

The background features a complex pattern of thin, yellow, curved lines that originate from a central point on the left and fan out towards the right, creating a sense of motion and depth. The lines are set against a solid dark blue background.

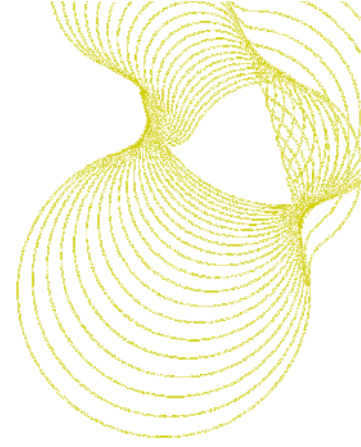
bre

Fénycsatornák tesztelése

Készült: Chris Taffs
marketingigazgató
Syneco Ltd
megbízásából

2012. augusztus 14.

Tesztjelentés száma: 280962



Készítette

Név Dr. Paul Littlefair és Dr. Cosmin Ticleanu
Pozíció fő világítási szakértő / vezető világítási szakértő
Dátum 2012. augusztus 14.
Aláírás

A BRE nevében elfogadta:

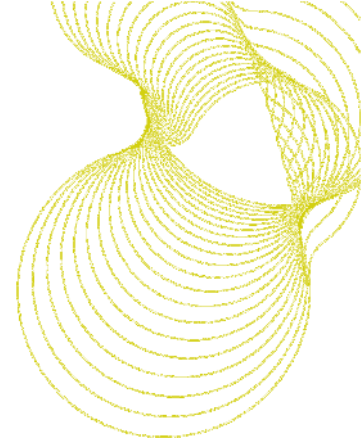
Név Dr. Andy Dengel
Pozíció társigazgató, Környezetvédelmi Értékelés
Dátum 2012. augusztus 14.
Aláírás

BRE
Garston
WD25 9XX
T + 44 (0) 1923 664000
F + 44 (0) 1923 664010
E
enquiries@bre.co.uk
www.bre.co.uk

Ezt a jelentést kizárólag teljes terjedelmében, a szerződési feltételeknek megfelelően szabad terjeszteni. A teszt eredményei kizárólag a vizsgált elemekre vonatkoznak. A BRE nem tartozik felelősséggel a vizsgált elemek, illetve a termék kialakításáért, a benne használt anyagokért, a termék kidolgozásáért vagy teljesítményéért. A jelentés nem szolgál a vizsgált termék jóváhagyására, tanúsítására vagy hitelesítésére.

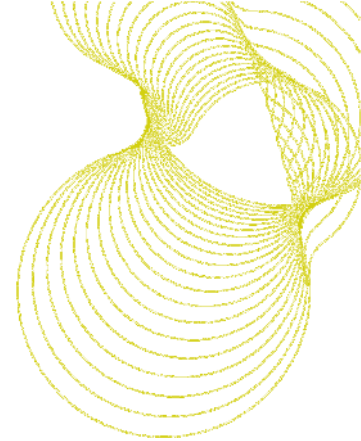
A jelentés a BRE nevében készült. A jelentés átvételével és az az alapján történő döntéssel az ügyfél – vagy bármely, a jelentésre támaszkodó harmadik fél – elfogadja, hogy személyesen senki nem tartozik szerződéses felelősséggel a jogszabályban előírt feladatok megszegése, illetve károkozás esetén (beleértve a gondatlanságot).

Tesztjelentés száma: 280962
Kereskedelmi szempontból bizalmas



Tartalom

1	Bevezetés	4
2	Az elvégzett tesztek részletei	5
2.1	A vizsgálódoboz használata	5
2.2	Felhős égbolt alatt végzett mérések	7
3	Teszteredmények	9
4	Összegzés	12
	„A” függelék – Mérési hibák	13



1 Bevezetés

A BRE-t a Syneco bízta meg azzal, hogy mérje meg négy különböző fénycsatorna fényáteresztési képességét. A fénycsatornákat az 1. táblázatban listáztuk.

