



MEGVILÁGÍTÁSMÉRŐ ROBOT FEJLESZTÉSE ÉS EDDIGI TAPASZTALATAI

Dr. Csuti Péter, Tóth Dávid Noel, Nagy Róbert, Dr. Szabó Ferenc



Pannon Egyetem

Műszaki Informatikai Kar

Fény- és Színtan Kutatólaboratórium

LIGHTINGMETRICS
LTD.

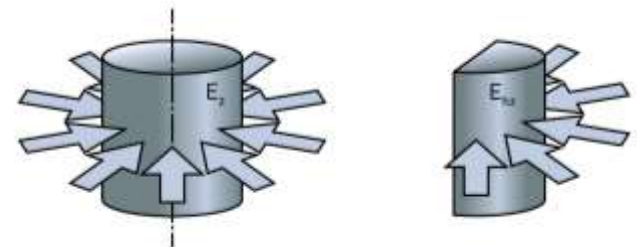
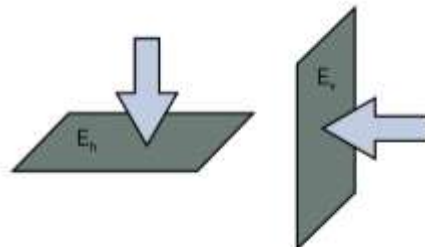
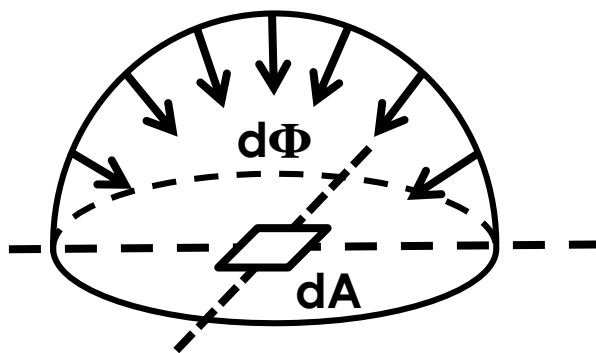
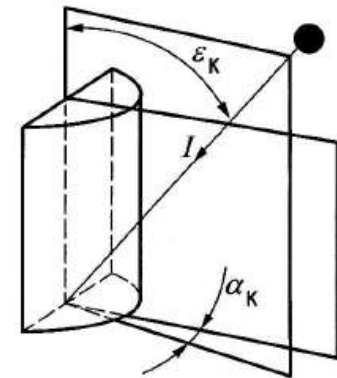
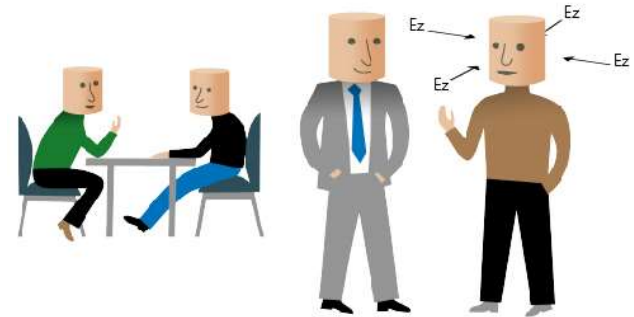


- A megvilágítás,
 - mint mennyiség,
 - mint mérési feladat.
- Szabványos megvilágításmérés követelményei.
- A megvilágításmérők műszaki és egyedi követelményei.
- Hogyan automatizálható a megvilágításmérés?
 - A megvilágításmérő robot koncepciója.
 - A koncepció lépései.
 - Kihívások és megoldások.
- Eddigi eredményeink





