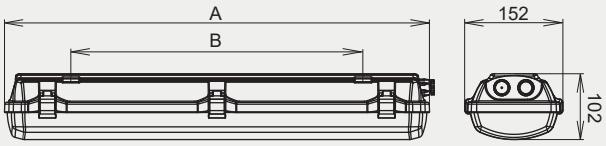
Fastening: Direct surface ceiling or wall mounting by means of two self-locking fastening brackets (standard equipment) or set of wall brackets - angle 45° , pole mounting via set of pole brackets, suspension by means of wire or cable suspenders.

Connection: Screwless three-pole terminal block, maximum diameter of wires 2.5 mm^2.

Standard equipment: Cable gland Pg13.5 for diameter of cable 7-12 mm and fastening brackets for direct fastening of lighting fixture to a mounting surface

Calculated lifetime – LED modules:

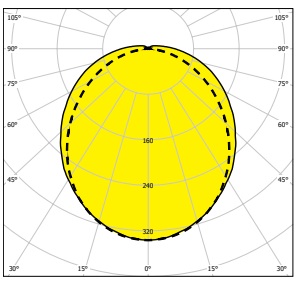
L80B10 ta30 – 70 000h
L70B10 ta30 – 100 000h



Order number	Name	Lighting fixture luminous flux (lm)	Power input (W)	Rated power output (lm/W)	Ta max (°C)	Dimensions of lighting fixture A (mm)	Mounting spacing B (mm)	Weight (kg)
4000K								
055374	EUROPA-LED-1250-118-4K	1114	8	139	40	670	460	1,2
055375	EUROPA-LED-2500-218-4K	2228	16	139	40	670	460	1,2
055376	EUROPA-LED-5000-218-4K	4531	33	137	40	670	460	1,3
055373	EUROPA-LED-2600-136-4K	2278	17	134	45	1280	880	2,1
055372	EUROPA-LED-5100-236-4K	4557	33	138	40	1280	880	2,3
055377	EUROPA-LED-10000-236-4K	9063	66	137	40	1280	880	2,5
055371	EUROPA-LED-3850-158-4K	3418	25	137	40	1580	1000	2,7
055370	EUROPA-LED-7600-258-4K	6836	50	137	40	1580	1000	2,6
055378	EUROPA-LED-12550-258-4K	11343	80	142	35	1580	1000	3
055419 NSP	EUROPA-LED-16700-258-4K	14403	94	153	40	1580	1000	3
055443 NSP	EUROPA-LED-20000-258-4K	17110	115	149	40	1580	1000	3

Tolerance of luminous flux and power input of the lighting fixture +/- 10%

EUROPA-LED



Accessories on request

Suspended mounting

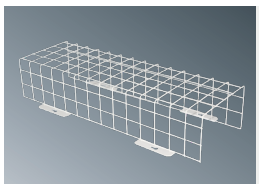
051131	Cable suspension-EUROPA-2x (3m)

051099	Set of wall brackets - angle 45° EUROPA (2 pcs)

Suspended mounting

001721	Wire suspension EUROPA

051098	Pole bracket EUROPA (for Ø 50 mm)



001748 LAK	Protective cage EUROPA 18W
001749 LAK	Protective cage EUROPA 36W
001750 LAK	Protective cage EUROPA 58W

008029	Cable gland PG 13.5 with nut HEAVY DUTY RAL 7004
008501	Sealing plug M20

Lighting fixture detail

On request

DIM – dimmable electronic ballast (DALI,DSI, 1-10V)
GESIS – possibility to equip lighting fixtures with connectors
NANO – lighting fixtures can be protected by a special nano-layer (hydrophobic, oleophobic or antibacterial protection)
1/3 F - single-phase or three phase through wiring connection, maximum diameter of wires 2.5 mm^2
2.7K-6.5K - colour temperature

EM-1/3 - non-maintained emergency lighting
MULTI-1/3 - maintained emergency lighting
NSP - stainless steel clip
ADELS - possibility to equip lighting fixtures with a connector terminal block
NUP - stainless steel fastening bracket
NSPP - stainless steel clip and fastening bracket
II - insulation class II

Stadard order number	MULTI-1H	MULTI-3H	DALI	1F	3F	NSP	MULTI-1H-NSP	MULTI-3H-NSP	DALI-NSP	EM
055374	055427	055424	055430	055374 1F	055374 3F	055374 NSP	055427 NSP	055424 NSP	055430 NSP	055435
055375	055400	055403	055431	055375 1F	055375 3F	055375 NSP	055400 NSP	055403 NSP	055431 NSP	055414
055376	X	X	055429	055376 1F	055376 3F	055376 NSP	X	X	055429 NSP	055440
055373	055418	055425	055432	055373 1F	055373 3F	055373 NSP	055418 NSP	055425 NSP	055432 NSP	055441
055372	055401	055404	055379	055372 1F	055372 3F	055372 NSP	055401 NSP	055404 NSP	055379 NSP	055442
055377	055410	055411	055412	055377 1F	055377 3F	055377 NSP	055410 NSP	055411 NSP	055412 NSP	055413
055371	055406	055407	055433	055371 1F	055371 3F	055371 NSP	055406 NSP	055407 NSP	055433 NSP	
055370	055402	055405	055434	055370 1F	055370 3F	055370 NSP	055402 NSP	055405 NSP	055434 NSP	
055378	055423*	055426*	055369	055378 1F	055378 3F	055378 NSP	055423 NSP*	055426 NSP*	055369 NSP	
055419	X	X	X	X	X	055419 NSP	X	X	055446 NSP	
055443	X	X	X	X	X	055443 NSP	X	X	055445 NSP	

* declared for reduced ambient temperature ta 30°C

EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
INVESTMENT IN YOUR FUTURE

870-INSPIRE

High-end dust and waterproof luminaires with LED modules.

Synergy of art and technology
Inspiring design, trend-setting appearance with professional quality.

YOUR MAIN BENEFITS:

Gear tray integrated into the diffuser
Cost efficient and user-friendly, **quick installation** even without disassembling the luminaire

FIELD OF APPLICATION:

Thanks to the construction principles of gasket, closing system and diffuser our LED fixtures ensure a high grade of protection (IP66) against dust, contamination and water permeation. In accordance with their IP rating they can be widely used to illuminate spaces with dusty and humid environments.

When using outdoors, the fittings should be protected against direct sunlight and adverse weather conditions. Under 0°C the application of venting plug or venting cable gland is necessary, as well as the silicone gasket is recommended.

TECHNICAL DESCRIPTION AND BENEFITS:

- **Housing:** It is made of flame retardant **GRP -** glass fibre reinforced polyester (on request suitable for 850°C glow wire test too), in light grey (RAL7035) colour. Glass fibre reinforced polyester has very good temperature resistance, mechanical stability, furthermore it is a good electrical insulator, it resists the impacts of several chemicals and the impacts of weather conditions. Its stability of size and shape at changing temperatures is excellent.

- **Diffuser: Available in PC -** injection moulded **opalised Polycarbonate** (high mechanical strength and high heat and shock resistance) **or in Acrylic -** injection moulded **opalised PMMA** (unique non-aging properties, high chemical resistance).

  Further benefits:
  - **Extremely high light transmissivity (up to 90%)**
  - **Homogenous, well-balanced light dispersing** (no shadows)
  - **Keeping the usual, well known features of the diffuser** such as chemical and heat resistance, mechanical features, **UV stabilization** etc.
  - **Universal width** (no single and twin) **simplifies the light calculation.**

- The **gasket** between the diffuser and housing is **injected silicone-based** (Non-aging **PU (polyurethane)** endless foam is available on request.)

- **Fixing the diffuser to the body:** With stainless steel clips.

- **Gear tray** (reflector): **The gear tray is integrated into the diffuser** thus enabling a **cost efficient and user-friendly installation** even **without disassembling** the luminaire. White powder coated steel sheet, the LED modul mounting positions according to Zhaga standards or customized.

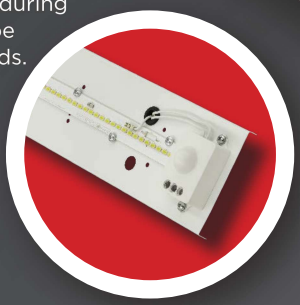
- **Electrical components:** The adequate power supply is ensured through electronic driver.

Main technical options

Our new **opalised** diffuser made of UV-stabilized material achieves an **outstanding light transmissivity up to 90%.** This great light permeability offers **high efficacy (up to 160 lm/W)** emitted from the luminaire.

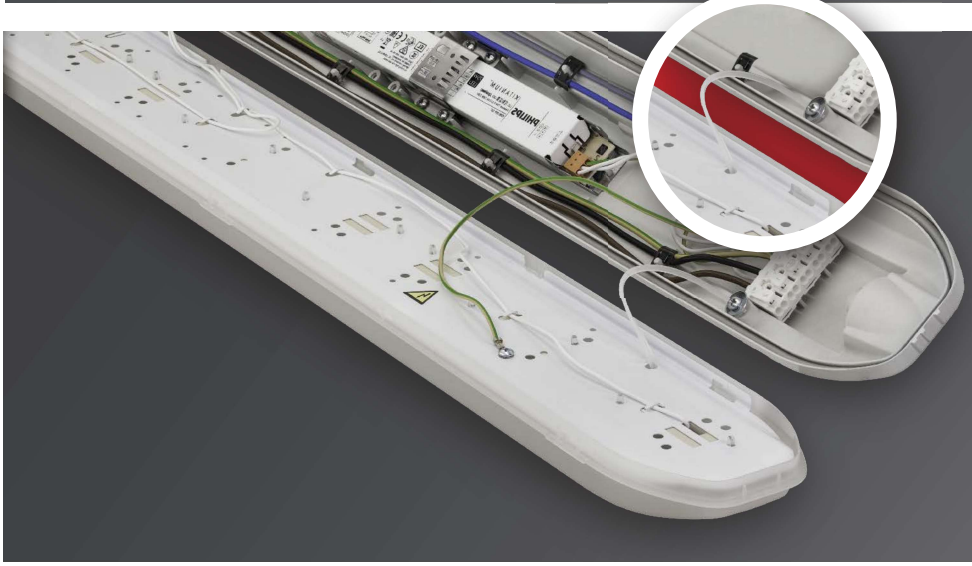
In the interest of **LED board protection** the **gear tray is integrated into the diffuser** thus enabling a **cost efficient and user-friendly quick installation** even without disassembling the luminaire.

The **stainless steel clips** stay in their position during installation and can be released by bare hands.



PoE

Compatible with all optional **accessories** and **smart solutions**

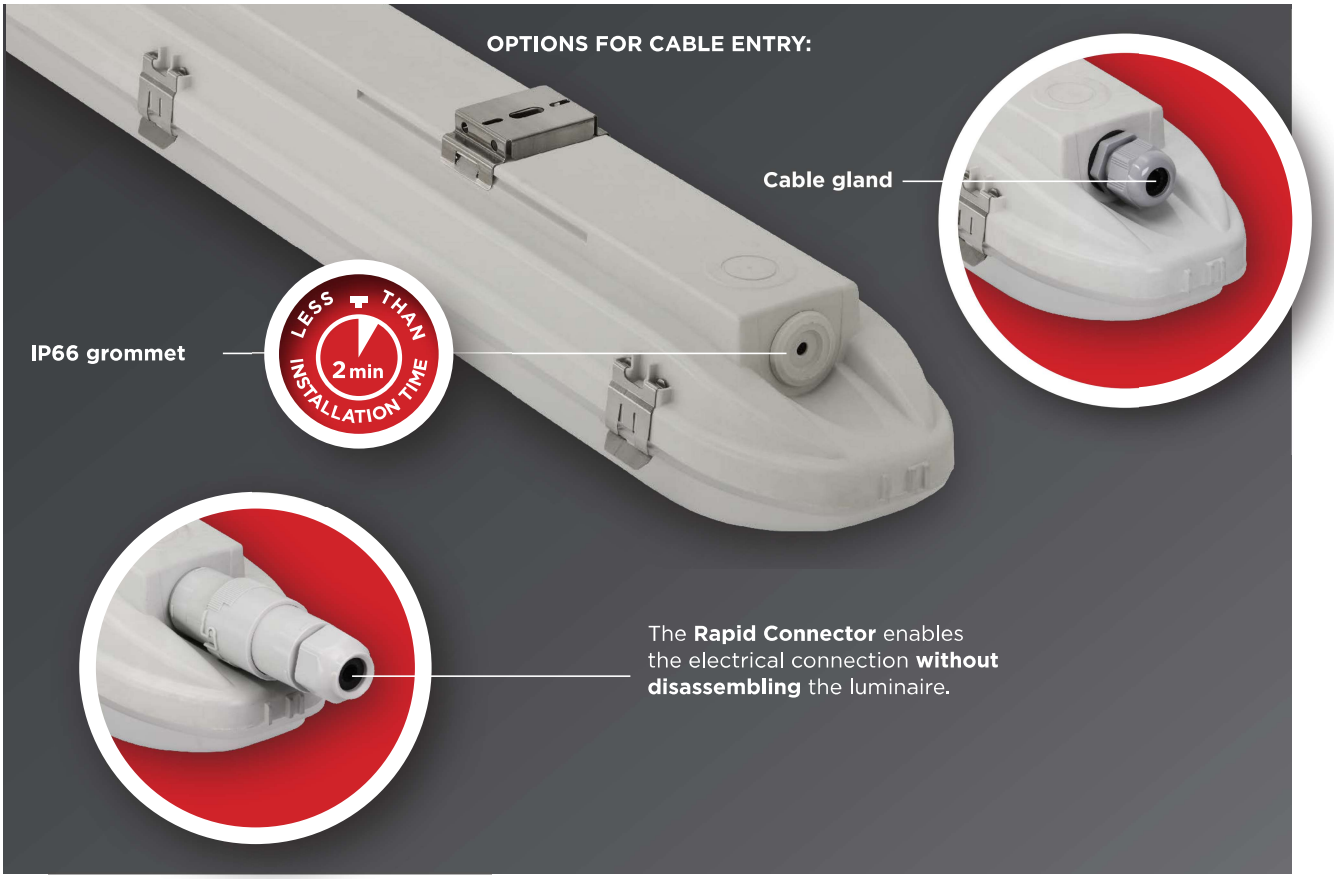


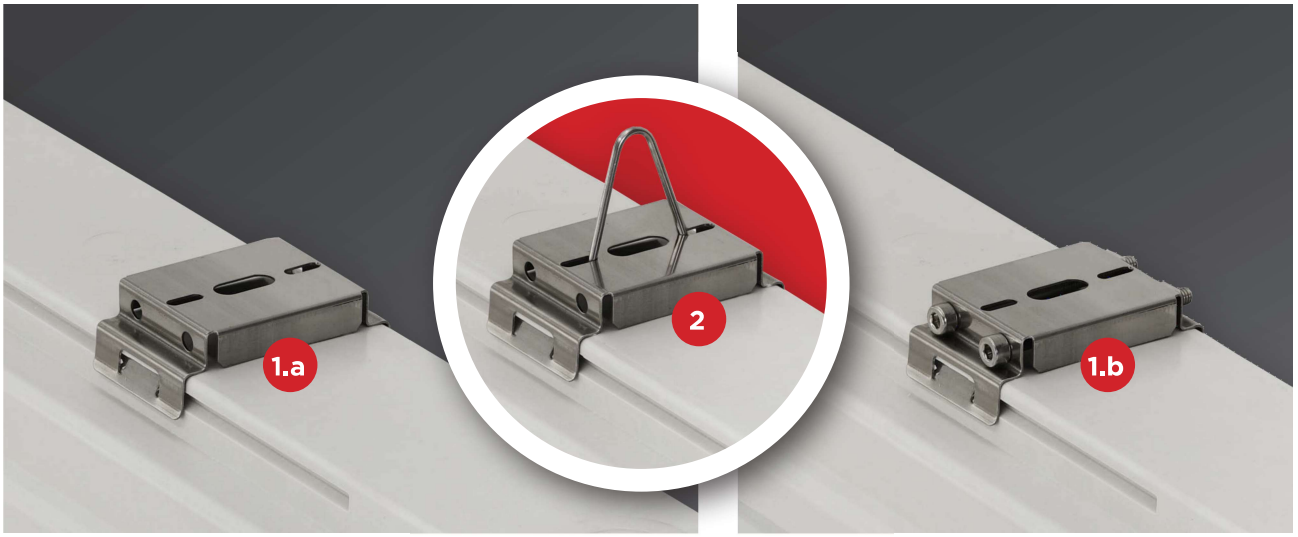
Installation friendly construction: The **strap** ensures suspension of the gear tray and the diffuser during installation.

In order to **optimize the thermal management** of the luminaire and to **maximize the lifetime of the LED modules,** the driver is placed into the body without direct contact to the gear tray.

The **gear tray**, made of white powder coated steel sheet according to **Zhaga** standards, is **integrated into the diffuser.** With 870-Inspire - depending on customer requirements - we can reach different levels of luminous flux from 2700 **up to 14000 lumen** with maximum **efficacy of 160 lm/W.** Details see: Technical data.

The injected **silicon-based gasket** with enhanced resistance ensures **maximum** chemical and weather **resistance** even under tough conditions. This endless foam sealing ensures the high IP protection up to IP67.





Ways of installing (options):

1. With **strengthened** (0,6 mm) stainless steel mounting brackets.

1.a They are easy-to-install onto the **ceiling or the wall** (in horizontal position).

1.b In case of vertical positioning, **position fixing screws** keep the mounting brackets tight avoiding the luminaire from sliding.