Minta	Gyártmány	Típus	Átmérő	Tényleges hossz
1	Solarspot	Solarspot D-38, dupla üveges felső kupola, Convax lencse	380 mm	2,28 m
2	Solarspot	Solarspot D-38, szimpla üveges felső kupola, Convax lencse nélkül	380 mm	2,28 m
3	Monodraught	Sun Pipe 450, dupla üveges fényszóró	450 mm	2,28 m
4	Solatube	Brighten Up 290 DS, dupla üveges fényszóró és kupolareflector	350 mm	2,28 m

1. táblázat A vizsgált fénycsatornák listája

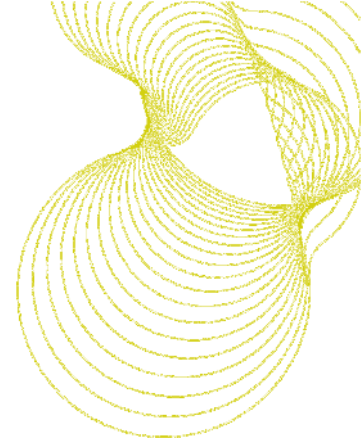
Minden fénycsatornán szimpla üveges kupola volt, kivéve, ahol ezt külön jeleztük. A Solarspot fénycsatornák szimpla üveges fényszóróval voltak ellátva.

A fénycsatornák vizsgálatát felhős időjárási körülmények között kellett elvégezni.

A vizsgálathoz a fénycsatornákat Chris Taffs (Syneco) biztosította és szerelte össze. Minden fénycsatorna 2,28 méter hosszú volt, ez a hossz a csatorna látható ezüst felületére vonatkozik, nem tartalmazza a kupolába és a fényszóróba átnyúló részeket. Minden fénycsatornát úgy vizsgáltunk, hogy a felső kupola és az alsó fényszóró a helyén volt, így a fényáteresztési tényezők megegyeztek egy teljes rendszer jellemzőivel.

A Solarspot fénycsatornák beépített RIR fényszórókkal rendelkeztek, amelyek kialakításukból adódóan az alacsony szögben érkező napsugarakat is összegyűjtik. A Sun Pipe rendszerben gyémánt alakú kupolát használtak, a Solatube rendszer pedig Fresnel lencsékkel ellátott tetőkupolával és beépített Light Tracker fényszóróval érkezett.

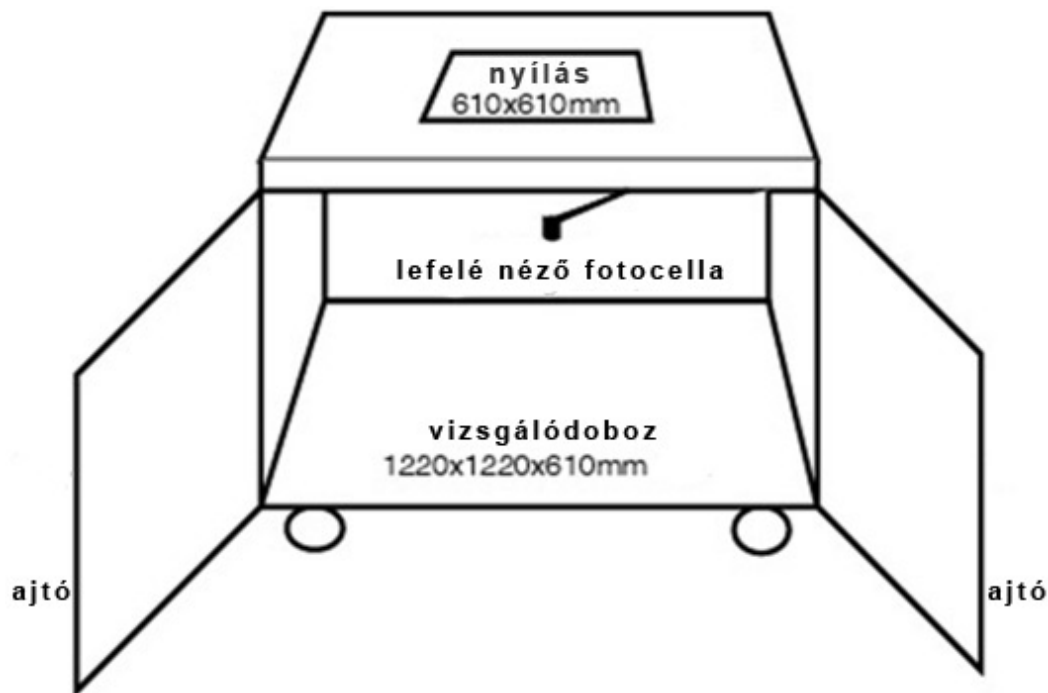
A T jelölésű fényáteresztési tényező kiszámításához elosztottuk a fénycsatorna rendszer által kibocsátott fényt a csatornába bemenő fény mennyiségével. A rendszerből távozó teljes fény mennyiségét „F”-fel jelöltük, mértékegysége lumen, és az $F = E \times T \times A$ képlettel számoltuk, ahol „A” a nyílás területe (πr^2 egy kör alakú fénycsatorna esetén) és „E” a fénycsatorna tetején mért megvilágítás (egy függőleges csatorna természetes fényvel való globális, horizontális megvilágítása). Adott időjárási körülmények között a fénycsatorna teljes fénykimenete a fénycsatorna metszetétől, valamint a fényáteresztéstől is függ. Összességében egy 380 mm átmérőjű cső több fényt engedne át, mint egy ugyanolyan fényáteresztési képességű, de 350 mm átmérőjű csatorna. A paraméterként használt fényáteresztő képesség lehetővé teszi, hogy objektíven hasonlítsuk össze a különböző átmérőjű fénycsatornák hatékonyságát.



