

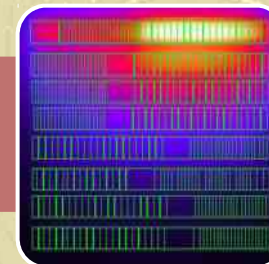
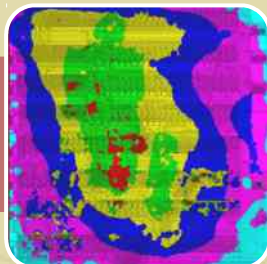


Budapest Műszaki és
Gazdaságtudományi
Egyetem

Elektronikus Eszközök Tanszéke

LED-ek alkalmazása napszimulátorokban

Hantos Gusztáv, Berényi Csaba, Tinódi Péter, PLESZ BALÁZS



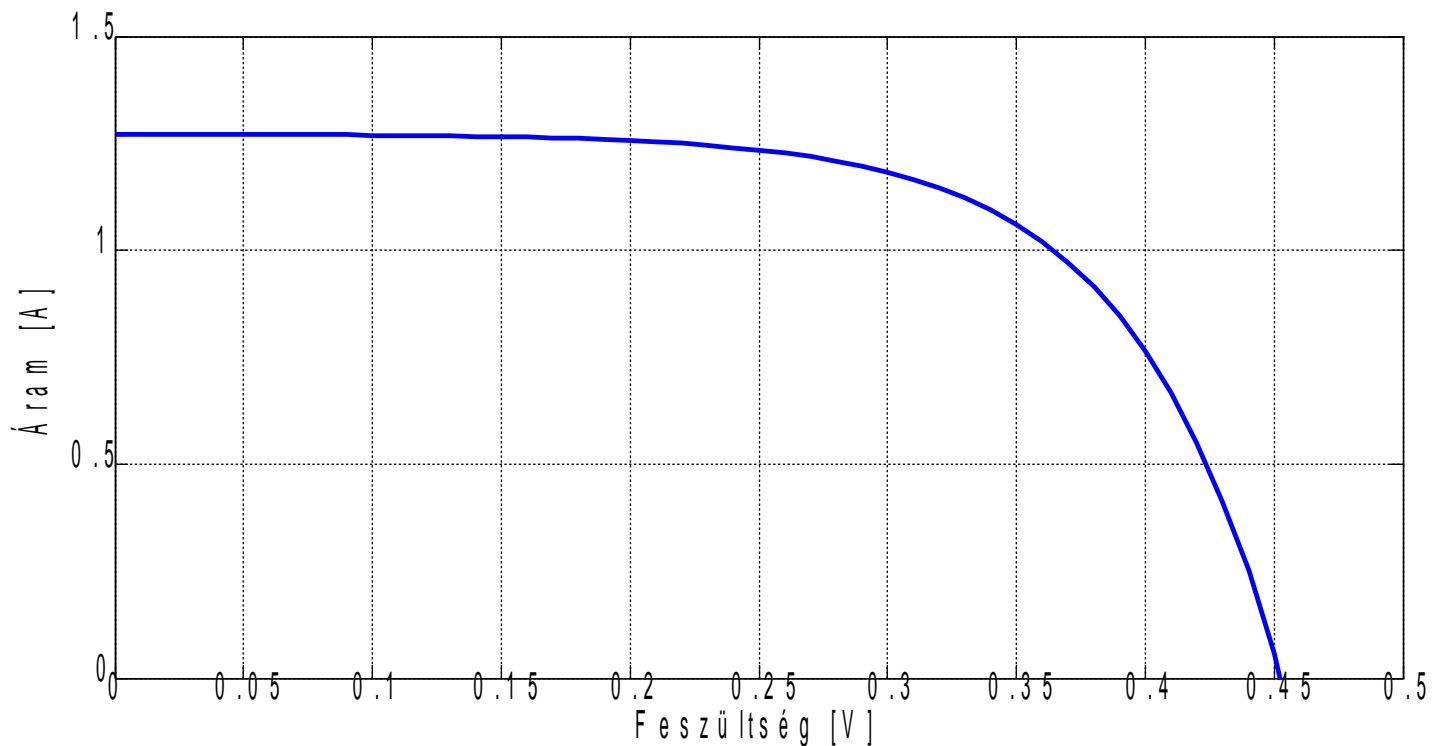
Tartalom

- ▶ Napelemek minősítése
- ▶ Napszimulátorok szabványai
- ▶ LED-ek előnyei és hátrányai napszimulátorokban
- ▶ Lehetséges alkalmazások
 - Kompakt, moduláris megvilágító egységek
 - Class AAA osztályú megvilágító egységek
 - Szórt fény előállítása napelemek méréséhez
 - Spektrális válaszmérés napelemeken