2. **Suspension** on chains, wire ropes etc. with stainless steel mounting brackets and **with hooks.**

Easy installation: Adjustable distance of the mounting brackets (they can be positioned laterally on the housing)

Technical data (extract)

PMMA Type	Power (W)	Warranty (years)	Luminare total luminous flux - emitted (lm)	Lum. efficacy (lm/W)	Correlated colour temp (Kelvin)	CRI	Lifetime L70B50 (Ta=45°C)	Lifetime L80B10 (Ta=45°C)	A (mm)	B (mm)	Weight (kg)
Lumnium EU 130 with Osram driver											
870 4ft (1200mm)	24	5 years	3400	142	4000	>80	> 72 000 h *	> 50 000 h *	1174	700+/-76	2
870 5ft (1500mm)	30	5 years	4300	143	4000	>80	> 72 000 h *	> 50 000 h *	1454	1000+/-76	2,2
870 4ft (1200mm)	37	5 years	5200	140	4000	>80	> 72 000 h *	> 50 000 h *	1174	700+/-76	2
870 5ft (1500mm)	51	5 years	7000	137	4000	>80	> 72 000 h *	> 50 000 h *	1454	1000+/-76	2,2
Lumnium EU PRO 160 with Osram driver											
870 4ft (1200mm)	22	5 years	3450	157	4000	>80	> 72 000 h	> 50 000 h	1174	700+/-76	2
870 5ft (1500mm)	27	5 years	4200	157	4000	>80	> 72 000 h	> 50 000 h	1454	1000+/-76	2,2
870 4ft (1200mm)	32	5 years	5000	158	4000	>80	> 72 000 h	> 50 000 h	1174	700+/-76	2
870 5ft (1500mm)	44	5 years	7000	160	4000	>80	> 72 000 h	> 50 000 h	1454	1000+/-76	2,2
Philips Fortimo HV5											
870 4ft (1200mm)	22	5 years	3400	153	4000	>80	> 72 000 h	> 70 000 h	1174	700+/-76	2
870 5ft (1500mm)	28	5 years	4300	153	4000	>80	> 72 000 h	> 70 000 h	1454	1000+/-76	2,2
870 4ft (1200mm)	39	5 years	5700	145	4000	>80	> 72 000 h	> 70 000 h	1174	700+/-76	2
870 5ft (1500mm)	50	5 years	7300	146	4000	>80	> 72 000 h	> 70 000 h	1454	1000+/-76	2,2

* The application of through-wiring may influence the Ta. max.

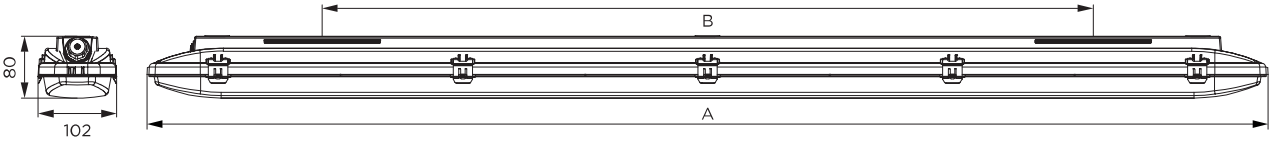
with DIP Switch PMMA Type	Power (W)	Warranty (years)	Luminare total luminous flux - emitted (lm)	Lum. efficacy (lm/W)	Correlated colour temp (Kelvin)	CRI	Lifetime L70B50 (Ta=45°C)	Lifetime L80B10 (Ta=45°C)	A (mm)	B (mm)	Weight (kg)
Lumnium EU 160 with Osram driver											
870 4ft (1200mm)	19 23 27 32	5 years	3000 3700 4500 5200	162	4000	>80	> 72 000 h	> 50 000 h	1185	700±78	2
870 5ft (1500mm)	25 32 38 44	5 years	4100 5200 6200 7200	163	4000	>80	> 72 000 h	> 50 000 h	1477	1000±78	2,2

PMMA Type	Power (W)	Warranty (years)	Luminare total luminous flux - emitted (lm)	Lum. efficacy (lm/W)	Correlated colour temp (Kelvin)	CRI	Lifetime L70B50 (Ta=35°C)	Lifetime L80B10 (Ta=35°C)	A (mm)	B (mm)	Weight (kg)
Lumnium EU PRO 140 HF with Philips driver											
870 4ft (1200mm)	61	5 years	8300	136	4000	>80	> 72 000 h	> 50 000 h	1174	700+/-76	2
870 5ft (1500mm)	77	5 years	10400	135	4000	>80	> 72 000 h	> 50 000 h	1454	1000+/-76	2,2
Philips Fortimo HV6											
870 4ft (1200mm)	60	5 years	8800	146	4000	>80	> 100 000 h	> 64 000 h	1174	700+/-76	2
870 5ft (1500mm)	75	5 years	11000	146	4000	>80	> 100 000 h	> 64 000 h	1454	1000+/-76	2,2
Philips Fortimo HV6 HF 3klm/ft											
870 4ft (1200mm)	74	5 years	11300	152	4000	>80	> 100 000 h	> 64 000 h	1174	700+/-76	2
870 5ft (1500mm)	92	5 years	14000	152	4000	>80	> 100 000 h	> 64 000 h	1454	1000+/-76	2,2

Further options:

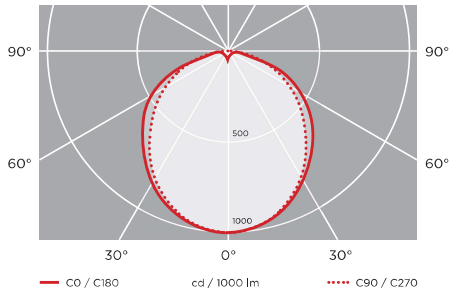
On request:

Schematic drawing with main dimensions

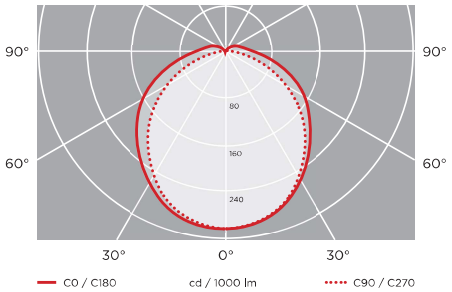


Photometric curves:

870-Inspire, 4ft, Philips Fortimo HV5, 22W, 3400 lm



870-Inspire, 5ft, Lumnium EU PRO 140 HF 77W, 10400lm



Luminaire customisation and the options of advanced controls are presented on page 7

870-Inspire| MST CRI90 PMMA

TECHNISCHE DATEN / TECHNICAL DATASHEET

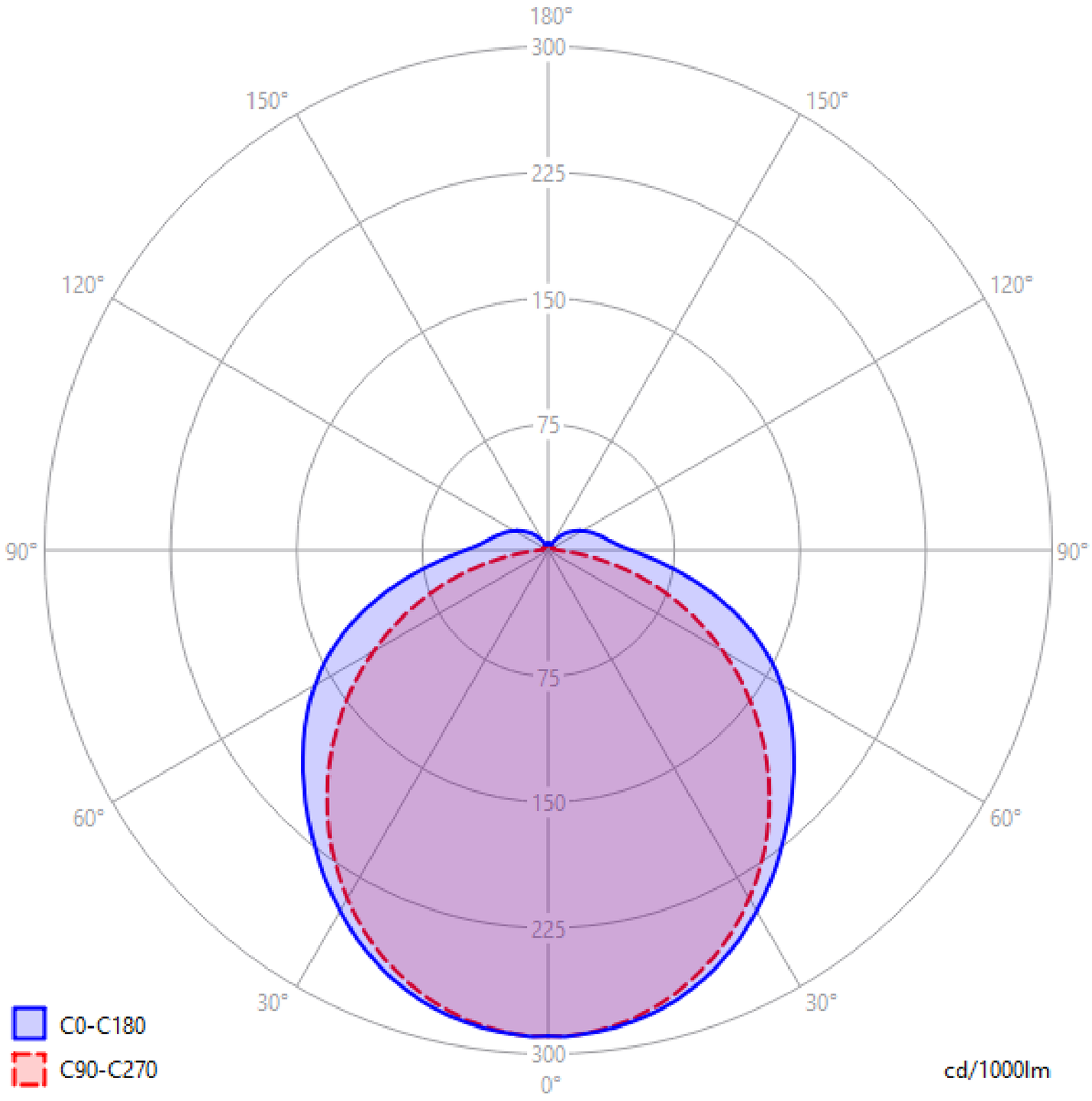
Type / Type	**870-Inspire 5 ft (~1500mm) MST LinLED CRI90 LO**	**870-Inspire 5 ft (~1500mm) MST LinLED CRI90 HO**
Lichtquelle / Light source	1x 5ft MST LinLED 1400x20mm 5500lm 950 2C+R 180V Opt G2	1x 5ft MST LinLED 1400x20mm 5500lm 950 2C+R 180V Opt G2
Leuchten Gesamtlichstrom / Luminaire total luminous flux	7000 lm	9600 lm
Leuchten Lichtausbeute / Luminous efficacy	123 lm/W	110 lm/W
Farbwiedergabeindex min. / Color rendering index min.	90	90
Korrelierte Farbtemperatur / Correlated Colour temperature	5000 K	5000 K
SDCM	3	3
Betriebsgerät / Control gear	IT FIT 60/220-240/350 CS D L	Xitanium 100W 0,25-0,7A 220V S 230V
Max. Anz. an Sicherungsautomat/ Max number on MCB	B 10A: 15; C 10A: 24 B 16A: 25; C 16A: 38	B 10A: 13; C 10A: 22 B 16A: 22; C 16A: 37
Antriebsstrom / Driving current	0,30 A	0,45 A
Rippelstrom / Output current ripple	LF ≤ 5%	LF ≤ 4%
Power Factor (PF)	> 0,95	> 0,9
Spannung / Supply voltage	220-240 V AC, 50/60 Hz	220-240 V AC, 50/60 Hz
Anschlussleistung / Power consumption	57 W (57 kWh/1000 St)	87 W (57 kWh/1000 St)
Lebensdauer / Lifetime @Ta=25°C	L70B10 > 60 000 h L80B50 > 52 000 h L80B10 > 50 000 h L90B50 > 35 000 h L90B10 > 34 000 h	L70B10 > 58 000 h L80B50 > 41 000 h L80B10 > 38 000 h L90B50 > 22 000 h L90B10 > 19 000 h
Lebensdauer / Lifetime @Ta=35°C	L70B10 > 60 000 h L80B50 > 50 000 h L80B10 > 48 000 h L90B50 > 31 000 h L90B10 > 30 000 h	L70B10 > 58 000 h L80B50 > 41 000 h L80B10 > 38 000 h L90B50 > 22 000 h L90B10 > 19 000 h
LED Anzahl / Number of LEDs	180	180
Gewicht / Weight	2 kg	2,2 kg
IK Wanne / Diffuser IK Gehäuse / Housing	02 (Wanne / Diffuser) 03 (Gehäuse / Housing)	02 (Wanne / Diffuser) 03 (Gehäuse / Housing)
Lichtquelle Energieklasse / Light source Energy Efficiency Class	D	D
Prüfzeichen - Zulassung / Approval marks	CE	CE

* Herstellungsbedingt stellen die angegebenen technischen Daten nur statistische Werte dar. Die bei einem konkreten Produkt gemessenen Werte können sich von den angegebenen Daten unterscheiden.
Auf Grund der zur Verfügung stehenden Datenblätter kalkulierte Werte.

* Due to the LED manufacturing processes the parameters can only reflect statistical figures. Each single product could differ from the given data.
Calculated values based on the available datasheets.

20.04.2022.

LICHTSTÄRKEVERTEILUNGSKURVE / LIGHT INTENSITY DISTRIBUTION DIAGRAM:



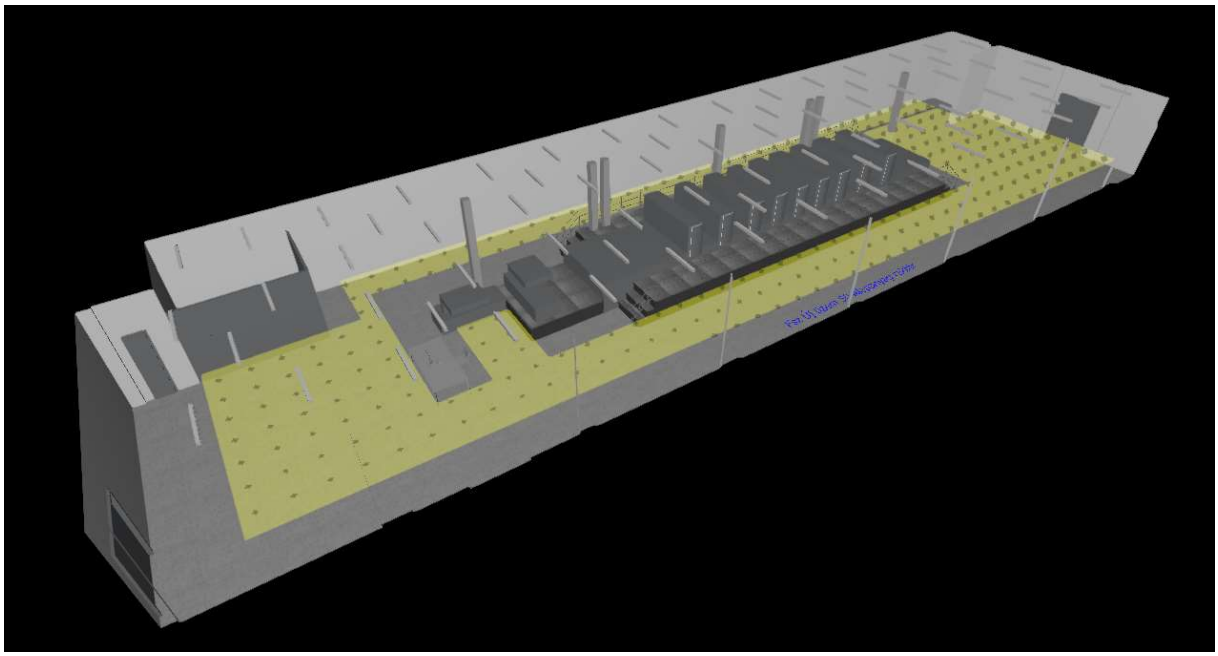
* Herstellungsbedingt stellen die angegebenen technischen Daten nur statistische Werte dar. Die bei einem konkreten Produkt gemessenen Werte können sich von den angegebenen Daten unterscheiden.
Auf Grund der zur Verfügung stehenden Datenblätter kalkulierte Werte.