2 Az elvégzett tesztek részletei

2.1 A vizsgálódoboz használata

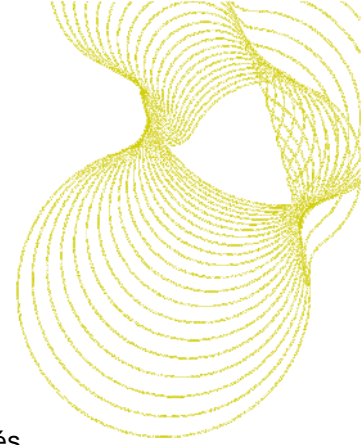
A fény számos különböző irányban hagyhatja el a fénycsatornát. Az összes fény begyűjtése és mérése érdekében a vizsgálódobozban egy fotocellát használtunk ('BRS integrált égbolt fénymérő'). A belül mattfehérre festett doboz az 1. ábrán látható.



1. ábra A mérésekhez használt vizsgálódoboz. Használat közben az ajtók zárva vannak.

Használat közben a doboz ajtajai zárva vannak, a bemenő fényt a Lichtmesstechnik Pocket Lux LMT megvilágításmérőre szerelt színes, koszinusz-korrigált fotocella méri. A fotocella lefelé néz, így minden irányból begyűjti a dobozban elszórtan visszatükrözött fényt.

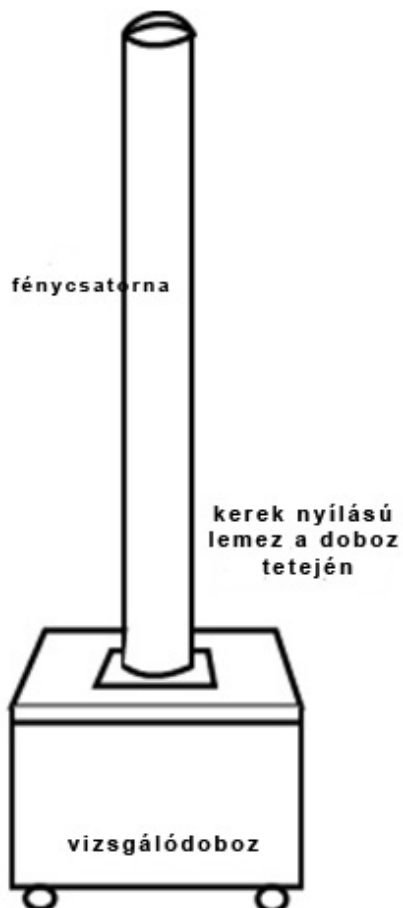
A dobozt általában a tetőablakok szórt fényáteresztő képességének mérésére használjuk. A fotocella megvilágítását először úgy mérjük, hogy a doboz felső nyílása nyitva van. Ezután a nyílás fölé helyezünk egy mintát a tetőablak üvegéből, és újból megmérjük a világítást. A tetőablak fényáteresztő képességét úgy kapjuk meg, ha a tetőablak üvegével mért megvilágítási értéket elosztjuk az üveg nélküli megvilágítással. A technikát Hopkinson, Petherbridge és Longmore 'Daylighting' (Nappali megvilágítás) című könyvük 352. oldalán ismertetik (Heinemann, London, 1966). Hasonló módszert ajánl a BS EN1013-1 1998 'Light transmitting profiled plastic sheeting for single skin roofing: general requirements and test results'