Napelemek minősítése

- ▶ Áram-feszültség (I-U) karakterisztika felvétel
- ▶ STC (standard test conditions)
 - 1000 W/m²
 - 25°C
 - AM 1,5 spektrum



Napszimulátorok követelményei - spektrum

► IEC 60904-9

Hullámhossz tartomány	Teljes intenzitás aránya
400-500 nm	18,4 %
500-600 nm	19,9 %
600-700 nm	18,4 %
700-800 nm	14,9 %
800-900 nm	12,5 %
900-1100 nm	15,9 %

Napszimulátorok követelményei – besorolás

► IEC 60904-9

$$\Delta E = \left[\frac{E_{\max} - E_{\min}}{E_{\max} + E_{\min}} \right] \cdot 100\%$$

Osztály	Intenzitás homogenitása	Spektrális egyezés	Időbeli stabilitás
Class A	+/- 2 %	+/- 25 %	+/- 2 %
Class B	+/- 5 %	+/- 40 %	+/- 5 %
Class C	+/- 10 %	- 60 % / +100 %	+/- 10 %



Világítástechnikától eltérő követelmények

- ▶ 1000 W/m² fényintenzitás
 - 100-200-szorosa a világítástechnikában használatos értékeknek
- ▶ Homogenitás
 - +/- 2-10 %
- ▶ Teljes napspektrum
 - 400-1100 nm
- ▶ Spektrumkeverés színkeverés helyett
- ▶ Steady state megvilágítók esetében a villódzás nem megengedett

LED-ek alkalmazásának előnyei

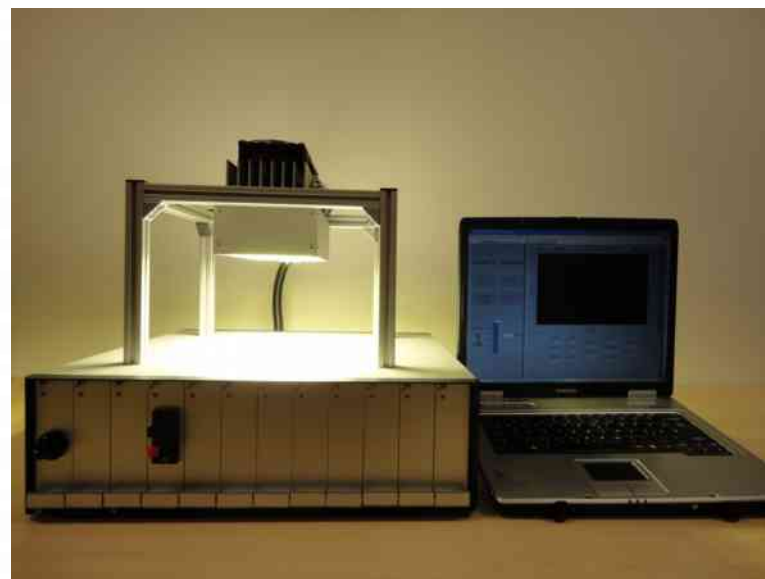
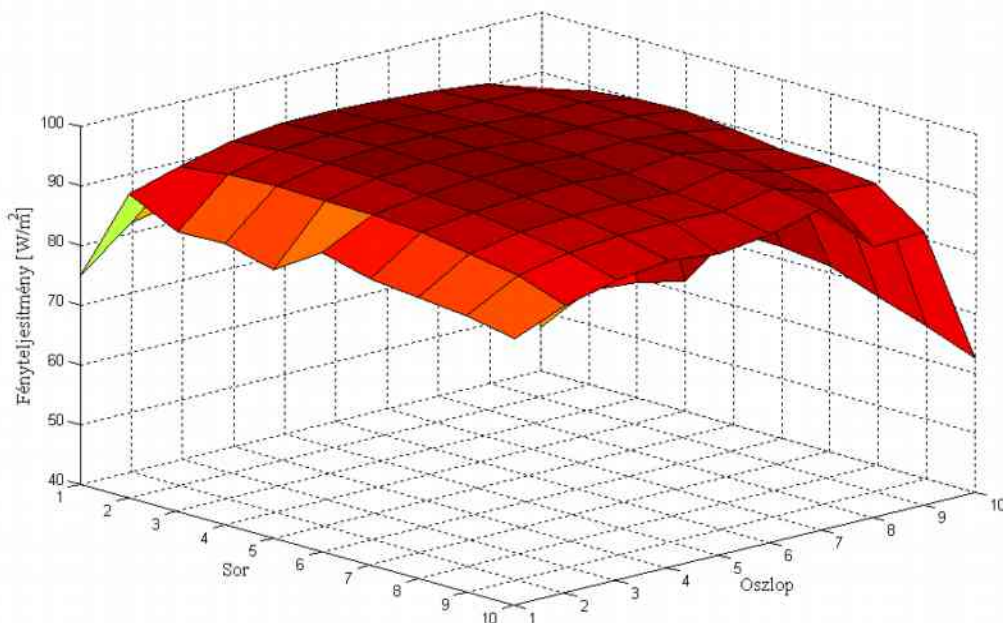
- ▶ Energiatakarékos üzemelés
 - Jó fényhasznosítás
- ▶ Homogenitás
 - Nagyszámú pontszerű fényforrás
- ▶ Állandó spektrum változó teljesítmény mellett
 - Minimális spektrumváltozás a meghajtás vagy hőmérséklet változás hatására
 - Megkönnyíti a fényerő szabályozását
- ▶ Hosszú élettartam
- ▶ Steady state üzem lehetséges
- ▶ Kompakt méretű napszimulátorok