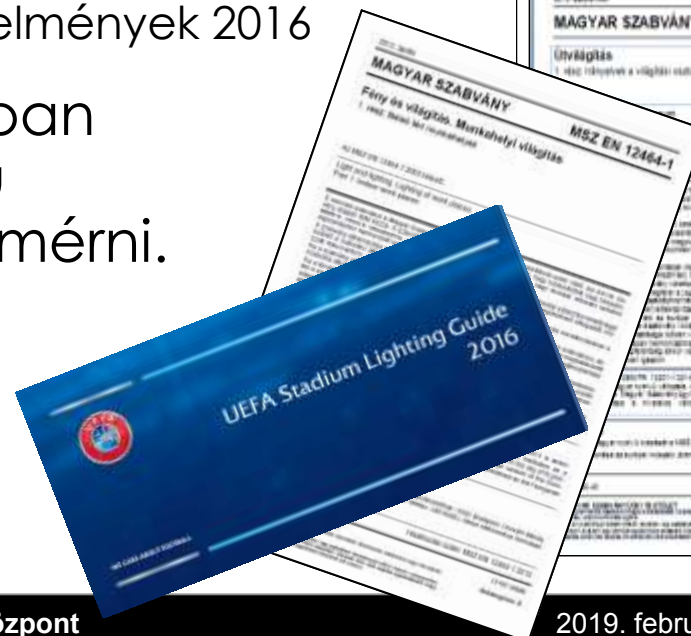
- E_h , horizontális megvilágítás,
- E_v , vertikális megvilágítás,
- E_s, E_{hs} , (fél)szférikus megvilágítás,
- E_c, E_{sc} , (fél)cilindrikus megvilágítás (E_z).
 - [$lx=lm/m^2$]





MÉRÉSI KÖVETELMÉNYEK

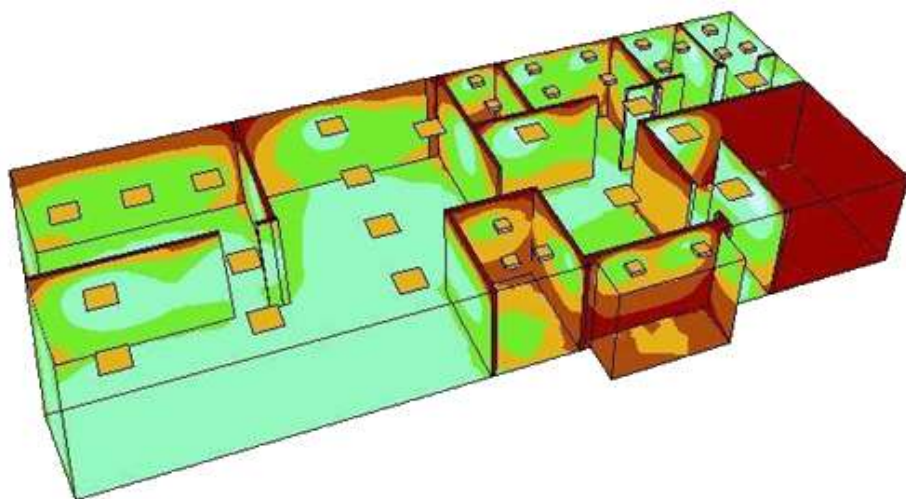
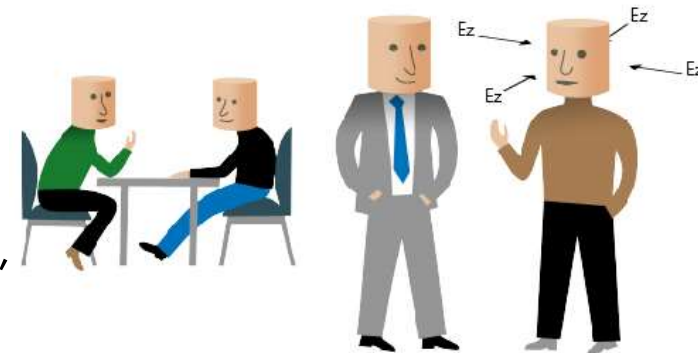
- Szabvány követelmények
 - Beltéren
 - Belső téri munkahelyek – MSZ EN 12464-1:2012
 - Sportvilágítás – MSZ EN 12193:2008
 - Kültéren
 - Szabadtéri munkahelyek – MSZ EN 12464-2:2014
 - Útvilágítás – MSZ EN 13201 sorozat
 - Sportvilágítás – MSZ EN 12193:2008
 - UEFA stadionvilágítási követelmények 2016
- A tér meghatározott pontjaiban szükséges a megadott típusú megvilágítást (E_h , E_v , E_{hs} , E_{sc}) mérni.