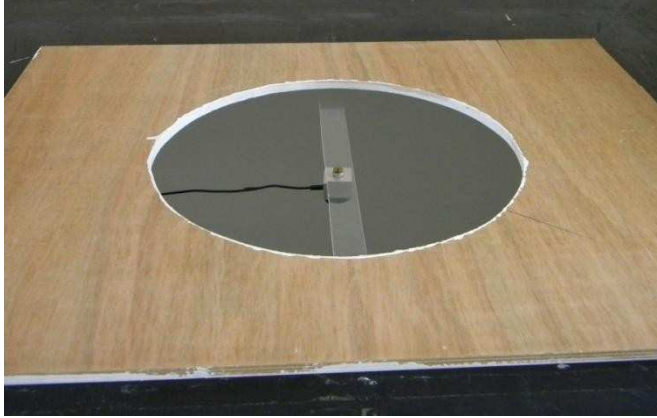
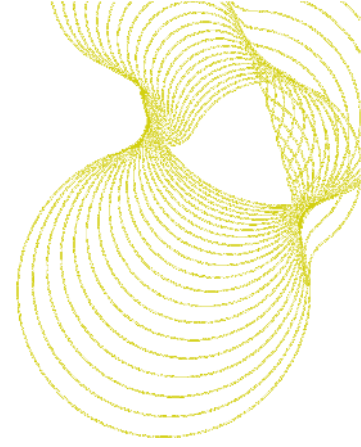
(Fényáteresztő profilú műanyag burkolat egyrétegű tetőkhöz: általános követelmények és teszteredmények') szabvány. A stabil megvilágítás érdekében tetőablakok esetén a mérést elektromosan megvilágított, szimulált égbolt ('mesterséges égbolt') alatt végezzük.

A folyamatban két változtatást kellett tenni a fénycsatornák teszteléséhez. A fénycsatornák átmérője kisebb a doboz hagyományos nyílásánál, ezért olyan különleges fényrekeszlemezeket készítettünk, amelyek méretükben körülbelül megegyeznek a fénycsatorna átmérőjével. Így a fénycsatornával összeszerelt doboz megvilágítása (2. ábra) és a fényrekeszlemez (3. ábra) közti arány megfelel a fénycsatorna-rendszer fényáteresztő képességének.

A tesztelt fénycsatornák hossza miatt nem lehetett a BRE mesterséges égboltja alatt elvégezni a felhős égbolt alatti méréseket, ezért a tesztelést természetes égbolt alatt végeztük (lásd a következő pontot).



2. ábra A vizsgálódobozra illesztett fénycsatorna.



3. ábra A vizsgálódoboz tetején található fényrekeszlemez. A nyíláson keresztül látható a fotocella hátulja. A lemez alatti felületek mattfehérre vannak festve.

2.2 Felhős égbolt alatt végzett mérések

A méréseket a BRE 9-es épületének tetején végeztük el 2012. július 16-án, hétfői napon. A tető szinte teljesen akadálymentes volt. A mérések során az égboltot teljes mértékben felhők borították, alkalmanként enyhén szemerkélt az eső, a napkorong pedig nem volt látható.

A méréseket váltakozva végeztük a mintával és anélkül. A világítás mértékét először a fénycsatorna nélkül vizsgáltuk meg a vizsgálódobozban, a fényrekeszlemezeken keresztül. Ezután a dobozra illesztett fénycsatornával folytattuk a mérést (4. ábra), majd ismét fénycsatorna nélkül, csak a fényrekeszlemezrel. Minden mintával három mérést végeztünk. Tehát minden mintához az alábbi tipikus mérésorozatot végeztük el:

Minta nélkül, **mintával (1)**, minta nélkül, **mintával (2)**, minta nélkül, **mintával (3)**, minta nélkül

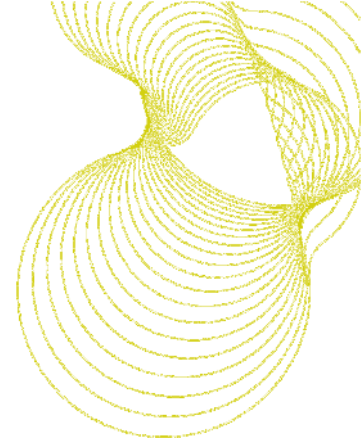
A mérésekből átlagot számítottunk, így kaptunk egy-egy értéket a mintadarab nélküli és a mintadarabbal végzett mérésekhez, valamint minden esetben számítottunk egy értéket a kapcsolódó, akadálymentes égbolt-mérésekhez.