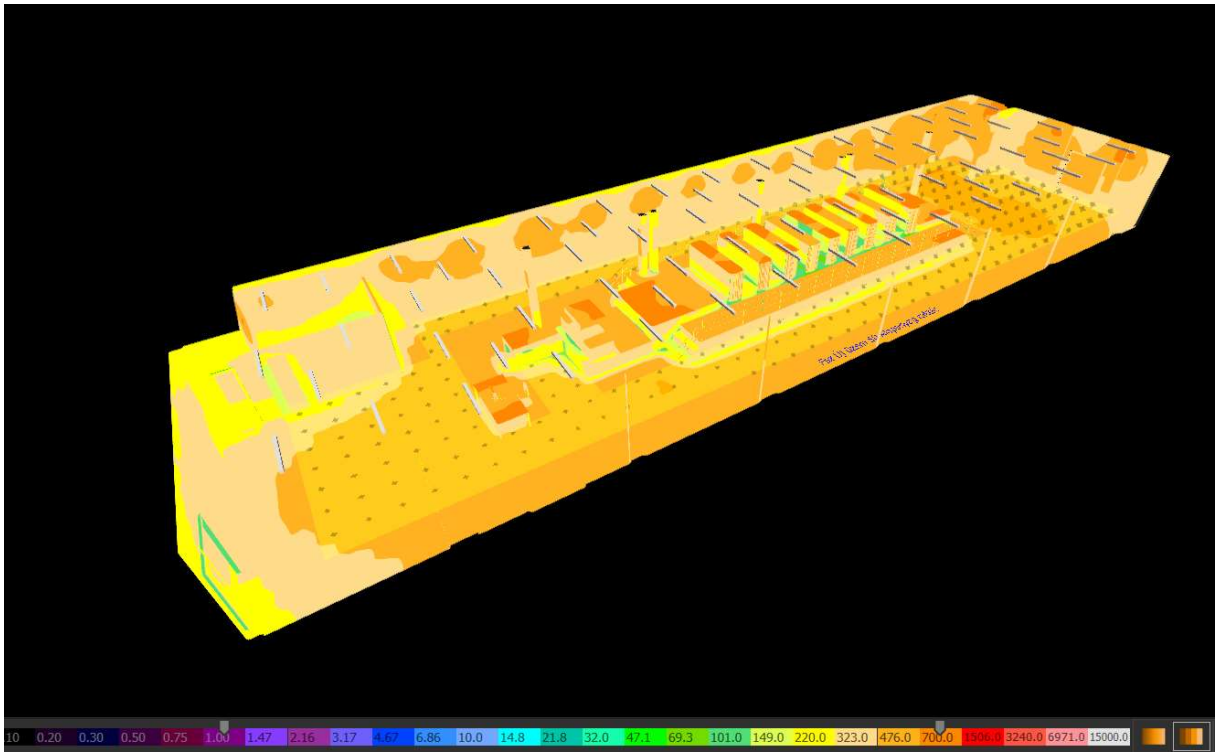
* Due to the LED manufacturing processes the parameters can only reflect statistical figures. Each single product could differ from the given data.
Calculated values based on the available datasheets.

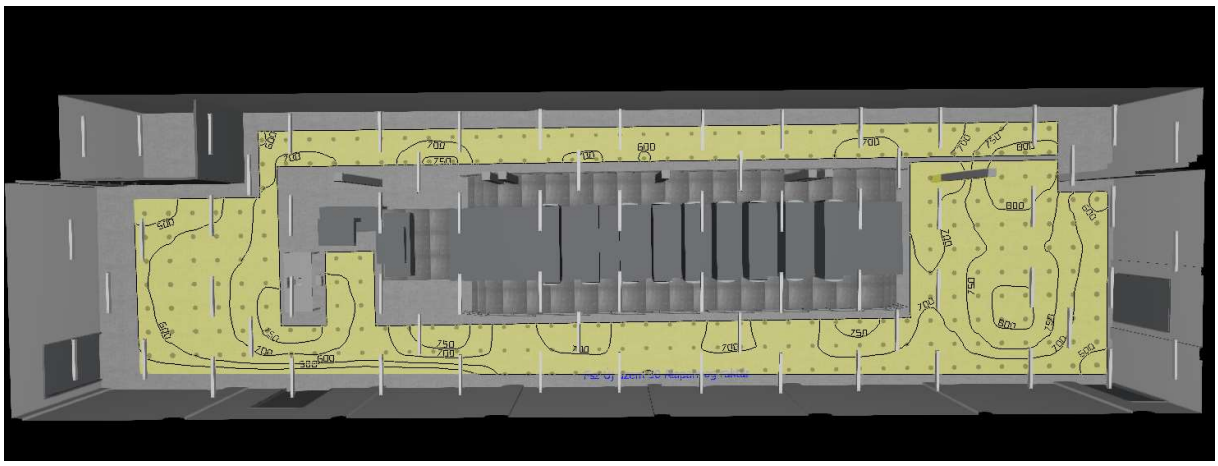
20.04.2022.

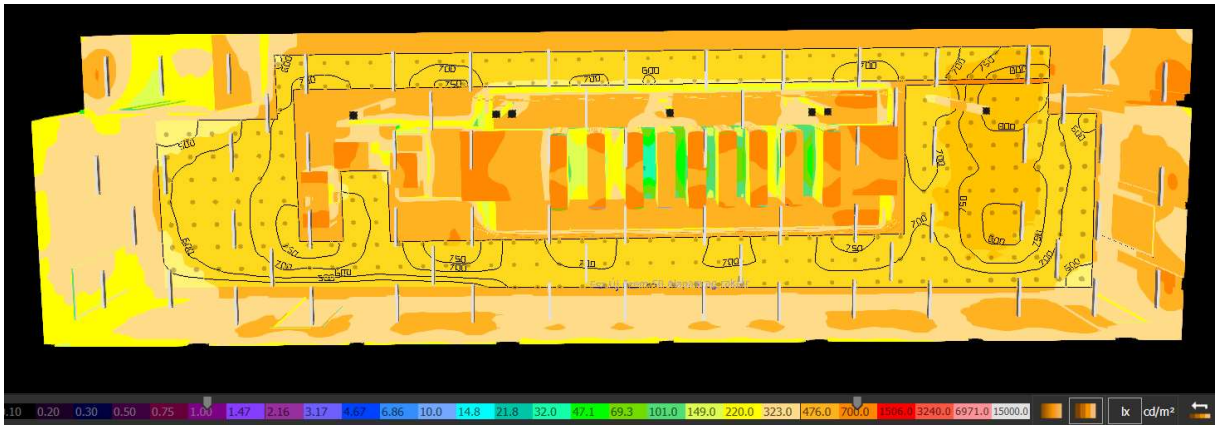
6.sz. melléklet

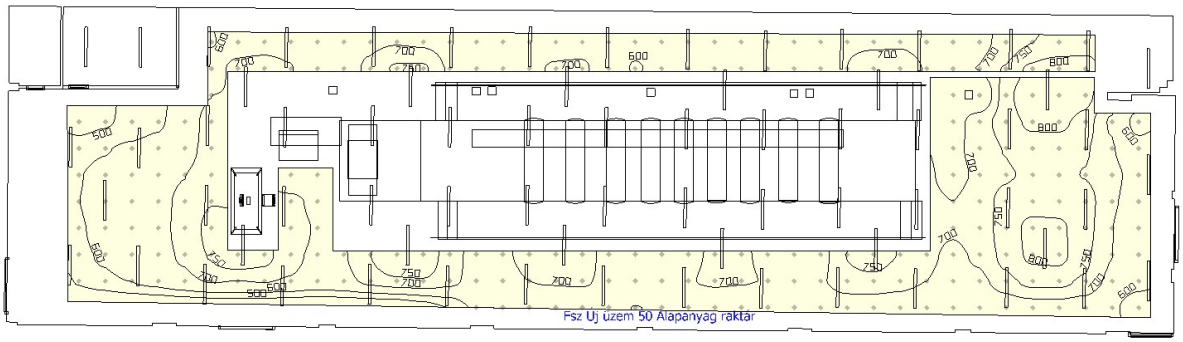
50 Alapanyag raktár (hamis szín és 3D nézet)

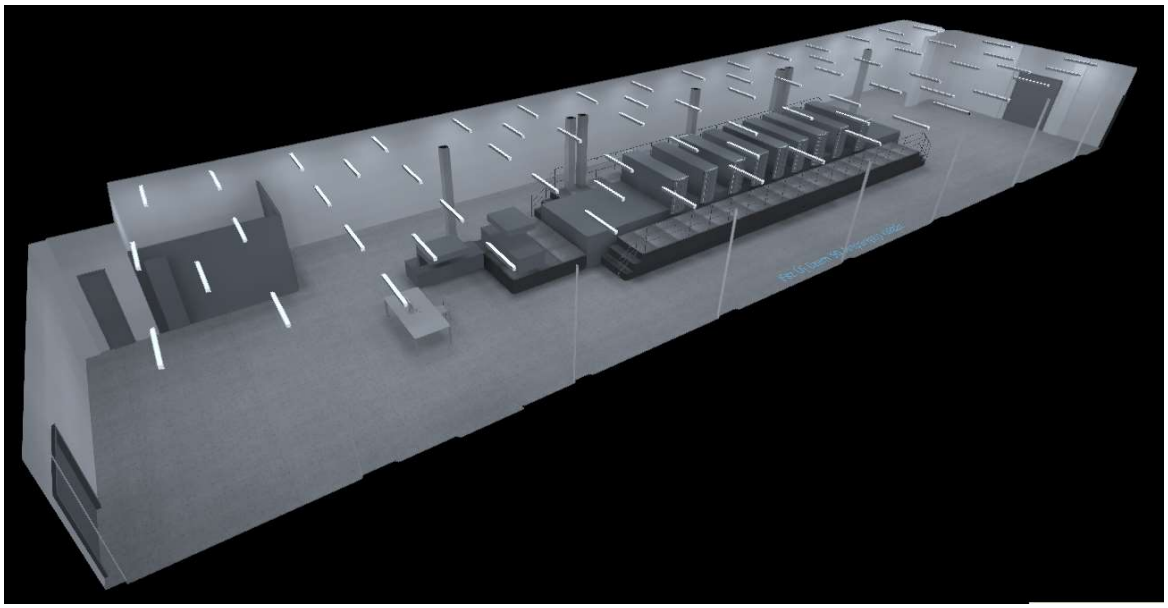






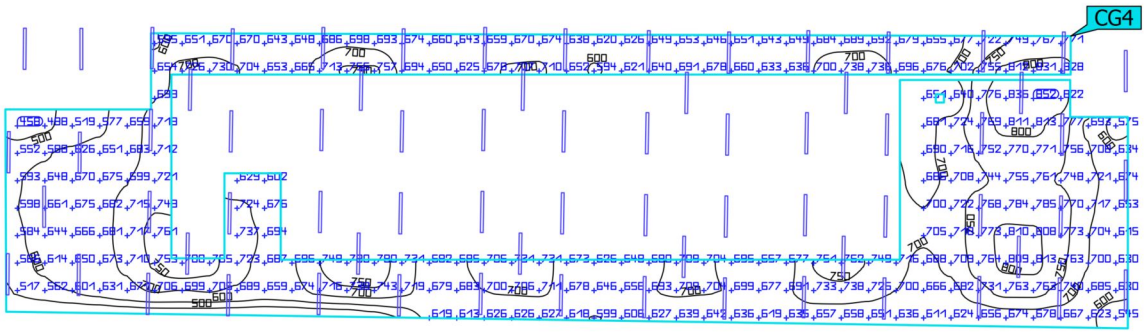

0.10 0.20 0.30 0.50 0.75 1.00 1.47 2.16 3.17 4.67 6.86 10.0 14.8 21.8 32.0 47.1 69.3 101.0 149.0 220.0 323.0 476.0 700.0 1506.0 3240.0 6971.0 15000.0
lx
cd/m²


Fsz Új üzem 50 Alapanyag raktár



Épület 1 · Földszint · Fsz Új üzem 50 Alapanyag raktár

50 Alapanyag raktár Számítási felület 7



Tulajdonságok	Ē	$E_{min.}$	E_{max}	g_1	g_2	Index
50 Alapanyag raktár Számítási felület 7 Merőleges megvilágítási erõsség Magasság: 0.800 m	688 lx	458 lx	852 lx	0.67	0.54	CG4

Használati profil: Ipari és szakmunkás tevékenységek - Nyomdák, Kiszabás, aranyozás, domborítás, maratás, lemez- és kőmunkálatok, nyomtatógépek, matricagyártás

DIALux

Épület 1 · Földszint · Fsz Új üzem 50 Alapanyag raktár

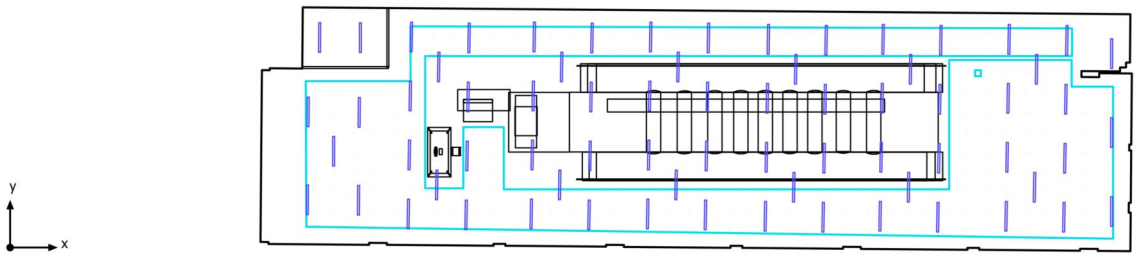
Lámpatest lista

$\Phi_{összes}$	$P_{összes}$	Fényhasznosítás
492100 lm	4053.0 W	121.4 lm/W

db	Gyártó	Cikkszám	Cikknév	P	Φ	Fényhasznosítás
70	IBV Hungaria Kft.	870 1500mm MST_LinLED_300mA_950_PMMA	870 - Inspire	57.9 W	6981 lm	120.5 lm/W

Épület 1 · Földszint · Fsz Új üzem 50 Alapanyag raktár

Összefoglalás



Alapfelület: 520.41 m² | Visszaverődési fokok: Mennyezet: 70.0 %, Falak: 83.6 %, Talaj: 42.9 % | Karbantartási tényező: 0.70 (Pausál) |
Térmagasság: 4.000 m | Szerelési magasság: 4.000 m

Épület 1 · Földszint · Fsz Új üzem 50 Alapanyag raktár

Összefoglalás

Eredmények

	Méret	Kiszámítva	Előírt	Ellenőrzés	Index
Fogyasztási adatok	Fogyasztás	9100 kWh/a	max. 18250 kWh/a	✓	
Tér	Fajlagos energiafelhasználás	7.79 W/m²	-	-	

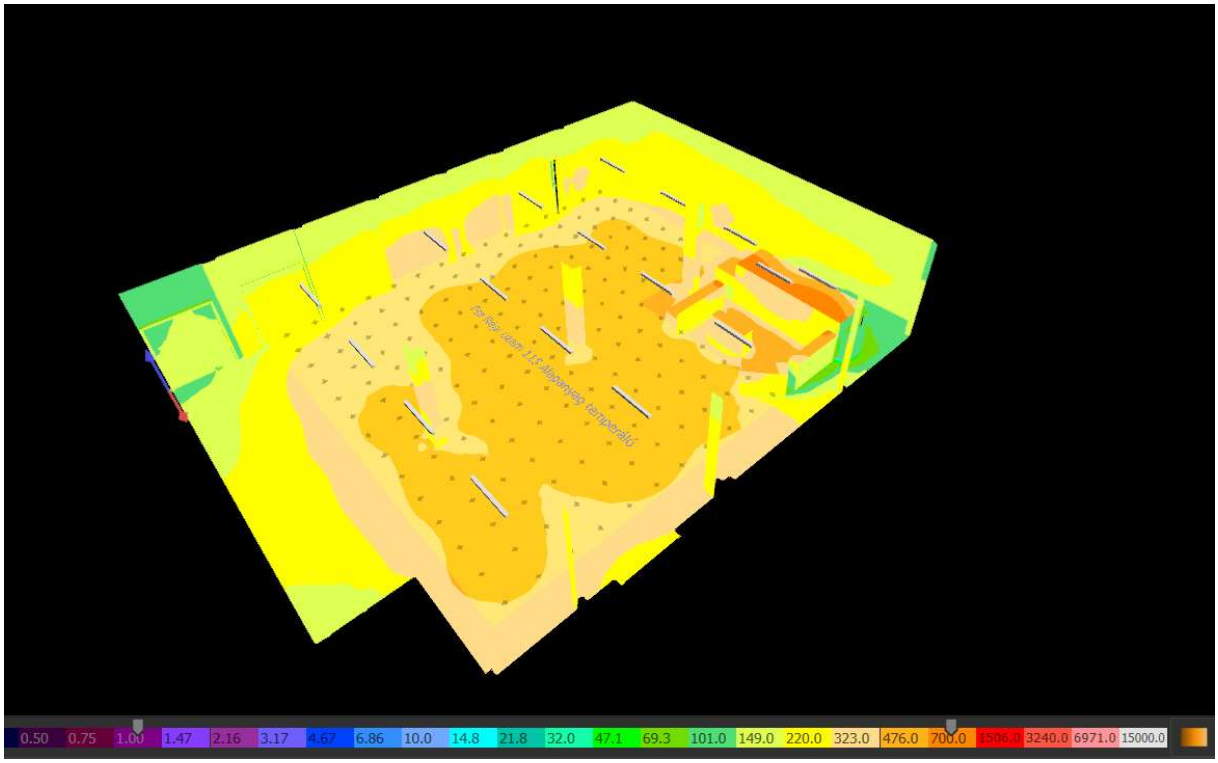
Használati profil: Ipari és szakmunkás tevékenységek - Nyomdák, Kiszabás, aranyozás, domborítás, maratás, lemez- és kőmunkálatok, nyomtatógépek, matricagyártás