- Belső térben

- **eltérő méretű** mérési rácsok,
- munkások **különböző magasságban**,
- talajszint – **közlekedő útvonalak**,
- E_h átlagos, U_o egyenletesség (eltérő számítási módszerek).



irodai környezet

500 lx

$U_o \geq 0,6$

munkaterület

500 lx
 $U_o \geq 0,6$

300 lx
 $U_o \geq 0,4$

500 lx
 $U_o \geq 0,6$

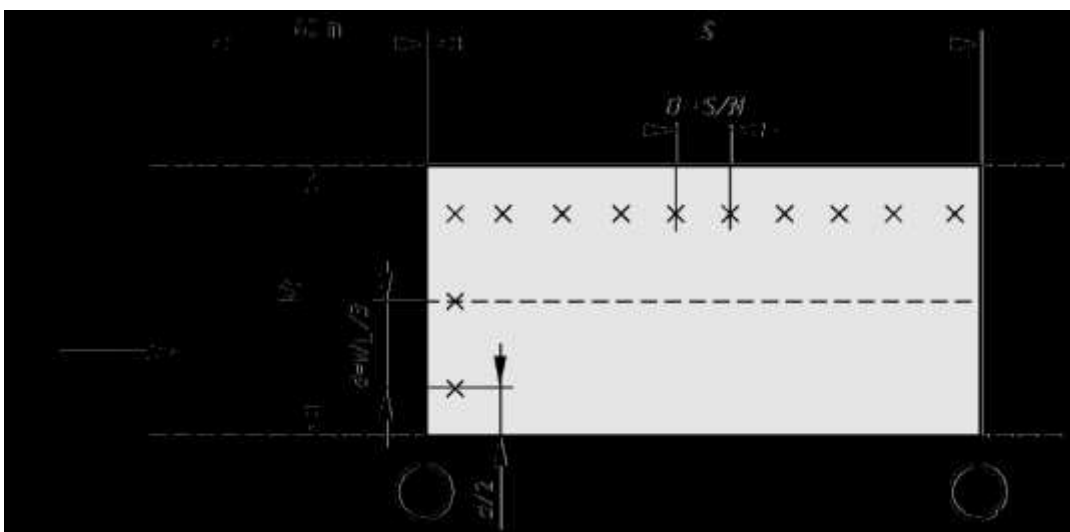
közvetlen környezet



- Közvilágítás mérése

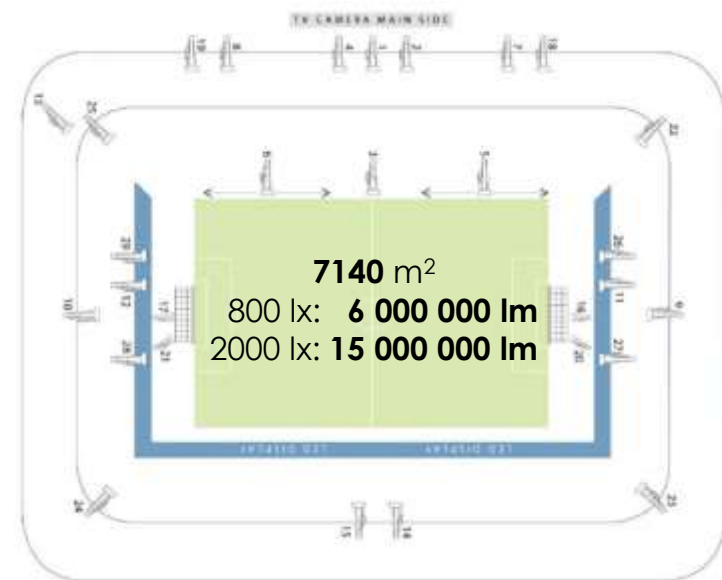
- Szabvány alapján meghatározott

- rácspontokban és
 - magasságokban kell a mérést elvégezni
 - E_h esetén $h_{\max} < 0,2 \text{ m}$
 - E_v , vagy E_{sc} esetén $h = 1,5 \text{ m}$ (pl. gyalogátkelő mérése),
 - átlagos E_h , U_o és U_l , azaz teljes, illetve hosszanti egyenletességek.