A méréseket a lehető leggyorsabban végeztük el, hogy az égboltfény a lehető legegyszerűsebb legyen a teljes mérésorozat alatt. Az alatt az idő alatt, amíg a fénycsatornát felhelyeztük a dobozra, illetve leszedtük onnan, megváltozhatott az égbolt megvilágítása. Ezt úgy korrigáltuk, hogy a tető másik végén egy külön Lichtmesstechnik LMT megvilágításmérővel folyamatosan ellenőriztük az akadálytalan globális horizontális megvilágítást (5. ábra).

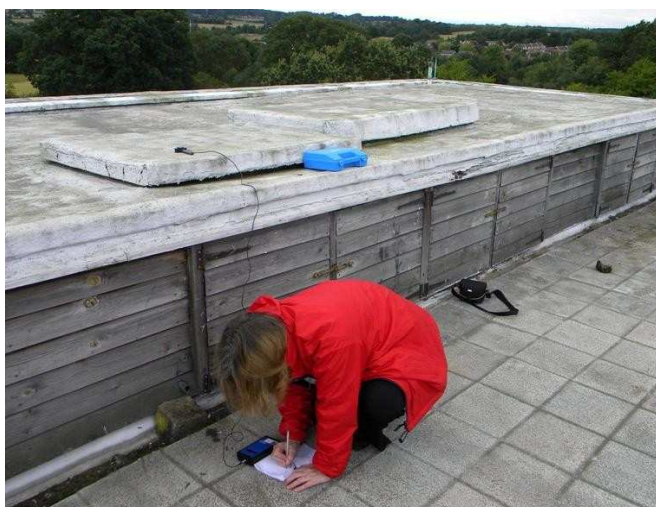
A fénycsatorna fényáteresztő képességét az alábbi képlettel számoltuk ki:

$$T = \frac{\text{dobozban mért világítás fénycsatornával}}{\text{dobozban mért világítás fénycsatorna nélkül}} \times \frac{\text{akadálytalan megvilágítás a fénycsatorna nélküli méréshez}}{\text{akadálytalan megvilágítás fénycsatornával való méréshez}}$$

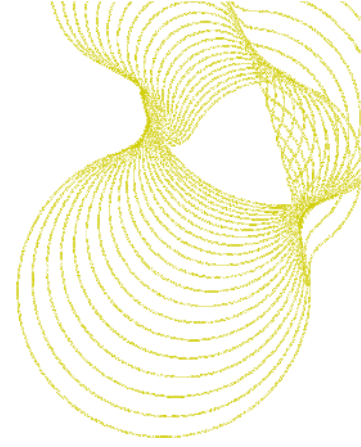
A méréseket a négy különböző fénycsatorna mindegyikéhez megismételtük.



4. ábra Fénycsatornával (Solar spot D-38, szimpla üveges felső kupola, Convax lencse nélkül) végzett vizsgálat a tetőn



5. ábra A külső horizontális megvilágítás egyidejű mérése egy külön fénymérővel.



3 Teszteredmények

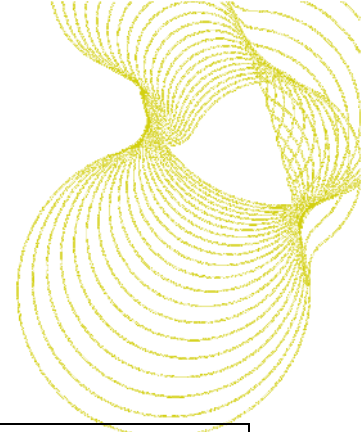
A tesztek alatt mért megvilágítás-értékeket az alábbi 2-5. táblázatok mutatják be.