LED-ek alkalmazásának hátrányai

- ▶ Nem léteznek a Nap teljes spektrumát lefedő LED-ek
- ▶ PWM nem használható => DC szabályozás szükséges
- ▶ Nagyszámú fényforrást kell munkapontba állítani
 - Megfelelő homogenitáshoz az ágáramokat azonosra kell beállítani
- ▶ Bonyolultabb szerelés
 - Sok kisméretű alkatrész

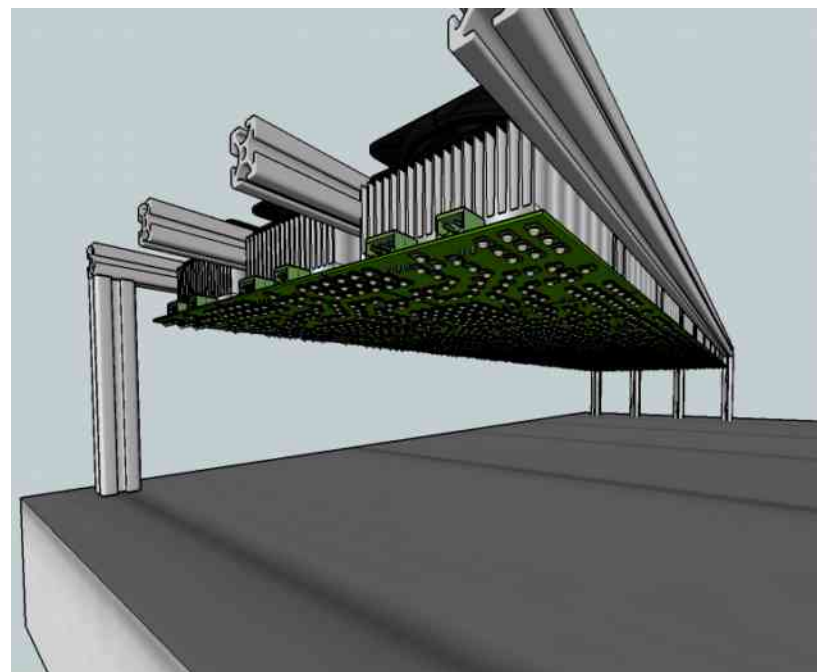
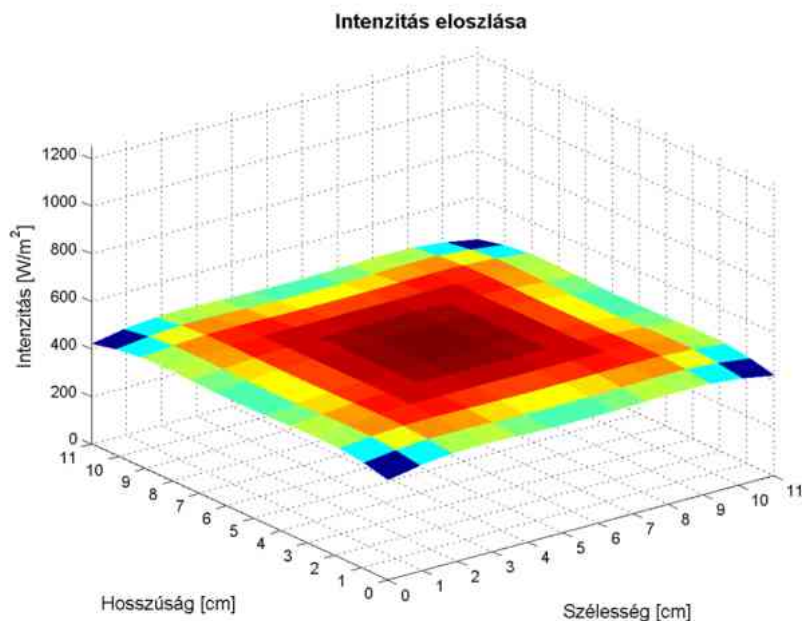
Kompakt, moduláris felépítésű megvilágító egység