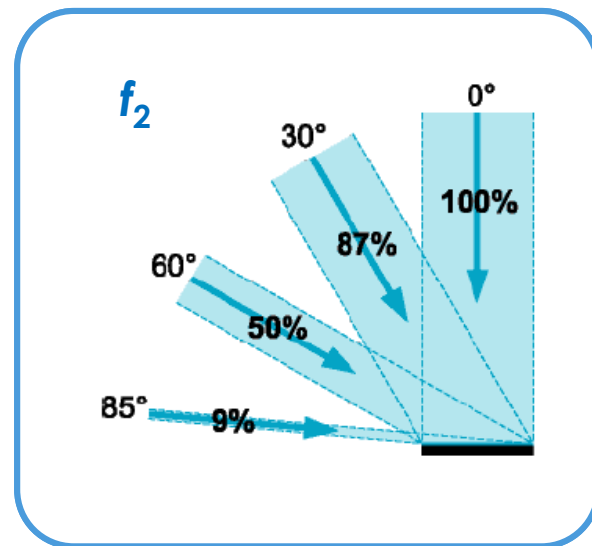
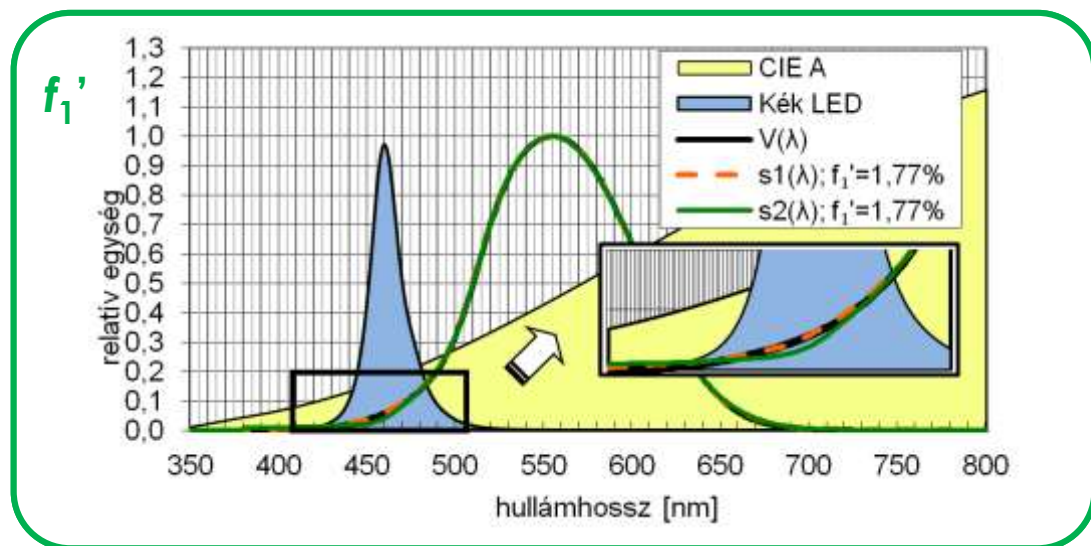


- Sportvilágítási követelmények alapján meghatározott
 - rácspontokban és
 - magasságban (1,0 m) kell a méréseket elvégezni.
- Fő követelménytámasztó:
 - TV közvetítések (HD, 4K, 8K... + villódzás, CCT, TLCI)
 - $E_{h, \text{átl}}$ (800 lx – 2000 lx) és **kamerairányú megvilágítás** értékek!
 - Kamerák célzása a mérési pontokból!
- Szükséges egy **MEGFELELŐ** megvilágításmérő rendszer!





- ISO/CIE 19476:2014 szabványban rögzített minőségi mutatók
 - f_1' , a műszer érzékelőjének színeképi érzékenysége (DIN 5032-07 Class L < 1,5%, A < 3%, B < 6%, C < 9%)
 - spektrométeres műszerek? (sötétáram, jel-zaj viszony)
 - f_2 , a műszer érzékelőjének koszinusz korrekciója
 - f_{UV} és f_{IR} , a műszer érzékenysége az UV, illetve IR tartományban
 - f_3 , a műszer linearitása...
 - f_{11} , a tartományváltás hatása.





- Az alkalmazás egyéb követelményei:
 - kommunikációra képes (RS232, USB, BlueTooth),
 - és/vagy memóriával rendelkezik,
 - alkalmas a mérendő megvilágítási szint megfelelő pontosságú mérésére (kijelzés?, felbontás?),
 - könnyű pozicionálni,
 - telepes működés,
 - ...stb.
- ...vagy végezzen el adott számú mérést önállóan!
- Hogy jön ide a robot?





- **Hogy jön ide a robot?**

- Lábon?
- Keréken?
- Lánctalpon?
- ... esetleg úszik, vagy repül?

- **Honnan tudja, hogy hol van?**

- Mérőszalag, póráz?
- Rádió?
- GPS?
- VLC?
- Ultrahang?

- **Milyen pontosan kell tudnia?**

- az osztásköz 1%-a, 3%-a, 5%-a?





- Motoros mozgatás:
 - Az erőátviteli rendszer hogyan kapcsolódik az adott útfelülethez?

- Ideális futómű kiválasztása

- Lábak?
- Kerekek?
- Lánctalpak?
- Görgők...?