Mérés száma	1. pozíció (vizsgálódoboz)		2. pozíció (akadálytalan égbolt)	
	Fénycsatorna nélkül	Fénycsatornával	Fénycsatorna nélkül	Fénycsatornával
1	2447		16310	
2		1699		20280
3	2919		19130	
4		1719		19950
5	3294		21250	
6		1966		21840
7	2855		18670	
Átlagos érték	2879	1795	18840	20690

2. táblázat Mért világítási szintek az 1. mintához – Solarspot D-38, dupla üveges felső kupola, Convax lencse

Mérés száma	1. pozíció (vizsgálódoboz)		2. pozíció (akadálytalan égbolt)	
	Fénycsatorna nélkül	Fénycsatornával	Fénycsatorna nélkül	Fénycsatornával
1	1710		11190	
2		1052		10910
3	2275		14750	
4		1386		14220
5	2246		14570	
6		1340		13880
7	1971		12960	
Átlagos érték	2051	1259	13368	13003

3. táblázat Mért világítási szintek a 2. mintához – Solarspot D-38, szimpla üveges felső kupola, Convax lencse



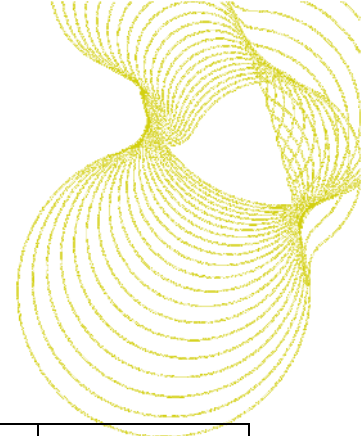
Mérés száma	1. pozíció (vizsgálódoboz)		2. pozíció (akadálytalan égbolt)	
	Fénycsatorna nélkül	Fénycsatornával	Fénycsatorna nélkül	Fénycsatornával
1	5212		25870	
2		3491		39370
3	8363		40020	
4		3951		43700
5	10105		47240	
6		3724		41420
7	7137		33180	
Átlagos érték	7704	3722	36578	41497

4. táblázat Mért világítási szintek a 3. mintához – Monodraught Sun Pipe 450 mm, dupla üveges fényszóró

Mérés száma	1. pozíció (vizsgálódoboz)		2. pozíció (akadálytalan égbolt)	
	Fénycsatorna nélkül	Fénycsatornával	Fénycsatorna nélkül	Fénycsatornával
1	3681		27080	
2		1355		25130
3	3148		23250	
4		1157		21900
5	2959		21990	
6		1190		22180
7	2755		20340	
Átlagos érték	3136	1234	23165	23070

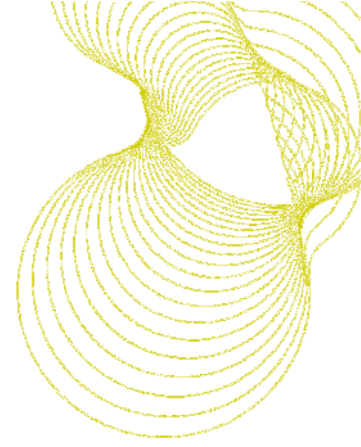
5. táblázat Mért világítási szintek a 4. mintához – Solatube Brighten Up 290 DS, dupla üveges fényszóró és kupolafényszóró

A mért értékek alapján kiszámítottuk a tesztek eredményeit, ezeket a 6. táblázatban mutatjuk be.



Minta	Gyártmány	Típus	Átmérő	Fényáteresztés
1	Solarspot	Solarspot D-38, dupla üveges felső kupola, Convas lencse	380mm	0,57
2	Solarspot	Solarspot D-38, szimpla üveges felső kupola, Convas lencse nélkül	380mm	0,63
3	Monodraught	Sun Pipe, dupla üveges fényszóró	450mm	0,43
4	Solatube	Brighten Up 290 DS, dupla üveges fényszóró és kupolareflector	350mm	0,40