- ▶ 10 x 10 cm-es modulok
- ▶ 100 db LED modulonként
- ▶ Homogenitás: 1,83 %
- ▶ Szabályozható fényerő
- ▶ Nem szabvány szerinti spektrum



Kompakt, moduláris felépítésű megvilágító egység

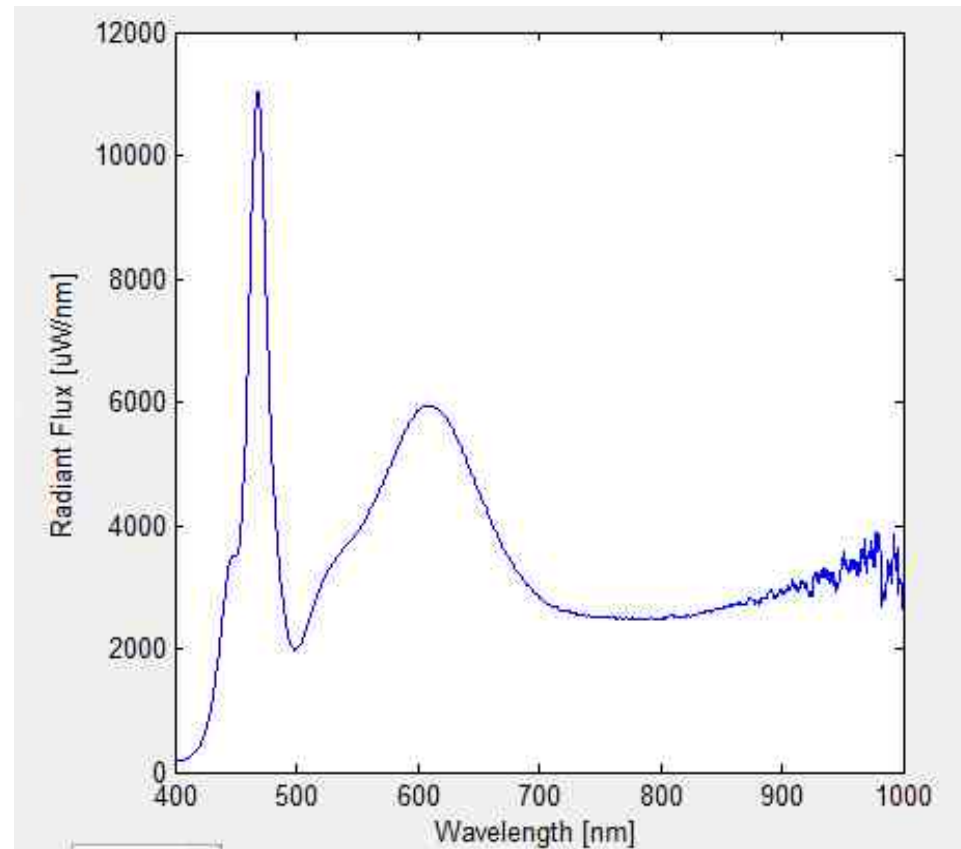
- ▶ 11 x 11 cm-es modulok
- ▶ 72 db LED modulonként
- ▶ Homogenitás: 1,8 %
- ▶ Szabályozás a modulon
- ▶ Csak vezérlőjel és tápellátás szükséges