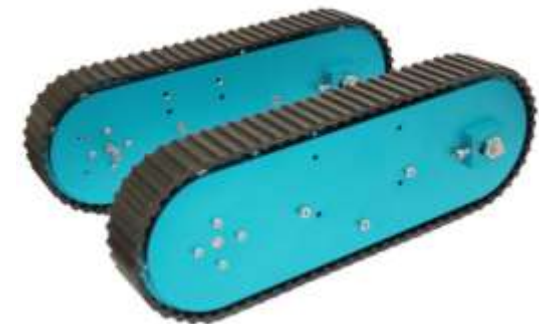


- Előforduló felületek minősége?

- beton, sima padló, ipari padló, fű, műfű, (kátyús) aszfalt?

- **gumi lánctalp**

- mindegyik felsorolt felülettípuson képes megfelelően haladni!





- Honnan tudja, hogy hol van?

- Mérőszalag, póráz?
- Rádió?
- **GPS?**
- VLC?
- **Ultraszhang (UH)?**



- A választott megoldás:

- **Beltérben ultraszhang** (szabadtéren nem bizonyult használhatónak)
- **Szabadtéren GPS** (beltérben, csarnokban nem használható)

- Milyen pontosan kell tudnia?

- az osztásköz **1%-a (GPS), 3%-a (UH)**



- Az ösztömeg növekedésével
 - megvilágításmérő műszer,
 - helymeghatározó rendszer,
 - meghajtás részegységei,
 - egyéb szerelések,
- kifinomultabb mozgatási megoldásokra van szükség:
 - meg kell szüntetni a hirtelen állapotváltoztatásokat:
 - elinduláskor gyorsulás,
 - Megálláskor lassulás alkalmazása.





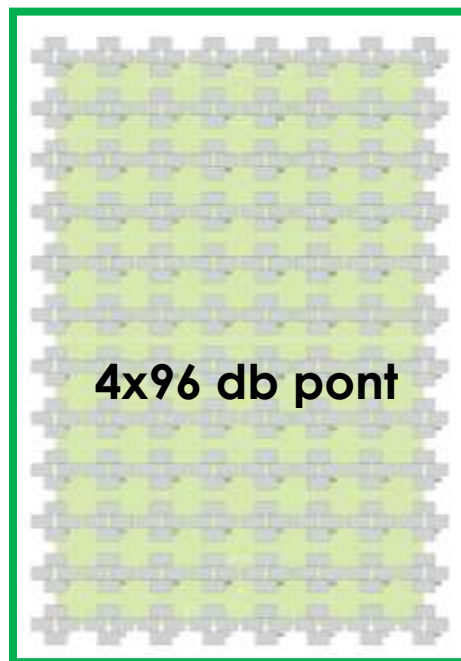
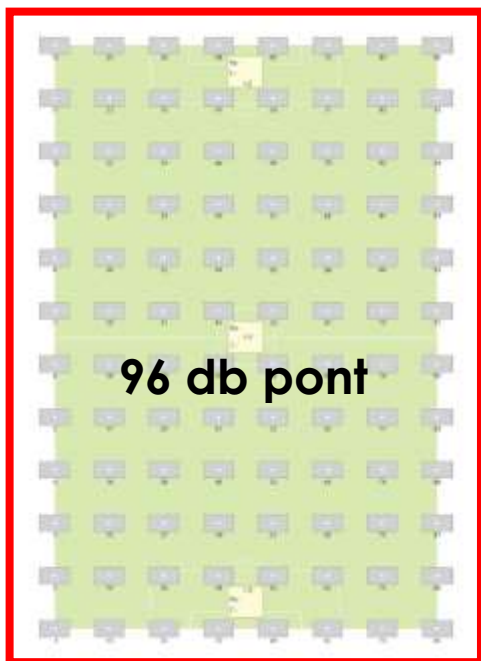
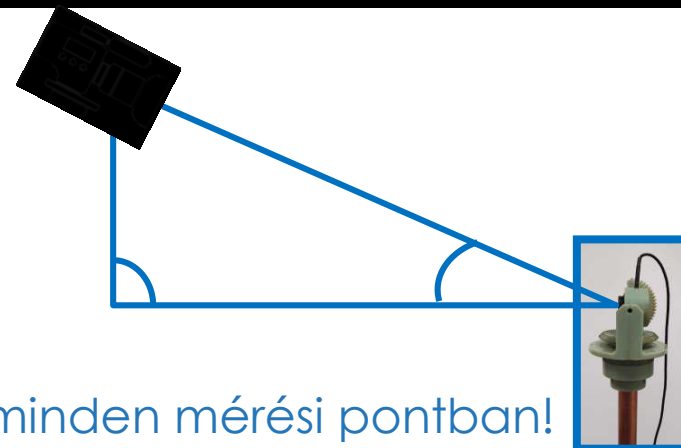
- A detektor megfelelő pozicionálása adott magasságban:
 - E_h – vízszintes pozíció,
 - E_v – függőleges pozíció,
 - E_v – kamerairányú megvilágítás,... több érzékelőre, vagy egy érzékelőre és egy kéttengelyes goniofotométerre van szükség!