6. táblázat Fénycsatorna fényáteresztő képessége felhős égbolt esetén

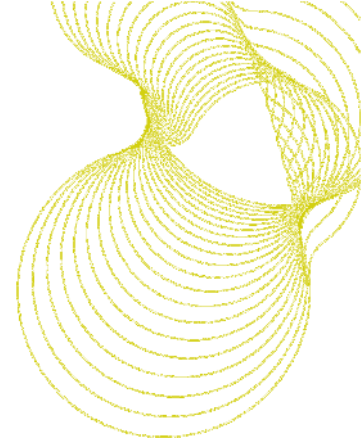


4 Összegzés

A tesztek során négy különböző fénycsatorna-terméket vizsgáltunk meg. Ezek közül három (a Convax lencsével ellátott Solarspot, a Monodraught és a Solatube) általánosságban véve összehasonlítható volt, mert mindegyik egy dupla üveges és egy szimpla üveges alkotórész kombinációjából állt. A Monodraught és a Solatube esetén a fényszóró volt dupla üveges és a kupola szimpla üveges, ezzel szemben a Convax lencsével ellátott Solarspotban a kupola volt dupla, a fényszóró pedig szimpla üveges. A Convax lencse nélküli Solarspot rendszertől magasabb fényáteresztő képességet vártunk, mert ebben a kupola és a fényszóró is szimpla üveges volt. A tesztek igazolták az elvárásunkat: a vizsgálat során ennek a rendszernek volt a legmagasabb a fényáteresztési értéke: 0,63, amely (relatív értelemben) 11%-kal magasabb a hasonló, de dupla üveges kupolával felszerelt rendszer értékénél.

A fénycsatorna „T” fényáteresztése a csatornába felül belépő és a csatornán alul távozó fényerők aránya. Ez a szám a fénycsatorna fényszállítási és -kibocsátási hatékonyságának mérőszáma. A fénycsatorna által kibocsátott teljes fény mennyiségét „F”-fel jelöltük (mértékegysége lumen), és az $F = E \times T \times A$ képlettel számoltuk ki, ahol „A” a nyílás területe (πr^2 egy kör alakú fénycsatorna esetén) és „E” a fénycsatorna tetején mért külső megvilágítás (egy függőleges csatornatermészetes fényvel való globális, horizontális megvilágítása).

A három dupla/szimpla üveges fénycsatornát összehasonlítva a Convax lencsével ellátott Solarspot rendszernek volt a legmagasabb fényáteresztő képessége: 0,57. Ez az érték a Monodraught rendszerénél 0,43, a Solatube-nál 0,40 volt. Relatív értelemben a rendszer fényáteresztése 33%-kal volt hatékonyabb, mint a Monodraught, és 44%-kal volt hatékonyabb, mint a Solatube rendszer.



„A” függelék – Mérési hibák

A felhős égbolt alatt végzett mérések során egyetlen jelentős hibaforrást azonosítottunk. Mégpedig azt, hogy az égbolt megvilágításának eloszlása eltérhet a standard felhős égbolt világításától. A fénycsatorna legmagasabb fényáteresztő képessége a zeniten van, ezért ha a zenit az elvártnál világosabb, a mért áteresztőképesség magasabb lesz. Ezt a hibát a mérések megismétlésével csökkentettük. A különböző tesztekben adódó tapasztalataink alapján a hiba értéke körülbelül $\pm 5\%$.

A tetőn található üvegház, a többi fénycsatorna és a fák jelenlétéből adódó akadályok viszonylag kicsik. Az akadályok csak a fénycsatorna nélküli fénymerést befolyásolták, de egyáltalán nem voltak hatással a fénycsatornával való mérésekre. Becslések szerint a dobozban mért megvilágítás $0,1\%$ -kal alábecsülhető, ezért a fényáteresztés mért értékei ennél a mennyiségnél túl magasak lehetnek.

A fénycsatorna kiegyenlítése szintén probléma, de felhős égbolt esetén a hiba még akkor is $0,1\%$ -nál kisebb, ha a csatorna 2 fokkal meg van döntve.

A fényáteresztő képesség precíz mérése érdekében a fényrekeszlemez méretének pontosan meg kell egyeznie a fénycsatorna méretével. Ezt a hibát korigáltuk, de néhány hiba továbbra is fennmaradhat. A nyílás átmérőjének 1% -os hibája 2% -os hibához vezethet a mérésben.

Egyéb hibák figyelmen kívül hagyhatók. A fénymérő kalibrálásából nem adódhatnak hibák, hiszen mind a fénycsatornás, mind a fénycsatorna nélküli mérésekhez ugyanazt a fotocellát használtuk. A doboz árnyékolása kiküszöböli a szórt fényt.

Összességében a mérések elvárt hibaszázaléka $\pm 6\%$. Ez egy relatív hiba, tehát egy $0,4$ értékű fényáteresztést $0,40 \pm 0,024$ -ként kell felfogni.

=====JELENTÉS VÉGE=====