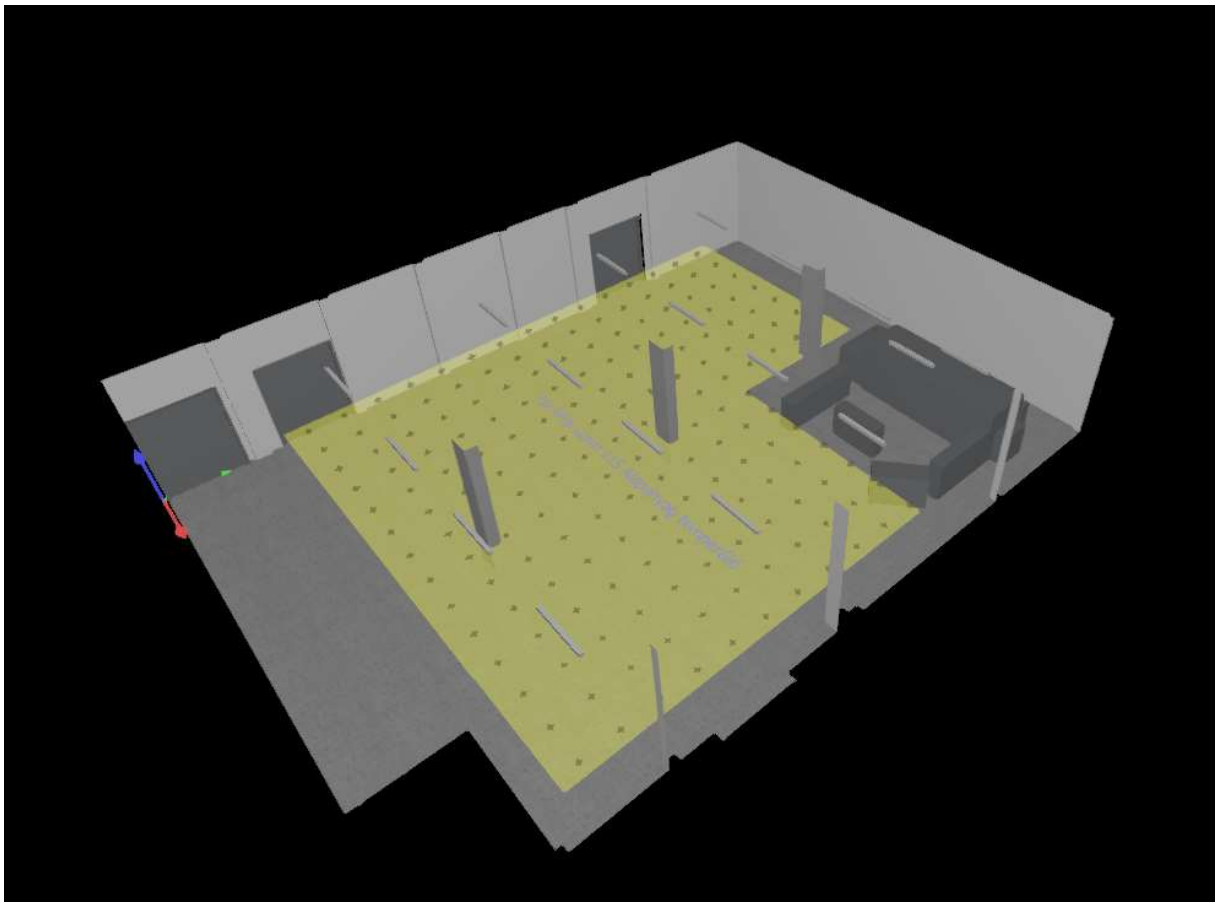
Lámpatest lista

db	Gyártó	Cikkszám	Cikknév	P	Φ	Fényhasznosítás
70	IBV Hungaria Kft.	870 1500mm MST_LinLED_300mA_950_PMMA	870 - Inspire	57.9 W	6981 lm	120.5 lm/W

7.sz melléklet

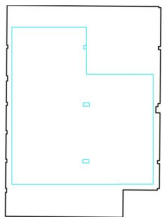
Alapanyag temperáló (hamis szín és 3D nézet)

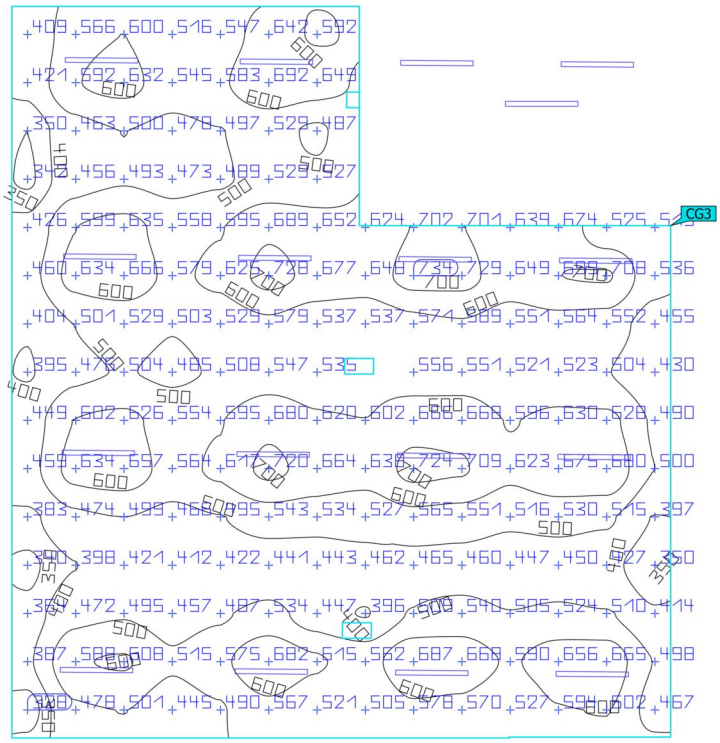




Épület 1 · Földszint · Fsz Régi üzem 115 Alapanyag temperáló

115 Alapanyag temperáló Számítási felület



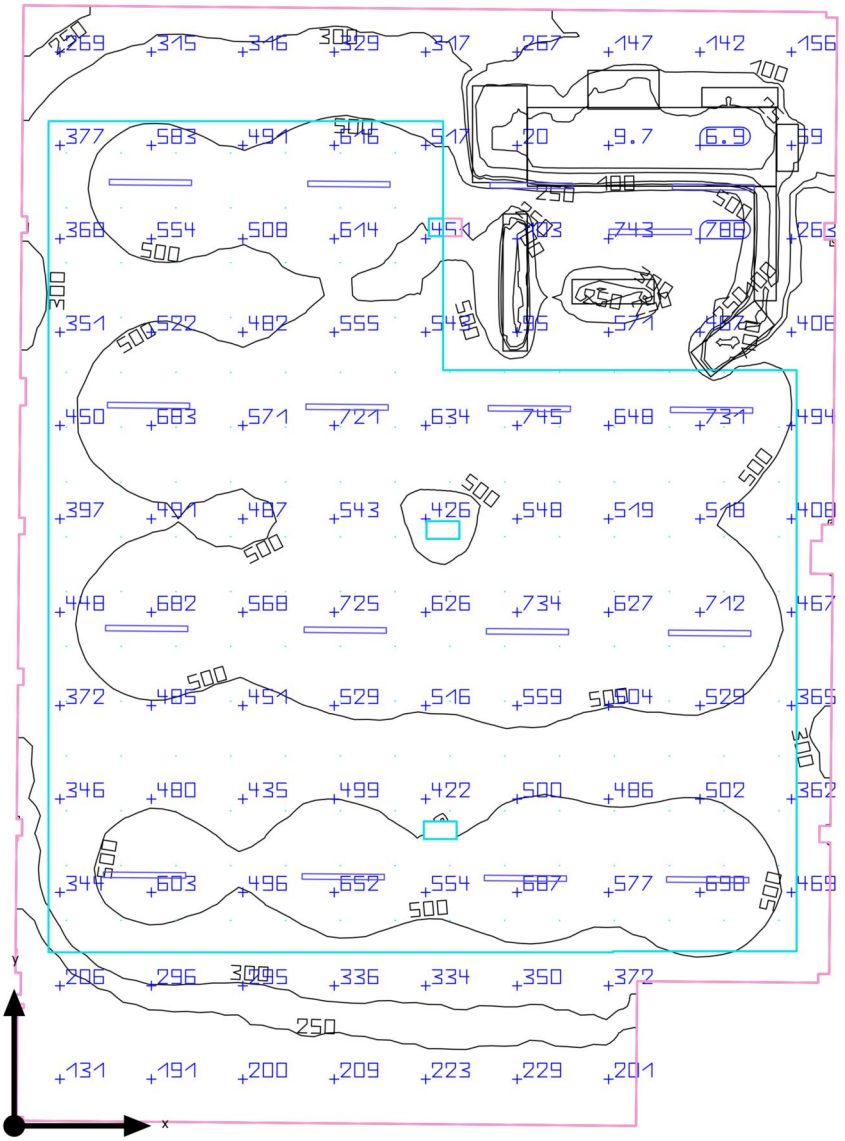


Tulajdonságok	Ē	$E_{min.}$	E_{max}	g_1	g_2	Index
115 Alapanyag temperáló Számítási felület Merőleges megvilágítási erõsség Magasság: 0.800 m	544 lx	328 lx	734 lx	0.60	0.45	CG3

Használati profil: Általános területek az épületeken belül – Raktárak és hűtőkamrák, Tároló helyiségek és raktárak

Épület 1 · Földszint · Fsz Régi üzem 115 Alapanyag temperáló

Összefoglalás



Alapfelület: 292.18 m² | Visszaverődési fokok: Mennyezet: 70.0 %, Falak: 83.4 %, Talaj: 42.9 % | Karbantartási tényező: 0.70 (Pausál) |
Térmagasság: 3.000 m | Szerelési magasság: 3.000 m

Épület 1 · Földszint · Fsz Régi üzem 115 Alapanyag temperáló

Összefoglalás

Eredmények

	Méret	Kiszámítva	Előírt	Ellenőrzés	Index
Munkasík	$\bar{E}_{függoleges}$	448 lx	≥ 100 lx	✓	WP3
	g_1	0.003	-	-	WP3
Fogyasztási adatok	Fogyasztás	240 kWh/a	max. 10250 kWh/a	✓	
Tér	Fajlagos energiafelhasználás	5.07 W/m²	-	-	
		1.13 W/m²/100 lx	-	-	

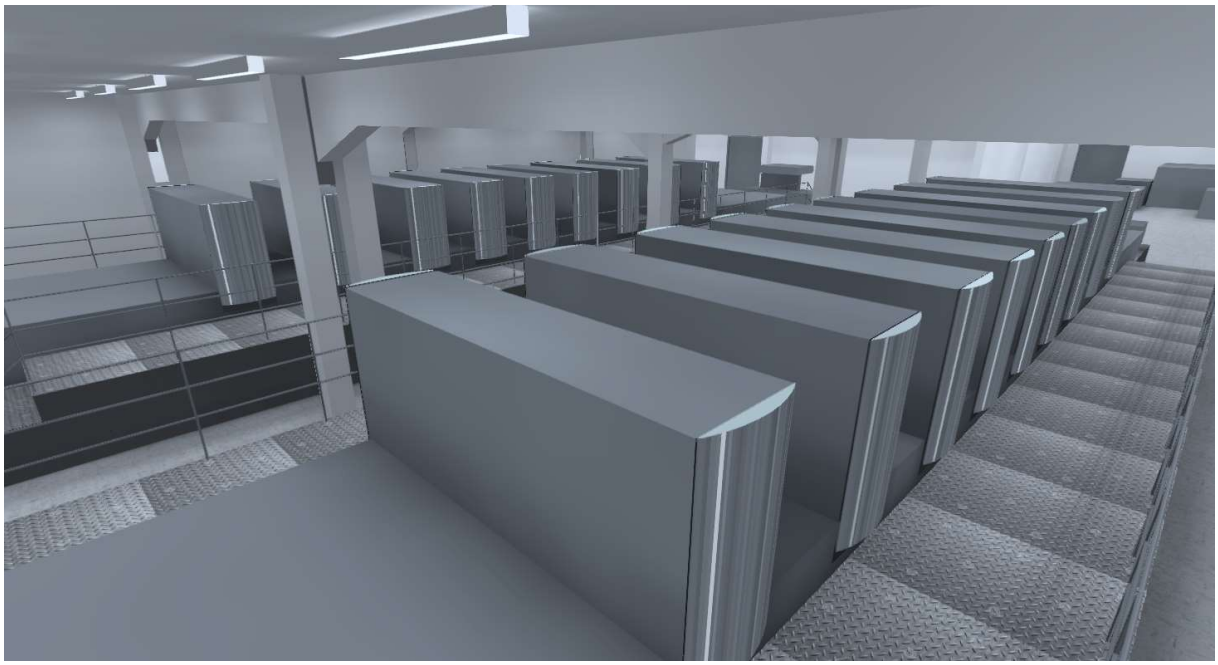
Használati profil: Általános területek az épületeken belül – Raktárak és hűtőkamrák, Tároló helyiségek és raktárak

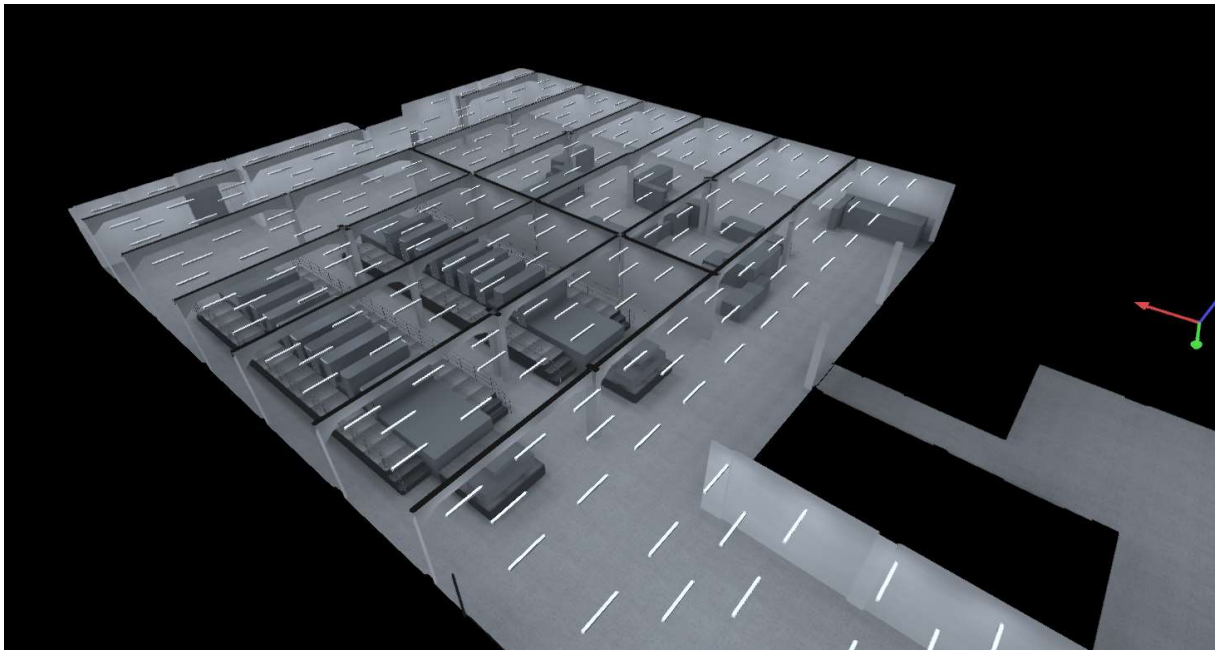
Lámpatest lista

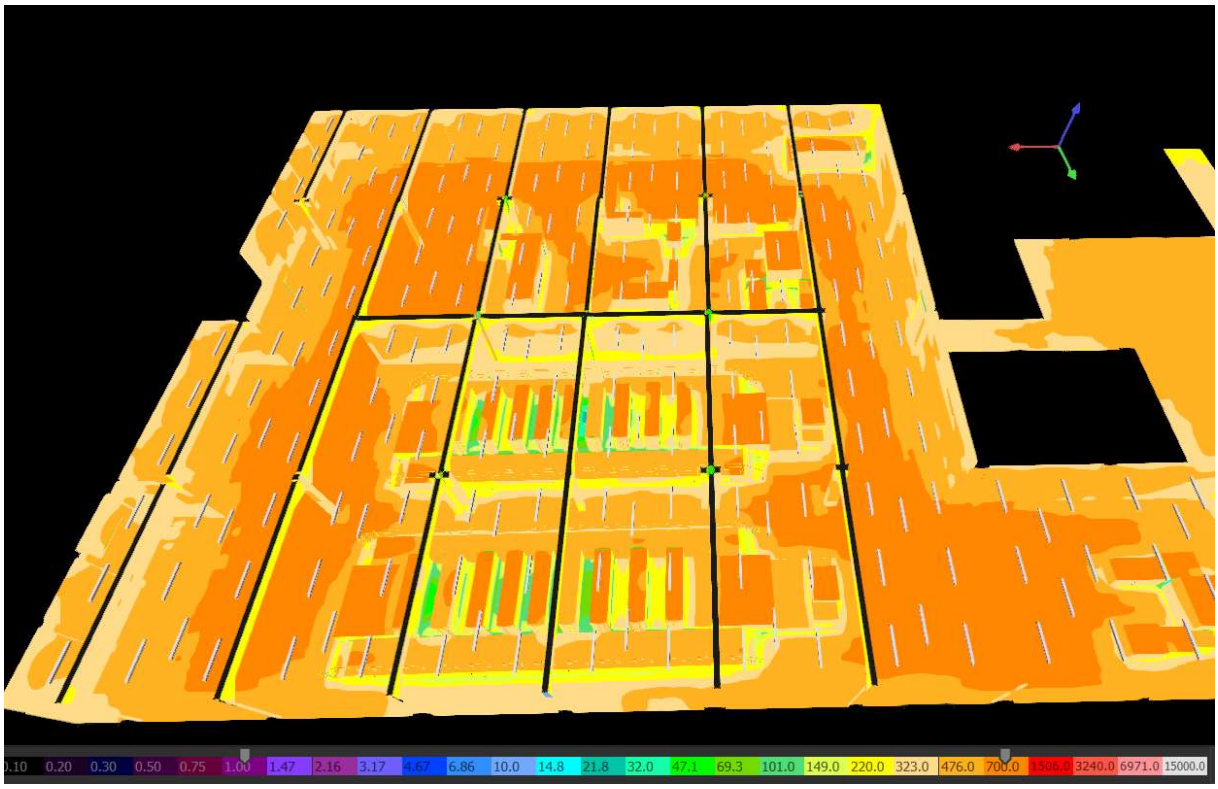
db	Gyártó	Cikkszám	Cikknév	P	Φ	Fényhasznosítás
1	IBV Hungaria Kft.	870 1500mm MST_LinLED_300mA_950_PMMA	870 - Inspire	57.9 W	6981 lm	120.5 lm/W
16	IBV Hungaria Kft.	872 1500mm MST_LinLED_450mA_PMMA	870 - Inspire	89.0 W	10400 lm	116.9 lm/W