$$\Delta C_{\min} = 0,3^\circ, \Delta \gamma_{\min} = 0,3^\circ$$

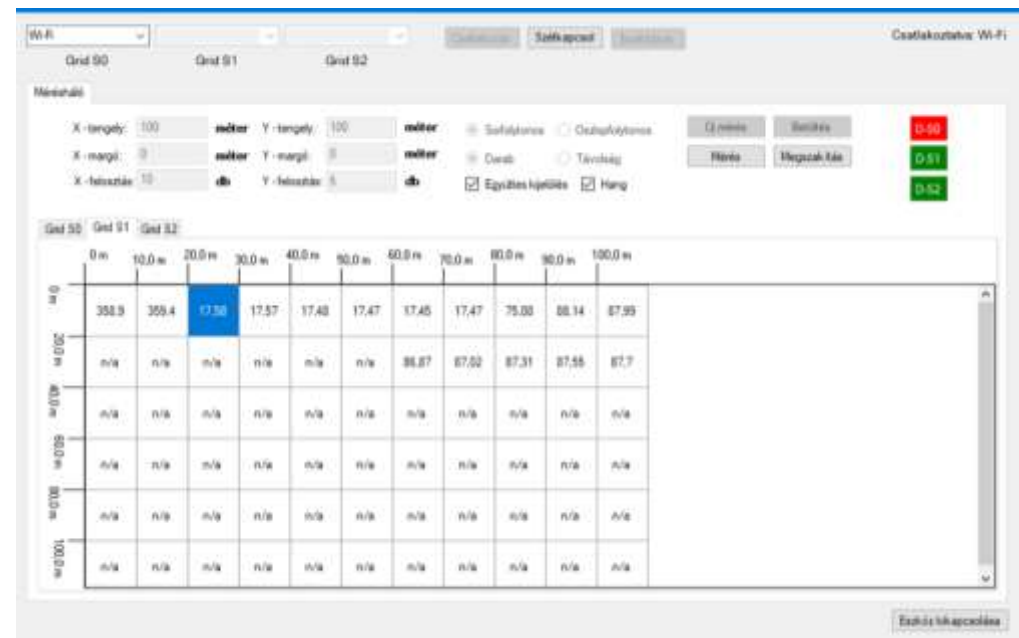


- A detektor megfelelő pozícionálása
 - E_h – vízszintes pozíció,
 - E_v – függőleges pozíció,
 - E_v – kamerairányú megvilágítás,
 - előre meghatározandó szögértékek minden mérési pontban!





- Mérési adatok megfelelő tárolása:
 - Megadva a **fizikai méreteket** és az **osztásközöket** előáll a mérési mátrix, amelybe az aktuális pozícióészlelés alapján beírásra kerül a mérés eredménye,
 - .csv állományként menthető a mérési mátrix.
 - Bizonytalan pozíció, illetve mérés esetén színkódos jelölés.
 - Kommunikáció a mérő-eszközzel:
 - RS232 protokoll,
 - Wi-Fi.





- Tipikus megvilágításmérési feladatok alapján terveztünk egy olyan megvilágításmérő robot rendszert, amely képes bel- és kültéren is meghatározott rácspontokban (GPS, ill. UH)
 - horizontális megvilágítás mérésére,
- valamint goniométer kiegészítővel
 - négyirányú vertikális megvilágítás,
 - tetszőleges irányú (pl. kamerairányú) megvilágítás mérésére.

A gyakorlati tapasztalatokról az

L. Közvilágítási Ankéton tervezünk beszámolót!



LIGHTINGMETRICS
LTD.



KÖSZÖNÖM MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET!

Kapcsolat:

Fény- és Színtan Kutatólaboratórium

Pannon Egyetem

H-8200 Veszprém, Egyetem u. 10.



csuti.peter@virt.uni-pannon.hu