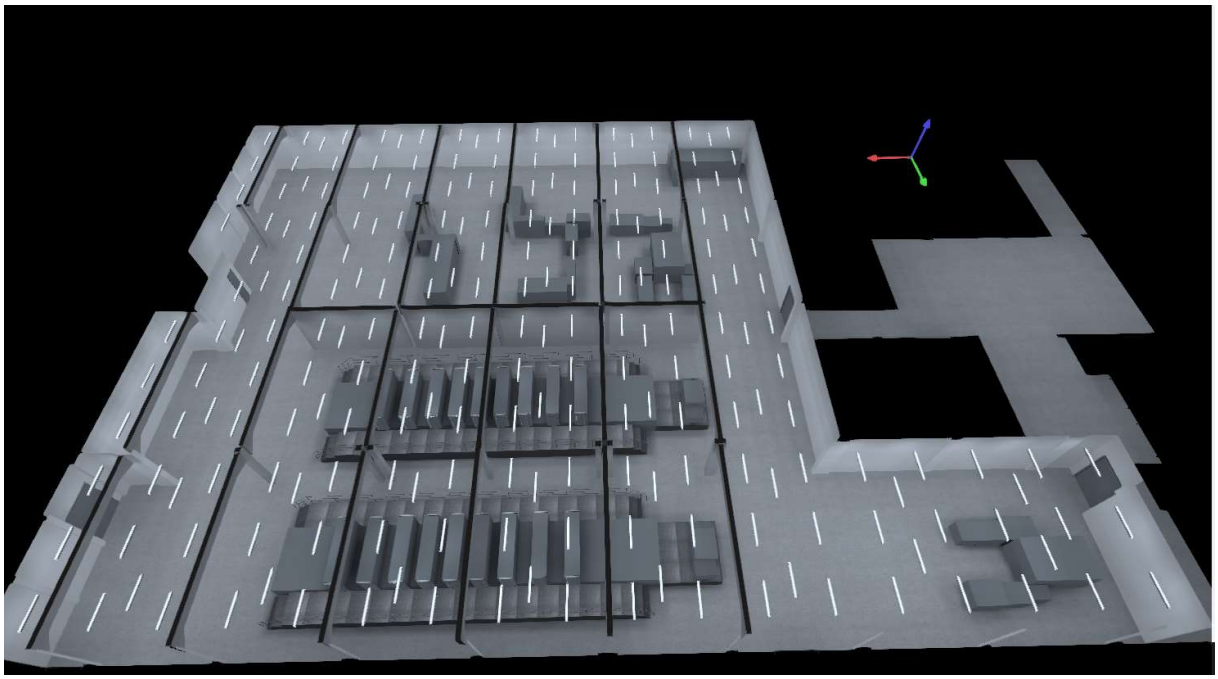
8.sz melléklet

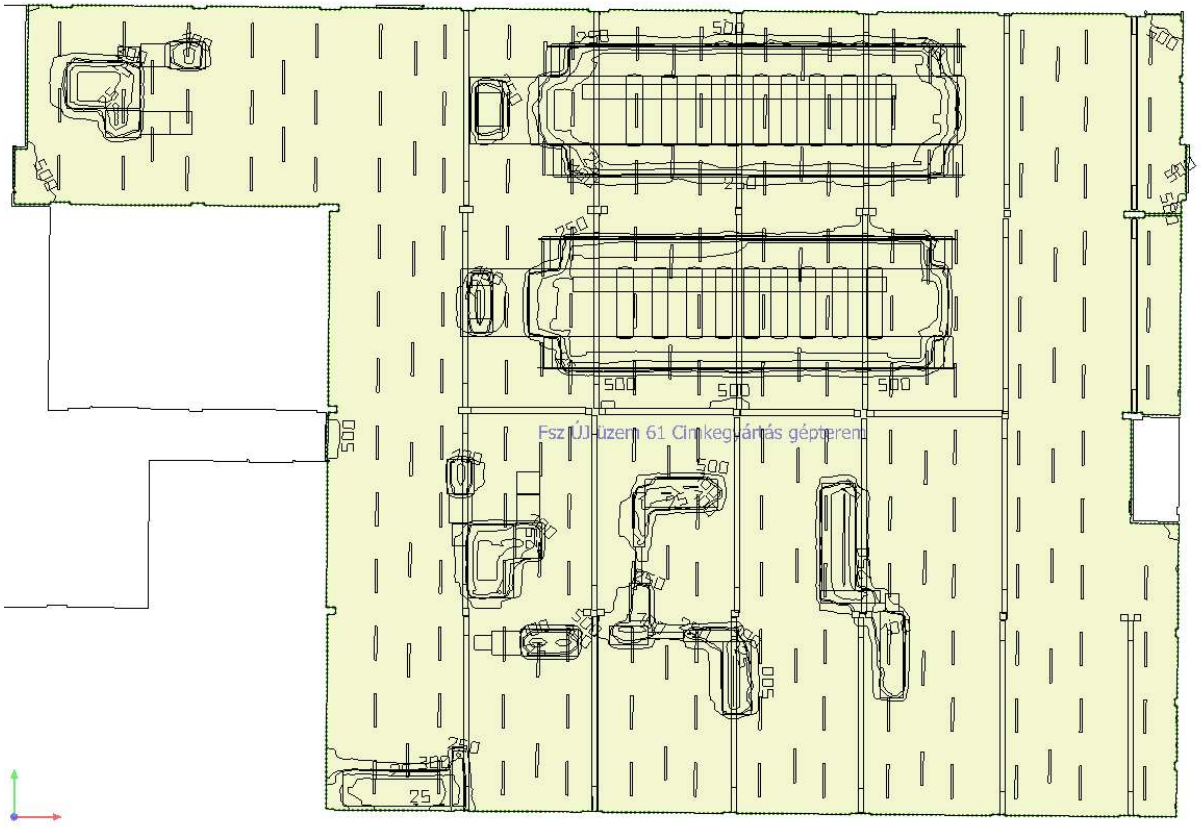
Dobozgyártás és Címkegyártás gépterem (hamis szín és 3D nézet)






0.10 0.20 0.30 0.50 0.75 1.00 1.47 2.16 3.17 4.67 6.86 10.0 14.8 21.8 32.0 47.1 69.3 101.0 149.0 220.0 323.0 476.0 700.0 1506.0 3240.0 6971.0 15000.0

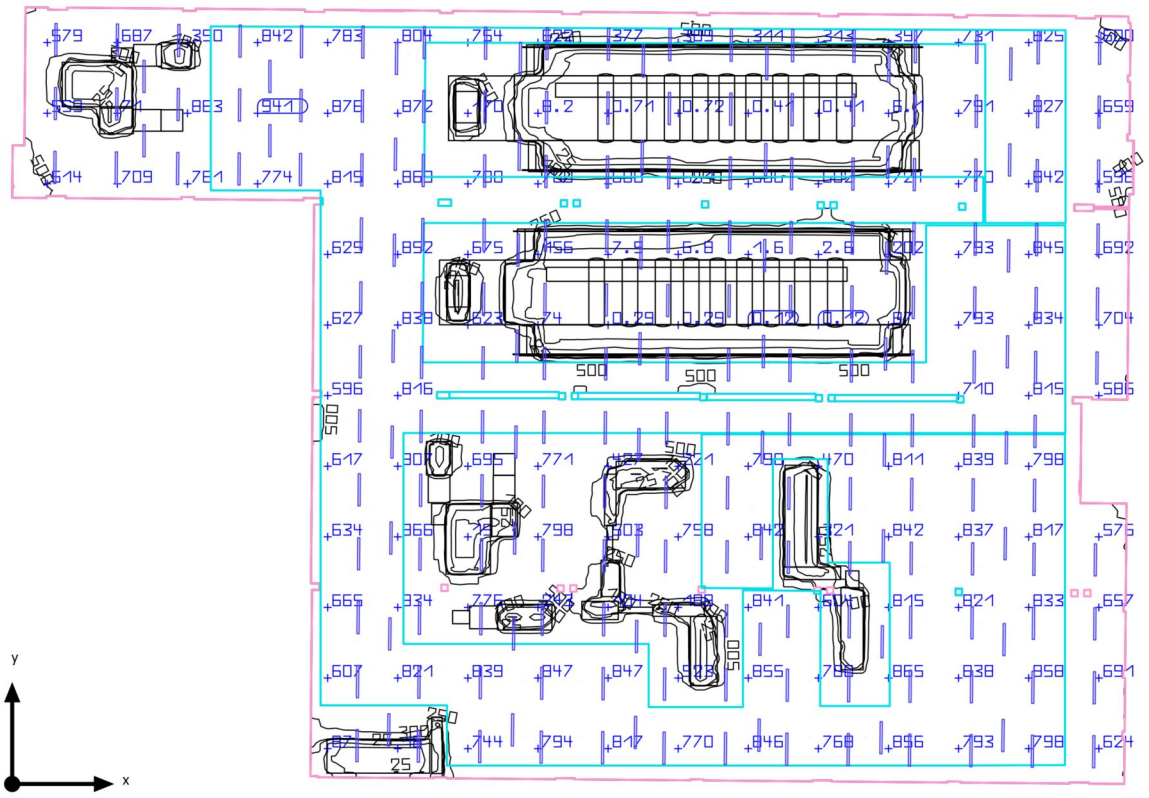



Fsz ÚJ-üzem 61 Cinkegyártás géptéren

DIALux

Épület 1 · Földszint · Fsz ÚJ üzem 61 Cimkegyártás gépterem

Összefoglalás



Alapfelület: 1472.97 m² | Visszaverődési fokok: Mennyezet: 66.9 %, Falak: 76.2 %, Talaj: 42.9 % | Karbantartási tényező: 0.70 (Pausál) | Térmagasság: 4.000 m | Szerelési magasság: 4.000 m

Épület 1 · Földszint · Fsz ÚJ üzem 61 Cimkegyártás gépterem

Összefoglalás

Eredmények

	Méret	Kiszámítva	Előírt	Ellenőrzés	Index
Munkasík	$\bar{E}_{függoleges}$	596 lx	≥ 500 lx	✓	WP2
	g_1	0.000	-	-	WP2
Fogyasztási adatok	Fogyasztás	28800 kWh/a	max. 51600 kWh/a	✓	
Tér	Fajlagos energiafelhasználás	8.69 W/m²	-	-	
		1.46 W/m²/100 lx	-	-	

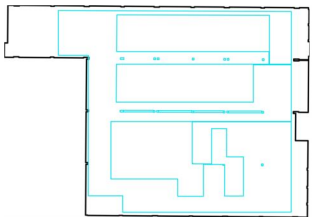
Használati profil: Ipari és szakmunkás tevékenységek - Nyomdák, Kiszabás, aranyozás, domborítás, maratás, lemez- és kőmunkálatok, nyomtatógépek, matricagyártás

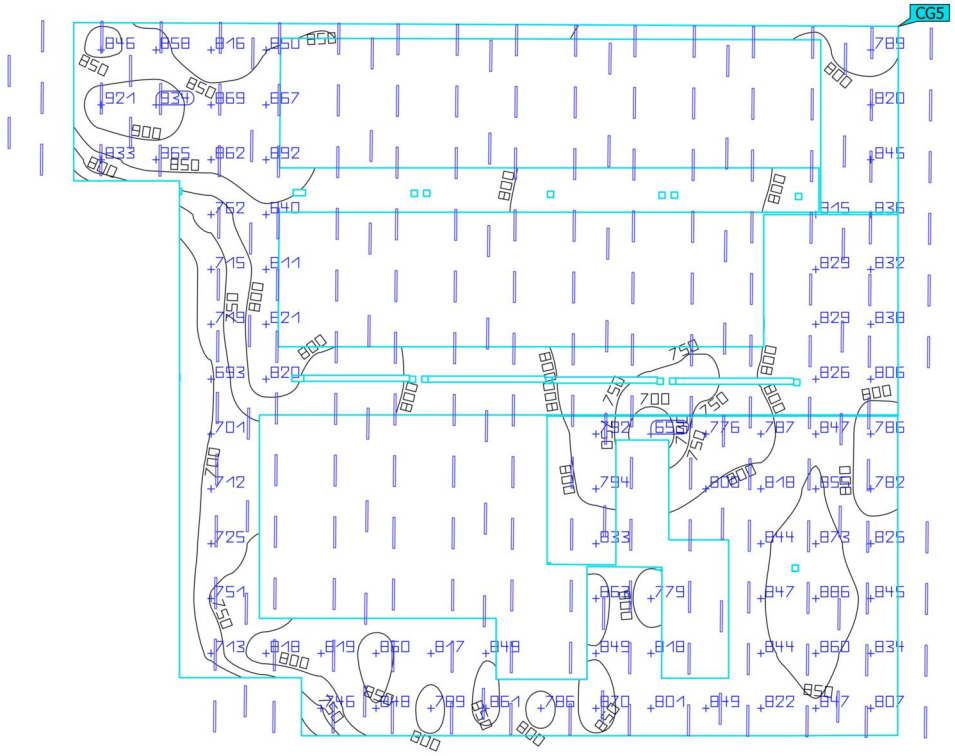
Lámpatest lista

db	Gyártó	Cikkszám	Cikknév	P	Φ	Fényhasznosítás
221	IBV Hungaria Kft.	870 1500mm MST_LinLED_300mA_950_PMMA	870 - Inspire	57.9 W	6981 lm	120.5 lm/W

Épület 1 · Földszint · Fsz ÚJ üzem 61 Cimkegyártás gépterem

Számítási felület 5



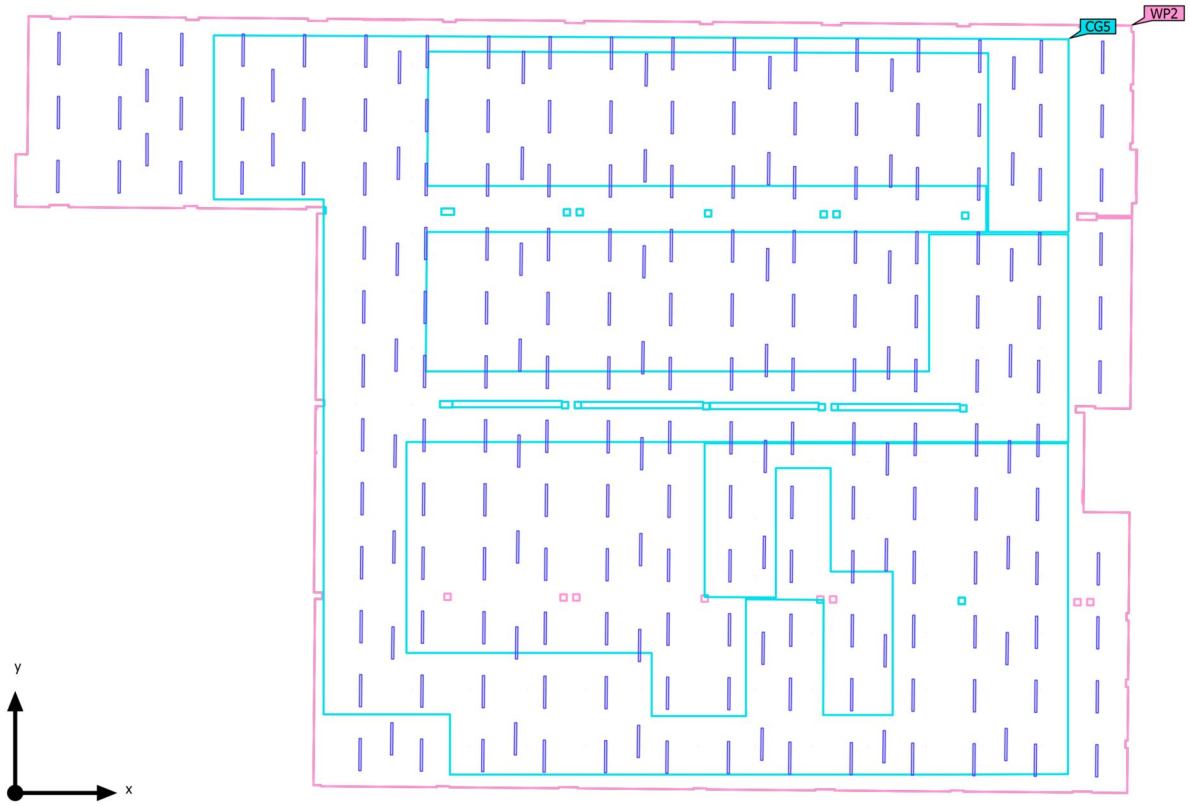


Tulajdonságok	Ē	$E_{min.}$	E_{max}	g_1	g_2	Index
Számítási felület 5 Merőleges megvilágítási erősség Magasság: 0.800 m	817 lx	653 lx	934 lx	0.80	0.70	CG5

Használati profil: Ipari és szakmunkás tevékenységek - Nyomdák, Kiszabás, aranyozás, domborítás, maratás, lemez- és kőmunkálatok, nyomtatógépek, matricagyártás

Épület 1 · Földszint · Fsz ÚJ üzem 61 Cimkegyártás gépterem

Számítási objektumok



Épület 1 · Földszint · Fsz ÚJ üzem 61 Cimkegyártás gépterem

Számítási objektumok

Hasznos felületek

Tulajdonságok	Ē (Előírt)	$E_{min.}$	E_{max}	g_1	g_2	Index
Munkasík (Fsz ÚJ üzem 61 Cimkegyártás gépterem) Merőleges megvilágítási erõsség (adaptív) Magasság: 0.800 m, Szélso övezet: 0.000 m	596 lx (≥ 500 lx) ✓	0.12 lx	968 lx	0.000	0.000	WP2

Számítási felület listák

Tulajdonságok	Ē	$E_{min.}$	E_{max}	g_1	g_2	Index
Számítási felület 5 Merőleges megvilágítási erõsség Magasság: 0.800 m	817 lx	653 lx	934 lx	0.80	0.70	CG5

Használati profil: Ipari és szakmunkás tevékenységek - Nyomdák, Kiszabás, aranyozás, domborítás, maratás, lemez- és kőmunkálatok, nyomtatógépek, matricagyártás

9. sz melléklet

VILÁGÍTÁSTECHNIKAI MINŐSÍTŐ IRAT ÉS MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV

MARZEK Kner Packaging Kft.
Békéscsaba, Baros u. 9.

Mérés tárgya: Földszinti helyiségek (Címkegyártás gépterem, Dobozgyártás gépterem, Alapanyagtemperáló, Alapanyag raktár) korszerűsítés előtti általános világításának mérése

Munkaszám: 1865_2019
Jegyzőkönyv sorszáma: LUX jkv 103/2022

Jelen jegyzőkönyv 21 számozott oldalt tartalmaz.

A minősítő iratot összeállította és hitelesítette:

Harmados Nóra
projekt menedzser

Tartalomjegyzék

Nyilatkozat *3*

2. A mérési feladat ismertetése *4*

2.1. A mérés célja **4**

2.2. A helyiségekben végzett tevékenység **4**

2.3. A mérés módja **4**

2.4. Mérési pontok meghatározása **4**

2.5. Általános adatok **5**

2.6. Elektromos táplálás **5**

2.7. Környezeti jellemzők **5**

2.8. Mérőeszközök **6**

3. Fénytechnikai mérési jegyzőkönyv *6*

3.1. Címkegyártás gépterem **6**

3.1.1. Mérési pontok távolságának meghatározása 6

3.1.2. A világítótestekre vonatkozó adatok 6

3.1.3. Mérés helyszíne 7

3.1.4. Mérési eredmények 8

3.2. Dobozgyártás gépterem **10**

3.2.1. Mérési pontok távolságának meghatározása 10

3.2.2. A világítótestekre vonatkozó adatok 10

3.2.3. Mérés helyszíne 11

3.2.4. Mérési eredmények 12

3.3. Alapanyagtemperáló **13**

3.3.1. Mérési pontok távolságának meghatározása 13

3.3.2. A világítótestekre vonatkozó adatok 13

3.3.3. Mérés helyszíne 14

3.3.4. Mérési eredmények 15

3.4. Alapanyag raktár **16**

3.4.1. Mérési pontok távolságának meghatározása 16

3.4.2. A világítótestekre vonatkozó adatok 16

3.4.3. Mérési eredmények 17

3.4.4. Mérés helyszíne 17

3.4.5. Mérési eredmények 18

4. Mérési eredmények értékelése *19*

5. Intézkedési javaslatok *21*

Nyilatkozat

Alulírott, mint a fénytechnikai jellemzők vizsgálója kijelentem, hogy a MARZEK Kner Packaging Kft. (5600 Békéscsaba, Baross u. 9-21.) telephelyén lévő, földszinti helyiségek (Címkegyártás gépterem, Dobozgyártás gépterem, Alapanyagtemperáló, Alapanyag raktár) meglévő világításának világítástechnikai méréseit a vonatkozó szabványokban és rendeletekben foglalt előírásoknak megfelelően végeztem el.

A mérések során fegyelembe vett szabványok: MSZ-EN 12464-1

Budapest, 2022.04.14.

Harmados Nóra
projekt menedzser

1. A mérési feladat ismertetése

1.1. A mérés célja

A MARZEK Kner Packaging Kft. vezetése, a teljes üzemének területén világításkorszerűsítést kíván végrehajtani. Ennek keretében, szeretnék megtudni, hogy az első ütem világítása, megfelel-e a vonatkozó szabványi követelményeknek.

A vizsgált helyiségek:

- Dobozgyártás gépterem,
- Címkegyártás gépterem,
- Alapanyagtemperáló,
- Alapanyag raktár.

1.2. A helyiségekben végzett tevékenység

A helyiségekben, a helyiségek megnevezése ellenére, gyártási feladatokat végeznek, még ott is, ahol „raktár” megnevezés szerepel. A tevékenységhez szükséges látási feladatokat semmi sem akadályozza.

1.3. A mérés módja

A mérés során a helyiségekben a munkaterületen tételesen ellenőriztük a világítástechnikai paramétereket és a pontonkénti mérésekből meghatároztuk az adott munkaterületre vonatkozó átlagos megvilágítás (E_m) és a középegyenletesség (U_0) értékét. A mérés során csak a mesterséges világításra vonatkozó értékeket mértük.

1.4. Mérési pontok meghatározása

A munkaterületen a mérési pontokat az érvényben lévő MSZ EN 12464-1:2012 szabvány előírásai alapján határoztuk meg úgy, hogy a mérési raszterháló méretét a

$$d \leq 0{,}2 * 5^{\log_{10}(p)}$$

összefüggés szerint jelöltük ki, ahol:

d a mérési pontok közötti rasztertávolság (méterben)

p a munkaterület hosszabbik oldala (méterben)

Amennyiben a hosszabb oldalnak a rövidebb oldalhoz viszonyított hányadosa 2 vagy ennél nagyobb, akkor d -t használjuk a terület oldalának méreteként. A mérési pontokat a munkasík

magasságában, azaz 0,85m-en jelöltem ki. A munkaterület méreteiből kiindulva a mérőhálót helyiségenként határoztam meg. A fénytechnikai méréseket a raszterháló minden pontjában elvégeztem, függetlenül attól, hogy az árnyékolt vagy szabad területre esik. A táblázatokban szürkével jelzett cellák pozíciójában akadályoztatás (oszlopok, gépek, raklapok) miatt nem tudtam mérni.

1.5. Általános adatok

Megrendelő:	MARZEK Kner Packaging Kft.
Helyszín:	Békéscsaba, Baros u. 9.
Mérés dátuma:	2022.04.14.
Mérés időpontja:	11:30-19:35
Mérést végző személyek:	Harmados Nóra
A jegyzőkönyvet készítő személy:	Harmados Nóra
Jegyzőkönyv száma:	LUX jkv 103_2022
LUX munkaszám:	1865_2019

1.6. Elektromos táplálás

Átlagos hálózati feszültség a mérés során [V]:	nem mértem
Legkisebb hálózati feszültség a mérés során [V]:	nem mértem
Legnagyobb hálózati feszültség a mérés során [V]:	nem mértem

1.7. Környezeti jellemzők

Környezeti jellemző	**a mérés kezdetekor**	**a mérés végén**
Időjárás:	fedett tér	fedett tér
Hőmérséklet [°C]:	24,2 °C,	24,2 °C
Látási feltételek:	Jó	Jó

1.8. Mérőeszközök

Mérő típusa	Gyártó	Modell	Műszer gyári száma	Kalibrálás dátuma	Tanúsítvány száma
Megvilágítás-mérő	EXTECH Instruments	SDL400	A.048672	2022.04.13.	Testo 221415
Távolságmérő	PeakTech	2802	SN:20A060505	-	-
Hőmérséklet mérő	EXTECH Instruments	SDL400 typ	A.048672	-	-

A mérés során több mérési pont kimaradt mind a raktári mind pedig a csarnok területen a berendezések és a felhalmozott áru miatt.

2. Fénytechnikai mérési jegyzőkönyv

2.1. Címkegyártás gépterem

2.1.1. Mérési pontok távolságának meghatározása

A helyiség méreteiből kiindulva a mérőhálót az alábbiakban határoztuk meg:

rövidebb oldal hossza: 36 m; hosszabb oldal hossza: 52 m

$p = 36$ m

$d \leq 3$ m

2.1.2. A világítótestekre vonatkozó adatok

Lámpatest azonosító:	IBV 870-Inspire 5 ft (~1500mm) MST LinLED CRI90 LO
Lámpatest kora:	új
Rögzítési mód:	zárt szelvényre szerelve
Mennyiség:	223 db
Fénypontmagasság:	4,2m
Egyéb:	IP65
Fényforrás típusa:	LED
Névleges teljesítménye [W]:	57 W
Ténylegesen mért teljesítménye [W]:	nem mértem
Fényforrás kora:	új
Fényterelő típusa:	PMMA bura
Fényáram-szabályozási mód:	nincs

2.1.3. Mérés helyszíne

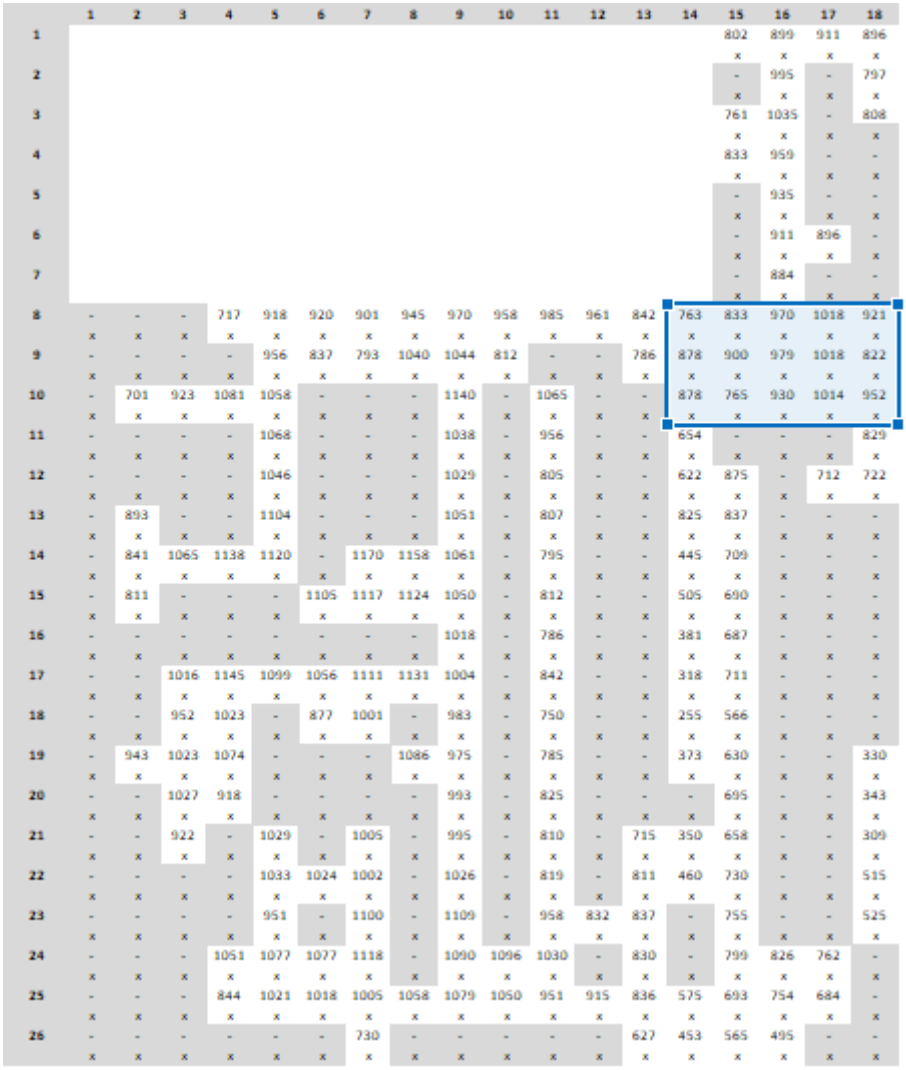
A vizsgált helyiség alaprajzát, a kijelölt mérési helyszínt és a mérési rasztert az alábbi ábra mutatja be.

Boyler hely.
Irroda
Irroda
Irroda
Festék keverő
Irroda
Irroda
Műszaki előtér
Műszaki előtér
Műszaki előtér

2.1.4. Mérési eredmények

A mért értékek lux-ban értendők. A szürkével jelzett pontokon a mérés akadályozva volt.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1															802	899	911	896
															x	x	x	x
2															-	995	-	797
															x	x	x	x
3															761	1035	-	808
															x	x	x	x
4															833	959	-	-
															x	x	x	x
5															-	935	-	-
															x	x	x	x
6															-	911	896	-
															x	x	x	x
7															-	884	-	-
															x	x	x	x
8	-	-	-	717	918	920	901	945	970	958	985	961	842	763	833	970	1018	921
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	-	-	-	-	956	837	793	1040	1044	812	-	-	786	878	900	979	1018	822
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	-	701	923	1081	1058	-	-	-	1140	-	1065	-	-	878	765	930	1014	952
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	-	-	-	-	1068	-	-	-	1038	-	956	-	-	654	-	-	-	829
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	-	-	-	-	1046	-	-	-	1029	-	805	-	-	622	875	-	712	722
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	-	893	-	-	1104	-	-	-	1051	-	807	-	-	825	837	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	-	841	1065	1138	1120	-	1170	1158	1061	-	795	-	-	445	709	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	-	811	-	-	-	1105	1117	1124	1050	-	812	-	-	505	690	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	-	-	-	-	-	-	-	-	1018	-	786	-	-	381	687	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	-	-	1016	1145	1099	1056	1111	1131	1004	-	842	-	-	318	711	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	-	-	952	1023	-	877	1001	-	983	-	750	-	-	255	566	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19	-	943	1023	1074	-	-	-	1086	975	-	785	-	-	373	630	-	-	330
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20	-	-	1027	918	-	-	-	-	993	-	825	-	-	-	695	-	-	343
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
21	-	-	922	-	1029	-	1005	-	995	-	810	-	715	350	658	-	-	309
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
22	-	-	-	-	1033	1024	1002	-	1026	-	819	-	811	460	730	-	-	515
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23	-	-	-	-	951	-	1100	-	1109	-	958	832	837	-	755	-	-	525
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24	-	-	-	1051	1077	1077	1118	-	1090	1096	1030	-	830	-	799	826	762	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
25	-	-	-	844	1021	1018	1005	1058	1079	1050	951	915	836	575	693	754	684	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
26	-	-	-	-	-	-	730	-	-	-	-	-	627	453	565	495	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1															802	899	911	896
															x	x	x	x
2															-	995	-	797
															x	x	x	x
3															761	1035	-	808
															x	x	x	x
4															833	959	-	-
															x	x	x	x
5															-	935	-	-
															x	x	x	x
6															-	911	896	-
															x	x	x	x
7															-	884	-	-
															x	x	x	x
8	-	-	-	717	918	920	901	945	970	958	985	961	842	763	833	970	1018	921
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	-	-	-	-	956	837	793	1040	1044	812	-	-	786	878	900	979	1018	822
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	-	701	923	1081	1058	-	-	-	1140	-	1065	-	-	878	765	930	1014	952
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	-	-	-	-	1068	-	-	-	1038	-	956	-	-	654	-	-	-	829
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	-	-	-	-	1046	-	-	-	1029	-	805	-	-	622	875	-	712	722
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	-	893	-	-	1104	-	-	-	1051	-	807	-	-	825	837	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	-	841	1065	1138	1120	-	1170	1158	1061	-	795	-	-	445	709	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	-	811	-	-	-	1105	1117	1124	1050	-	812	-	-	505	690	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	-	-	-	-	-	-	-	-	1018	-	786	-	-	381	687	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	-	-	1016	1145	1099	1056	1111	1131	1004	-	842	-	-	318	711	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	-	-	952	1023	-	877	1001	-	983	-	750	-	-	255	566	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19	-	943	1023	1074	-	-	-	1086	975	-	785	-	-	373	630	-	-	330
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20	-	-	1027	918	-	-	-	-	993	-	825	-	-	-	695	-	-	343
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
21	-	-	922	-	1029	-	1005	-	995	-	810	-	715	350	658	-	-	309
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
22	-	-	-	-	1033	1024	1002	-	1026	-	819	-	811	460	730	-	-	515
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23	-	-	-	-	951	-	1100	-	1109	-	958	832	837	-	755	-	-	525
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24	-	-	-	1051	1077	1077	1118	-	1090	1096	1030	-	830	-	799	826	762	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
25	-	-	-	844	1021	1018	1005	1058	1079	1050	951	915	836	575	693	754	684	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
26	-	-	-	-	-	-	730	-	-	-	-	-	627	453	565	495	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

A fenti referencia területet vettem alapul az árnyékolások miatt.

E_{atl}=	909lx	E_{min}=	763lx	E_{max}=	1018lx	E_{min}/E_{at}	0,8

2.2. Dobozgyártás gépterem

2.2.1. Mérési pontok távolságának meghatározása

A helyiség méreteiből kiindulva a mérőhálót az alábbiakban határoztuk meg:
rövidebb oldal hossza: 30 m; hosszabb oldal hossza: 48 m

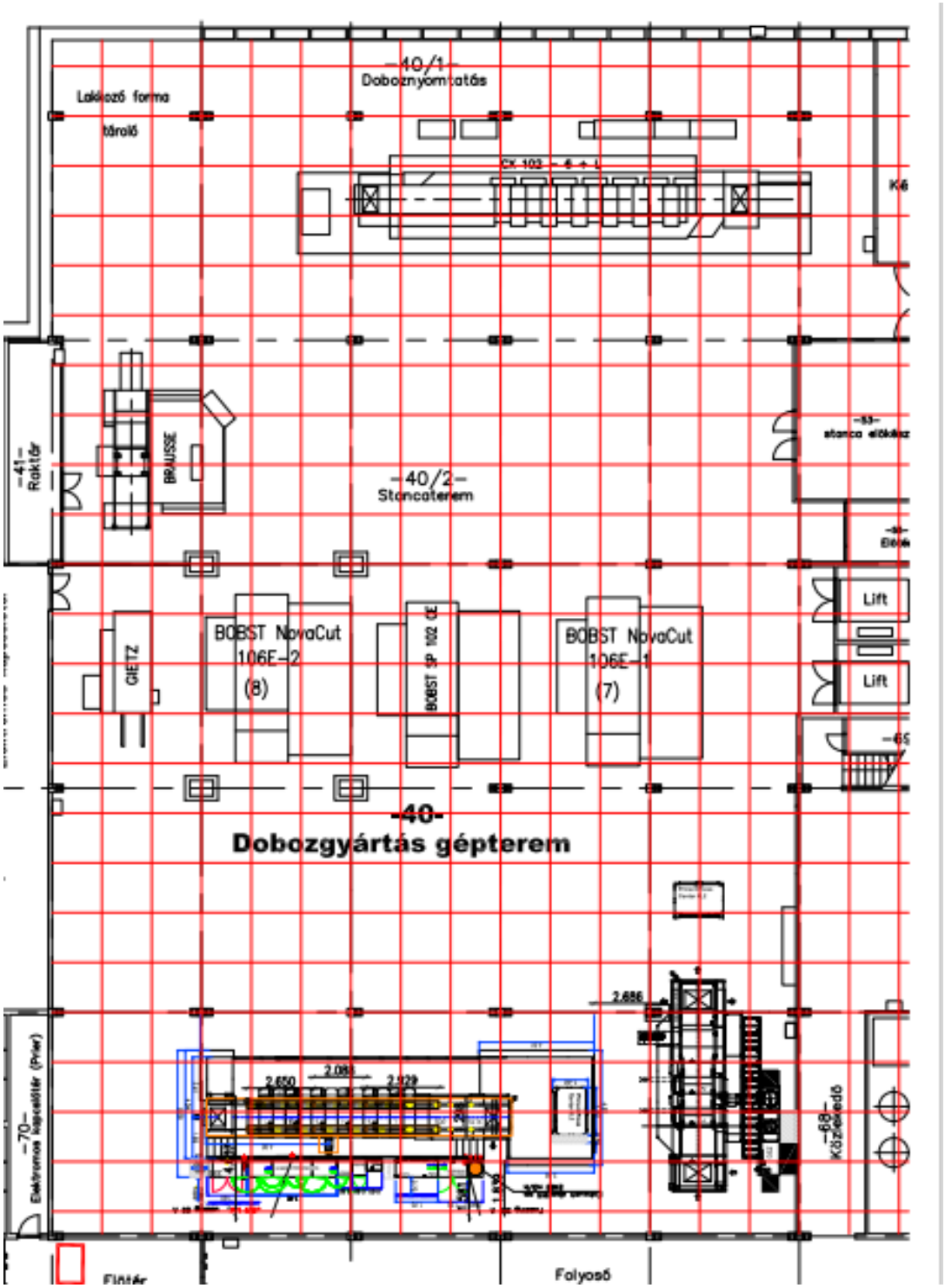
p = 48 m
d ≤ 2 m

2.2.2. A világítótestekre vonatkozó adatok

Lámpatest azonosító:	IBV 870-Inspire 5 ft (~1500mm) MST LinLED CRI90 LO
Lámpatest kora:	új
Rögzítési mód:	zárt szelvényre szerelve
Mennyiség:	245 db
Fénypontmagasság:	4m
Egyéb:	IP65
Fényforrás típusa:	LED
Névleges teljesítménye [W]:	57 W
Ténylegesen mért teljesítménye [W]:	nem mértem
Fényforrás kora:	új
Fényterelő típusa:	PMMA bura
Fényáram-szabályozási mód:	nincs

2.2.3. Mérés helyszíne

A vizsgált helyiség alaprajzát, a kijelölt mérési helyszínt és a mérési rasztert az alábbi ábra mutatja be.



2.2.4. Mérési eredmények

A mért értékek lux-ban értendők. A szürkével jelzett pontokon a mérés akadályozva volt.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	724	751	732	787	784	759	718	614	651	635	600	630	613	570	742
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	902	858	-	906	1064	-	-	-	-	-	-	-	-	-	581
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	992	1062	-	-	1085	-	-	-	-	-	-	-	-	-	626
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	985	1126	1014	1134	1105	992	-	-	-	-	-	-	-	-	703
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	989	980	920	872	1012	955	-	-	-	-	-	-	-	-	596
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	983	920	872	1012	955	943	913	902	942	1025	964	985	951	818	515
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	760	858	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	913		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
8	543	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	871		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
9	534	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1105		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
10	537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	983		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	976		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
12	846	663	749	981	895	965	1000	1006	974	972	1047	1061	989	969	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
13	816	758	-	-	705	-	-	-	-	-	-	-	918	-	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
14	-	-	-	903	719	-	-	-	-	-	-	-	1057	1077	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
15	-	-	-	-	893	-	-	-	-	-	-	894	1064	886	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
16	-	-	-	-	914	-	-	-	-	-	-	886	1018	918	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
17	-	876	-	-	923	-	-	-	-	-	1017	1077	932		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
18	-	1024	1006	917	1071	1058	892	1066	1122	1056	1140	1130	1013	1064	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
19	636	1025	818	985	1254	949	813	1072	1244	1455	1315	1118	-	880	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
20	-	1008	-	-	-	-	-	-	-	-	1138	1089	1148		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
21	852	1014	774	541	534	534	536	531	542	546	881	1027	1057		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
22	810	969	910	807	831	805	825	807	897	935	1002	991	902		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
23	855	968	-	-	-	-	-	-	-	-	-	924	885		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
24	864	753	-	-	-	-	-	-	-	-	-	844	-		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
25	876	662		-	-	-	-	-	-	-	772	742	938		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
26	719	587		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

E_{atl}=	891lx	E_{min}=	531lx	E_{max}=	0lx	E_{min}/E_{at}	0,60

2.3. Alapanyagtemperáló

2.3.1. Mérési pontok távolságának meghatározása

A helyiség méreteiből kiindulva a mérőhálót az alábbiakban határoztuk meg:
rövidebb oldal hossza: 15 m; hosszabb oldal hossza: 20 m

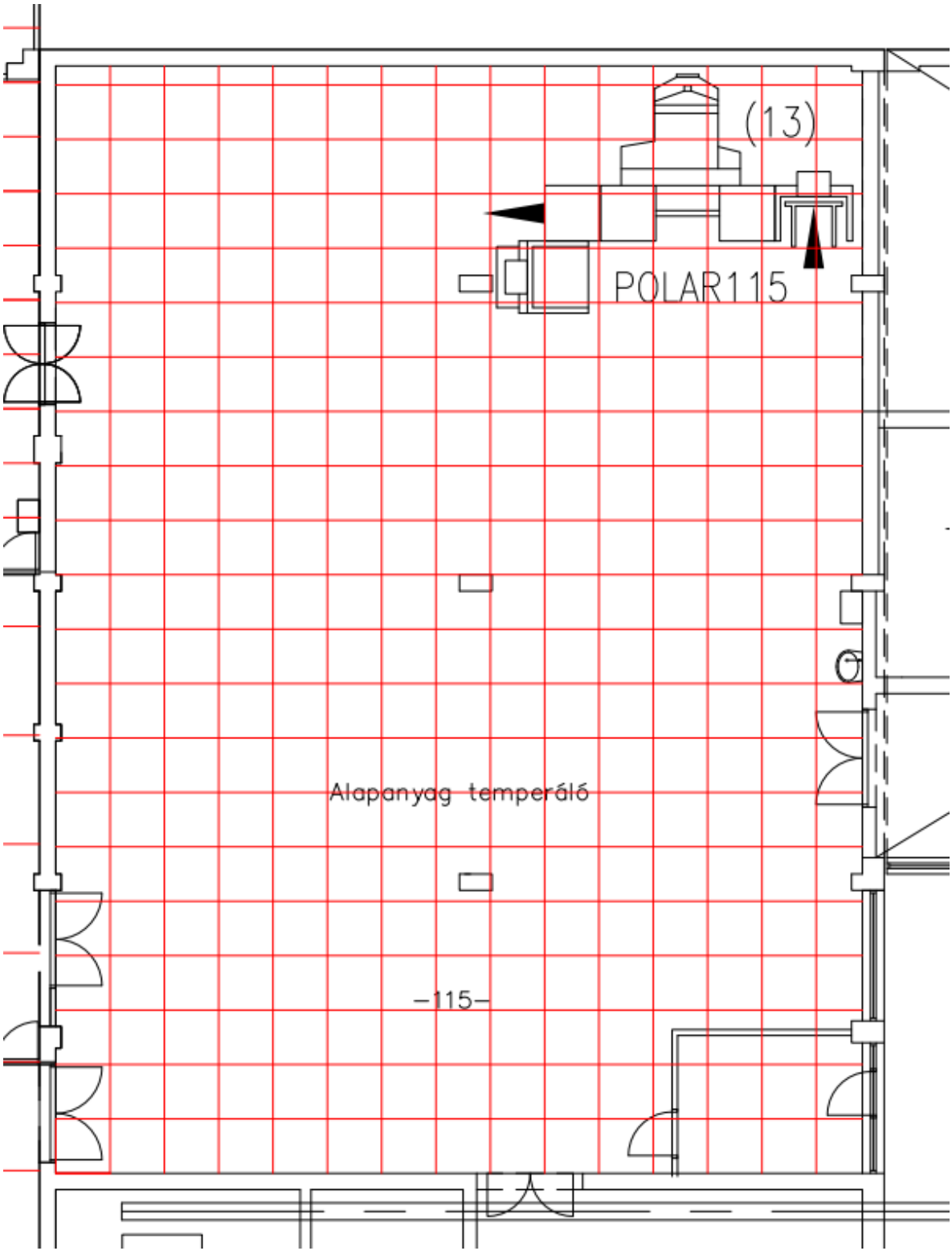
p = 20 m
d ≤ 1 m

2.3.2. A világítótestekre vonatkozó adatok

Lámpatest azonosító:	IBV 870-Inspire 5 ft (~1500mm) MST LinLED CRI90 LO
Lámpatest kora:	új
Rögzítési mód:	mennyezetre szerelve
Mennyiség:	17 db
Fénypontmagasság:	3,05 m
Egyéb:	IP65
Fényforrás típusa:	LED
Névleges teljesítménye [W]:	57 W
Ténylegesen mért teljesítménye [W]:	nem mértük
Fényforrás kora:	új
Fényterelő típusa:	PMMA bura
Fényáram-szabályozási mód:	nincs

2.3.3. Mérés helyszíne

A vizsgált helyiség alaprajzát, a kijelölt mérési helyszínt és a mérési rasztert az alábbi ábra mutatja be.



2.3.4. Mérési eredmények

A mért értékek lux-ban értendők. A szürkével jelzett pontokon a mérés akadályozva volt.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	325	237
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	-	-	607	582	620	-	589	539	594	-	-	-	384	238
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	-	-	602	591	627	-	558	-	-	-	-	-	-	224
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	304	-	512	520	542	-	-	447	-	-	-	-	391	302
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	321	368	446	443	439	371	342	422	507	609	652	621	526	372
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	368	444	523	550	584	600	547	546	529	564	527	555	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	-	378	-	-	-	-	-	-	505	457	578	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	-	289	-	-	-	-	-	-	394	338	517	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	-	199	-	-	-	-	-	-	302	247	421	-	322	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	-	198	-	-	-	-	-	-	273	427	393	-	251	203
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	-	272	-	-	-	-	-	-	523	554	461	365	391	233
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	-	377	-	-	-	-	-	-	437	411	396	299	441	208
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	-	375	-	-	-	-	-	-	-	-	428	533	260	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	-	249	-	-	-	-	-	-	-	-	349	480	303	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	-	154	-	-	-	-	-	-	-	-	288	341	284	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	214	239	275	255	270	269	267	239	198	336	347	312	413	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	385	413	423	451	415	392	391	379	353	418	361	482	535	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	247	302	-	-	-	-	-	431	500	-				
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
19	202	-	-	-	-	-	-	352	427	188				
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				

E_{atl}=	384lx	E_{min}=	260lx	E_{max}=	535lx	E_{min}/E_{at}	0,68

2.4. Alapanyag raktár

2.4.1. Mérési pontok távolságának meghatározása

A helyiség méreteiből kiindulva a mérőhálót az alábbiakban határoztuk meg:
rövidebb oldal hossza: 12 m; hosszabb oldal hossza: 44 m

p = 12 m
d ≤ 1 m

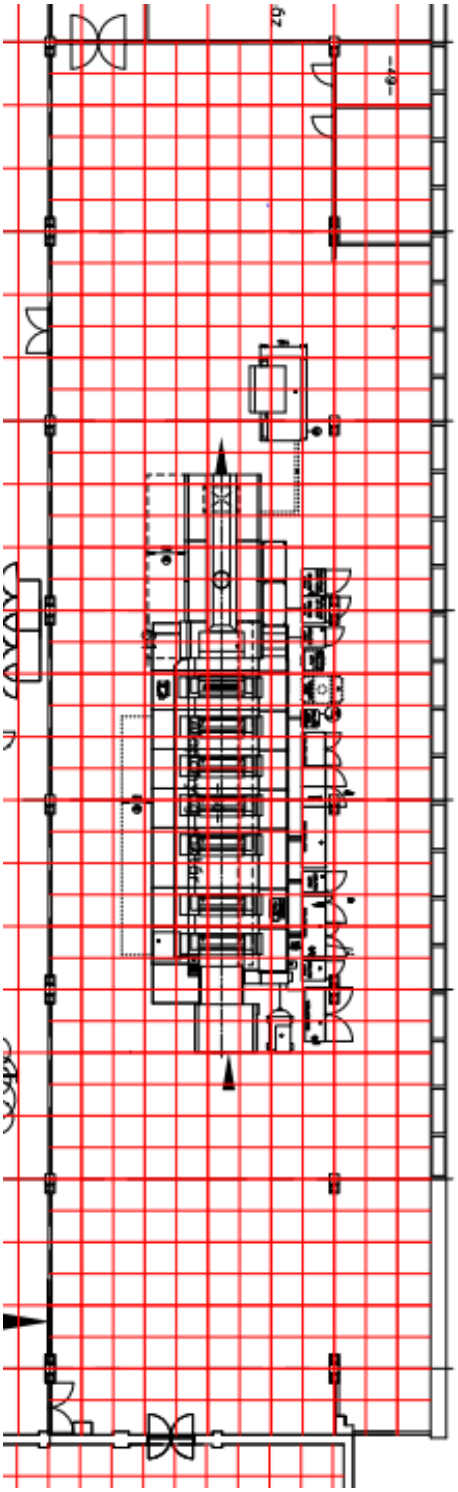
2.4.2. A világítótestekre vonatkozó adatok

Lámpatest azonosító:	IBV 870-Inspire 5 ft (~1500mm) MST LinLED CRI90 LO
Lámpatest kora:	új
Rögzítési mód:	mennyezetre szerelve
Mennyiség:	71 db
Fénypontmagasság:	4,2 m
Egyéb:	IP65
Fényforrás típusa:	LED
Névleges teljesítménye [W]:	57 W
Ténylegesen mért teljesítménye [W]:	nem mértük
Fényforrás kora:	új
Fényterelő típusa:	PMMA bura
Fényáram-szabályozási mód:	nincs

2.4.3. Mérési eredmények

2.4.4. Mérés helyszíne

A vizsgált helyiség alaprajzát, a kijelölt mérési helyszínt és a mérési rasztert az alábbi ábra mutatja be.



2.4.5. Mérési eredmények

A mért értékek lux-ban értendők. A szürkével jelzett pontokon a mérés akadályozva volt.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	706	882	974	1003	980	931	897	850	750			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
2	-	-	992	1034	1013	967	896	773	659			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
3	-	935	1035	1035	965	876	827	709	-			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
4	860	957	1001	-	-	-	-	-	-			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
5	-	906	1007	-	-	-	-	-	-			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
6	947	1038	1004	-	-	-	-	-	-			
	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
7	787	963	1085	1120	-	-	-	-	-	-	703	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	-	980	1029	-	-	-	-	902	804	822	699	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	-	975	1006	-	-	-	-	961	775	760	698	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	-	963	1073	1117	1021	1127	-	-	-	759	710	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	928	975	1036	1105	1050	1003	900	-	-	728	709	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	-	940	1044	1065	910	731	675	686	718	664	596	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	-	877	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	-	908	-	-	-	-	-	-	-	664	996	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	-	858	-	-	-	-	-	-	-	545	596	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	-	889	-	-	-	-	-	-	-	504	614	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	-	894	-	-	-	-	-	-	-	-	687	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	-	907	-	-	-	-	-	-	-	-	690	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19	-	867	-	-	-	-	-	-	-	-	619	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20	-	852	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
21	-	851	-	-	-	-	-	-	-	506	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
22	-	910	-	-	-	-	-	-	-	565	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23	-	937	-	-	-	-	-	-	-	-	621	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24	-	909	-	-	-	-	-	-	-	-	621	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
25	-	888	-	-	-	-	-	-	-	-	516	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
26	-	874	-	-	-	-	-	-	-	-	505	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
27	-	854	-	-	-	-	-	-	-	-	514	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
28	-	719	-	-	-	-	-	-	-	-	553	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
29	-	893	934	-	-	-	-	-	-	625	593	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
30	-	901	992	-	-	-	-	-	-	596	561	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
31	-	932	973	907	948	-	-	-	-	503	660	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
32	-	920	959	932	770	-	-	-	-	556	617	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
33	-	902	985	979	867	-	-	-	-	589	557	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
34	-	967	1005	967	894	928	746	753	-	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
35	-	920	1024	968	926	878	745	852	756	716	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
36	-	936	1005	1093	-	-	-	-	-	739	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
37	-	905	999	998	-	-	-	-	-	729	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
38	-	-	983	1015	-	-	-	-	-	666	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
39	-	-	921	997	-	-	-	-	-	650	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
40	-	-	862	1001	931	-	-	-	-	510	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
41	-	-	733	814	875	771	-	-	-	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
42	-	-	-	732	736	719	660	575	-	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
43	-	-	-	678	680	681	593	505	-	-	-	-
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

E_{atl}=	837lx	E_{min}=	503lx	E_{max}=	1127lx	E_{min}/E_{at}	0,60

3. Mérési eredmények értékelése

A mérési eredményeket az MSZ EN 12464-1:2012 szabvány 5.21.1.sz. (Leszabás, aranyozás, domborítás, klisékészítés, köveken és nyomólemezeken végzett munka, nyomdagépek, matricakészítés), és az 5.21.2. sz. táblázata (Papírválogatás és kézi nyomás) alapján értékeltem. A csarnokokban a rendszeres átrendezés miatt – az egész területet egyenletesen ($U_0 \geq 0{,}60$) kell megvilágítani az 5.21.1. sz táblázatban foglalt Em ≥ 500 értékekkel.

5.21. táblázat: Ipari tevékenységek és szakmák. Nyomdászat

Hiv. szám	A terület jellege, a feladat vagy tevékenység	$\bar{E}m$ (lx)	UGR_L	U_0	R_a	Egyedi követelmények
5.21.1.	Leszabás, aranyozás, domborítás, klisékészítés, köveken és nyomólemezeken végzett munka, nyomdagépek, matricakészítés	500	19	0,60	80	
5.21.2.	Papírválogatás és kézi nyomás	500	19	0,60	80	

Mindezek alapján a mérési eredmények értékelését az alábbi táblázatok tartalmazzák:

1. táblázat: Címkegyártás gépterem értékelése egyedi igény alapján

Vizsgált paraméter	Előírás	Mért vagy számított érték	Minősítés	Megjegyzés
Megvilágítás karbantartási értéke (E_m)	500 lx	909 lx	MEGFELELŐ	Beruházó által, a szabványtól eltérően, magasabb megvilágítási szint az elvárt
Káprázási mutatószám (UGR_L)	19	nem mértük	mérés alapján nem minősíthető	Lámpatest katalógus már nem elérhető
Középegyenletesség (U_0)	0,6	0,8	MEGFELELŐ	
Színvisszaadási index (R_a)	5000	4923	MEGFELELŐ	

2. táblázat: Dobozgyártó gépterem értékelése egyedi igény alapján

Vizsgált paraméter	Előírás	Mért vagy számított érték	Minősítés	Megjegyzés
Megvilágítás karbantartási értéke (E_m)	500 lx	891 lx	MEGFELELŐ	Beruházó által, a szabványtól eltérően, magasabb megvilágítási szint az elvárt
Káprázási mutatószám (UGR_L)	19	nem mértük	mérés alapján nem minősíthető	Lámpatest katalógus már nem elérhető
Középegyenletesség (U_0)	0,6	0,6	MEGFELELŐ	
Színvisszaadási index (R_a)	5000	4923	MEGFELELŐ	

3. táblázat: Alapanyagraktár értékelése egyedi igény alapján

Vizsgált paraméter	Előírás	Mért vagy számított érték	Minősítés	Megjegyzés
Megvilágítás karbantartási értéke (E_m)	500 lx	837 lx	MEGFELELŐ	Beruházó által, a szabványtól eltérően, magasabb megvilágítási szint az elvárt
Káprázási mutatószám (UGR_L)	19	nem mértük	mérés alapján nem minősíthető	Lámpatest katalógus már nem elérhető
Középegyenletesség (U_0)	0,6	0,6	MEGFELELŐ	
Színvisszaadási index (R_a)	5000	4923	MEGFELELŐ	

4. táblázat: Alapanyag temperáló értékelése egyedi igény alapján

Vizsgált paraméter	Előírás	Mért vagy számított érték	Minősítés	Megjegyzés
Megvilágítás karbantartási értéke (E_m)	300 lx	384 lx	MEGFELELŐ	Gépek felett helyi megvilágítással biztosítják a megfelelő megvilágítási szintet.
Káprázási mutatószám (UGR_L)	19	nem mértük	mérés alapján nem minősíthető	
Középegyenletesség (U_0)	0,6	0,68	MEGFELELŐ	
Színvisszaadási index (R_a)	5000	4923	MEGFELELŐ	

4. Intézkedési javaslatok

A mérési eredmények alapján további intézkedés nem vált szükségessé.

Budapest, 2022. április 14.

A jegyzőkönyvet összeállította és hitelesítette:

Harmados Nóra
project-menedzser

Touch the Flicker

Measurement compliant with the **EU ECODESIGN DIRECTIVE** requirements

GL **SPECTIS 1.0 Touch + Flicker**

Precise device to measure Flicker Index along with the colorimetric and photometric parameters.

THE REVISED DIRECTIVE OF THE EUROPEAN COMMISSION ON ECODESIGN FOR LIGHT SOURCES, INTRODUCES NEW REQUIREMENTS FOR LIGHT FLICKER INDICATORS:

- **PstLM**
- **SVM**

WHAT IS FLICKER?

- Flicker is the perception of temporal changes in the light output (luminance flicker) or color (chromatic flicker) of the light
- Part of a broader problem termed Temporal Light Artifacts (TLA) that include:
  – Stroboscopic Effect that appears when an object with continuous motion is illuminated with a flickering light source
  – Phantom array occurs when we make a saccade (fast eye movements) and the image of the fluctuating light source is transited across the retina

WHY MEASURE FLICKER?

- Flicker frequencies from a few Hz to 70-100 Hz can be perceived by humans
- Long exposure to light flicker causes headaches, migraines, increases eye strain and attention distraction
- Flicker impacts workplace comfort and effectiveness while reducing visual task performance and productivity

WHAT IS MEASURED?

- New Ecodesign Directive introduced: PstML and SVM
- IESNA has defined two primary quantities used to characterize flicker:
  - Flicker Index
  - Flicker Percentage
- Fundamental flicker frequency is also commonly captured

MADE IN EUROPE

GL Optic devices are manufactured in the EU and sold and serviced world wide.

GL OPTIC Light quality control

office@gloptic.com
www.gloptic.com

Touch the Flicker

GL **SPECTIS 1.0 Touch + Flicker** – the latest innovation from GL Optic, integrates the accurate measurement of light flicker with all the measurement quantities of the GL **SPECTIS 1.0 Touch.** Flicker quantification is accomplished with a combination of photodiodes, high speed analog circuits, and high sample rate analog to digital (A/D) converters.

SPECTROMETER AND PHOTODIODE MEASUREMENT

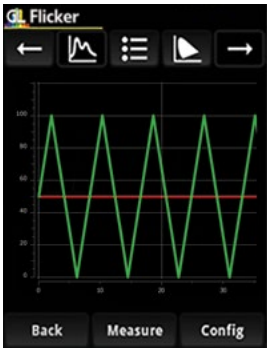
GL Optic spectrometers are predominantly designed and preconfigured for light measurement. The B class cosine corrected measurement head is a standard accessory allowing for the proper measurement of light.

With the addition of a separate, dedicated photodiode and real-time data processing, they measure flicker as well.

SIMPLE PERIODIC WAVEFORM PROPERTIES AND FLICKER METRICS

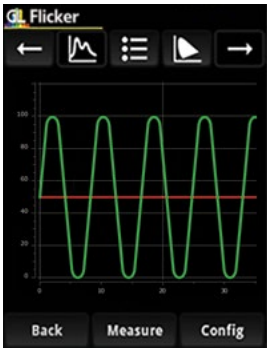
TRIANGLE WAVEFORM SHAPE

- Flicker Percent = 100%
- Flicker Index = 0.250
- Flicker Frequency 100 Hz



SINE WAVEFORM SHAPE

- Flicker Percent = 100%
- Flicker Index = 0.318
- Flicker Frequency 100 Hz



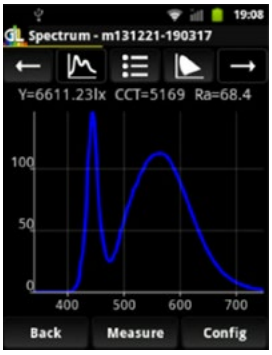
SQUARE WAVEFORM SHAPE

- Flicker Percent = 100%
- Flicker Index = 0.500
- Flicker Frequency 100 Hz

INTEGRATED FLICKER AND ILLUMINANCE SPECTRORADIOMETRIC MEASUREMENT INSTRUMENT

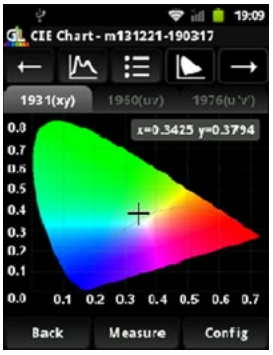
SPECTRUM

The calibrated spectroradiometer provides Spectral Power Distribution curves that are the basis for all the photometric and colorimetric calculations.



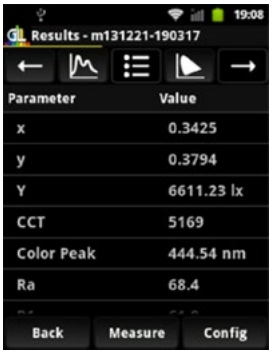
COLOR

Various CIE Chromaticity Charts and calculated color coordinates help the user to check the light color output.



VALUE

It displays high accuracy illuminance measurements and includes all the key photometric and colorimetric values directly on the screen such as:
lx, fc, x,y, color coordinates,
CCT, CRI and radiometric scaling.



SYSTEM CONFIGURATION AS REQUIRED BY EU ECODESIGN DIRECTIVE

GL AUTOMATION

Intelligent management software for peripheral devices, allows, **in a simple and intuitive way, to create measurement scripts.**

GL SPECTROSOFT

Comprehensive measuring software for fast spectral analysis **– it measures, calculates, verifies and creates reports for every parameter.**

Network interference generator
AC-WAVEFORM GENERATOR GL 750VA_M7622

It simulates mains voltage disturbances, based on pre-saved programme. These programmes were created basing on the document IEC / TR 61547-1 which defines the PstLM parameter. The generator **allows to create fully automatic product testing process for PstLM.**

GL SPECTIS 1.0 Touch + Flicker

KEY FEATURES:

- Compact, portable, solidly built
- Intuitive, color LCD touch screen user interface
- Laboratory grade accuracy and repeatability
- Dark current and temperature compensation
- Automatic accessory detection and calibration loading
- Use standalone, or in conjunction with system accessories

INCLUDES:

- Certificate of calibration to reference standard
- Cosine-corrected standard diffuser head (illuminance)
- Versatile interfaces: USB, SD card
- Remote trigger socket
- Universal mount for tripod or optical bench use
- Rugged case, charger, cable

EU ECODESIGN DIRECTIVE

The revised regulation of the European Commission on Ecodesign for light sources introduces new requirements for light flicker indicators – PstLM and SVM.

PstLM stands for Short Term Perceptibility for light modulation, which determines the resistance of the light source power supply system to network disturbances. PstLM = 1 means 50% chance that the Observer will detect Flicker. **Ecodesign Directive require PstLM ≤ 1.**

SVM stands for Stroboscopic Visibility Measure - new parameter, determining the occurrence probability of the strobe effect. The strobe effect visibility threshold is SVM ≥ 1. With SVM ≤ 1 the strobe effect will not be visible to the Observer. **Ecodesign Directive requires to obtain SVM value of ≤ 0.9. before 01/09/2024 and after this date, an SVM threshold of SVM≤ 0.4 applies.**

To perform a Flicker measurement according to Ecodesign requirements the meter with an appropriate measuring range is not enough. It is essential to create appropriate power conditions.

PstLM determines the resistance to network interference and, therefore, appropriate simulation of such disturbances must be created under laboratory conditions. For this purpose, it is necessary to use programmable AC-WAVEFORM GENERATOR GL 750VA_M7622, which generates the signals with appropriate resolution and speed.

To make such measurement even faster, GL AUTOMATION software will easily and quickly allow to create a script that will carry out the entire measurement.

office@gloptic.com
www.gloptic.com

GL **SPECTIS 1.0 Touch + Flicker**

SPECTRAL PARAMETERS AND FLICKER METRICS

FLICKER MEASUREMENT		
Measuring signal frequency range	0.1 Hz to 12.5 kHz	
Sampling rate	125 kHz (10x max. measured frequency)	
Flicker illuminance	0.1 lx – 15 000 lx	
Calculated parameters	▪ **Flicker frequency** ▪ **Flicker Index** ▪ **Flicker percentage** ▪ **SVM** (Stroboscopic Visibility Measure) ▪ **PstLM** (Short Term Perceptibility for light modulation) – available only with the GL Spectrosoft PRO/LAB ▪ **SAM** (Stroboscopic Acceptability Metric), ▪ **Mp** (also referred to LRC Flicker Perception), ▪ **VESA** (Video Electronics Standards Association), ▪ **JEITA** (Japan Electronics and Information Technology Industries Association), ▪ **Flicker and FFT chart are available**	
SPECTRAL PARAMETERS		
Spectral range	340 – 780 nm	
Illuminance	10 – 100 000 lx	for white LED
	0.01 – 100 000 lx	Available with optional GL **SALLI Diffuser**
Luminous flux	Available with optional GL **OPTI SPHERE**	
Luminance	Available with optional GL **OPTI PROBE**	
Luminous intensity	Calculated in GL **SPECTROSOFT**	
Physical resolution	~ 1.7 nm	
Wavelength reproducibility	0.5 nm	
TECHNICAL DATA SHEET		
Flicker sensor	high-speed photodiode, V(λ) correction class B	
Spectral sensor	CMOS image sensor	
Number of pixels	256	
Integration time	10 ms – 10 s	
A/D conversion	16 bits	
Signal to noise ratio	1000:1	
Cosine correction	Class B according to DIN 5032 Part 7	
Stray light	2*10E-3	
Spectroradiometric accuracy	< 3 %	
Measurement uncertainty of color coordinates (x.y)	0.0015	
Display full color	240x320 px	
PC interface	USB 2.0 standard	
Micro SD card	4GB	
Power	lithium-ion battery 1400 mAh	
Power consumption	600 mA	
Power supply	Input: AC 100-240V 50/60 Hz 0.15 A Output: 5 V-1 A	
Ambient temperature	5 – 35°C	
Dimensions	74.5 mm x 145.5 mm x 36.6 mm	
Weight	315 g (< 1 pound)	

GL **SALLI**

A diffuser that uses two sensors for the measurements of illuminance low levels.

The GL **SALLI** adapter enables the use of two measuring systems. It provides angular correction for the spectroradiometer and a photodiode what enables a simultaneous measurement with both sensors.

CONTACT US:

POLAND

GL OPTIC Polska Sp. z o.o. Sp.k
ul. Poznańska 70
62-040 Puszczykowo
Polska

Phone: +48 61 819 40 03
E-mail: office@gloptic.com
www.gloptic.com

GERMANY

GL OPTIC LICHTMESSTECHNIK GMBH
Tobelwasenweg 24
73235 Weilheim / Teck
Germany

Phone: +49 7023 9504 0
Fax: +49 7023 9504 837
E-mail: office@gloptic.com

FRANCE

JUST NORMLICHT FRANCE SÀRL
3, Rue Louis Pasteur
67240 Bischwiller
France

Phone: +33 (0) 3 8806 2822
Fax: +33 (0) 3 8806 2823
E-mail: info@just-normlicht.fr

USA

JUST NORMLICHT INC.
2000 Cabot Blvd. West Suite 120
Langhorne, PA 19047-2408
United States

Phone: +1 267 852-2200
Fax: +1 267 852-2207
E-mail: sales@justnormlicht.com

200829.4

K_2021/0058

Labor
1 ev

GL OPTIC
Light quality control

GL OPTIC Polska Sp. z o.o. Sp.k., Poznańska 70, PL 62-040 Puszczykowo

CALIBRATION CERTIFICATE

Date of issue: *22 December 2021* Certificate No: GLC3782021

OBJECT OF CALIBRATION	GL Spectis 1.0 T + Flicker VIS S/N: Xtfb010774/18K01584 Measuring probes: STANDARD DIFFUSER: GLD180504 Range: 340-780 nm
APPLICANT	IBV Hungária Kft. Csanyi út 71 6100 Kiskunfélegyháza HUNGARY
CALIBRATION METHOD	Calibration was performed by direct comparison with the use of standard of spectral irradiance: Quartz halogen lamp FEL 120C S/N 210001 Calibration Report: VNIIOFI No. RU 03 No.430/21 dated 17.05.2021
ENVIRONMENTAL CONDITIONS	Temperature 23°C +/- 0.5°C Relative humidity 45%
DATE OF CALIBRATION	22 December 2021
RECOMMENDED RECALIBRATION	December 2022
TRACEABILITY	This certificate provides traceability of measurement results to the standards maintained in VNIIOFI (Moscow)
CALIBRATION RESULTS	The results have been saved in calibration file: 1110-A5076BBD799.cfg The relative expanded measurement uncertainty is: 3.2%
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	Uncertainty of measurement has been evaluated in compliance with EA-4/02 M:2013. The expanded uncertainty assigned corresponds to a coverage probability of 95 % and the coverage factor k = 2

LABORATORY GL OPTIC APPROVED

Calibrated by:

Jan Lalek, Jr

Test Engineer

p.p. M. Alwarska

Verified by:

Marcin Pelko

Head of Laboratory

12. sz. melléklet