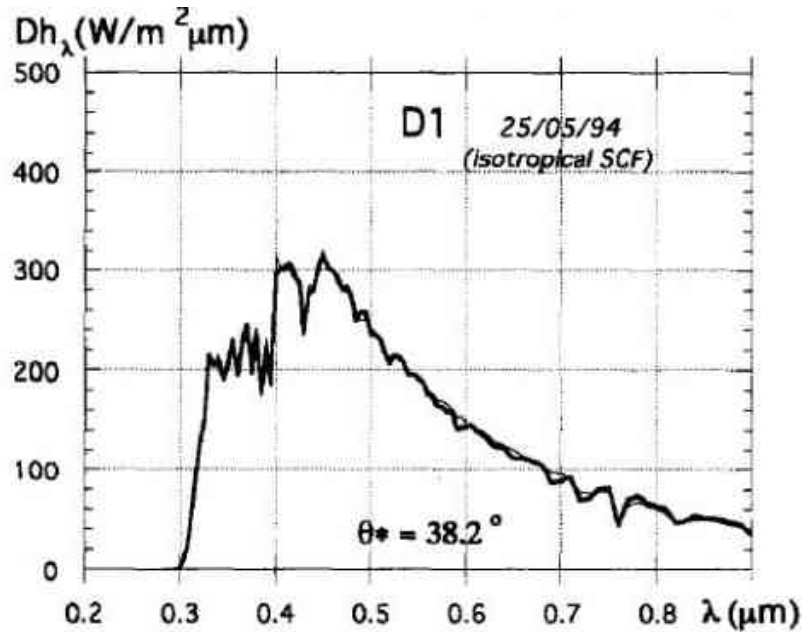
„A” osztályú napszimulátor több fényforrás spektrumának keverésével

- ▶ LED-ek spektrumából az infravörös tartomány hiányzik
- ▶ LED-ek és halogén izzók által kibocsájtott fény keverése

Hullámhossz	IEC 60904-9	Számított Érték
400-500 nm	18,4 %	16,76 %
500-600 nm	19,9 %	19,53 %
600-700 nm	18,4 %	22,26 %
700-800 nm	14,9 %	12,59 %
800-900 nm	12,5 %	13,05 %
900-1100 nm	15,9 %	15,76 %

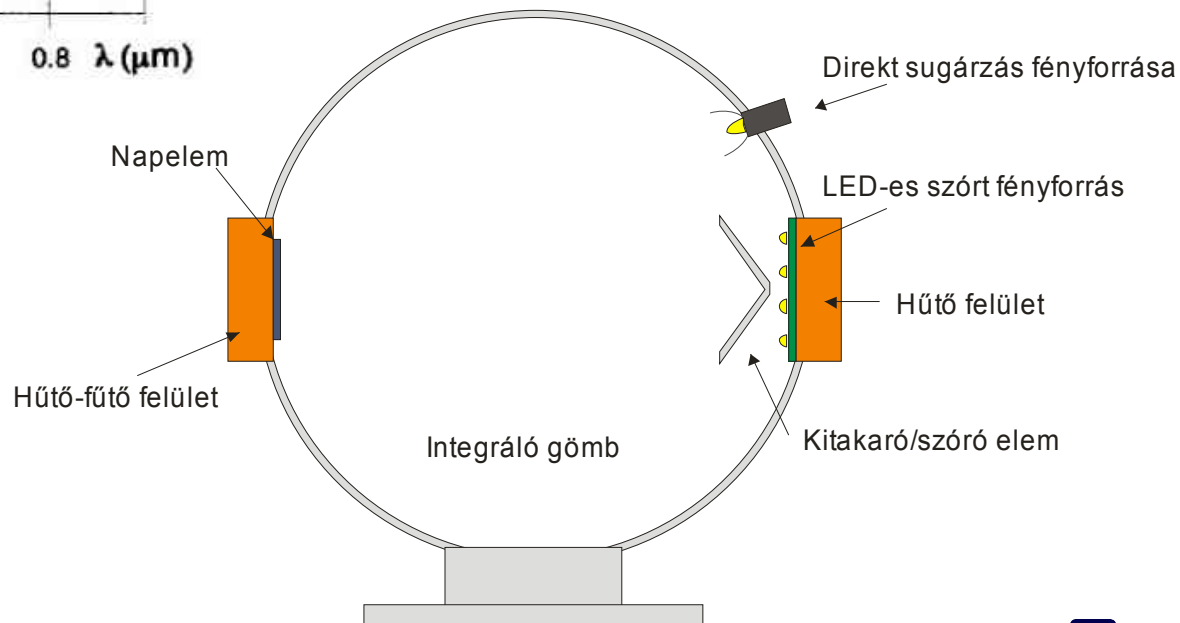


Szórt fény előállítása időjárási viszonyok szimulálásához



Jellemző időjárási fényviszonyok szimulálása direkt és szórt fénykomponensek keverésével.

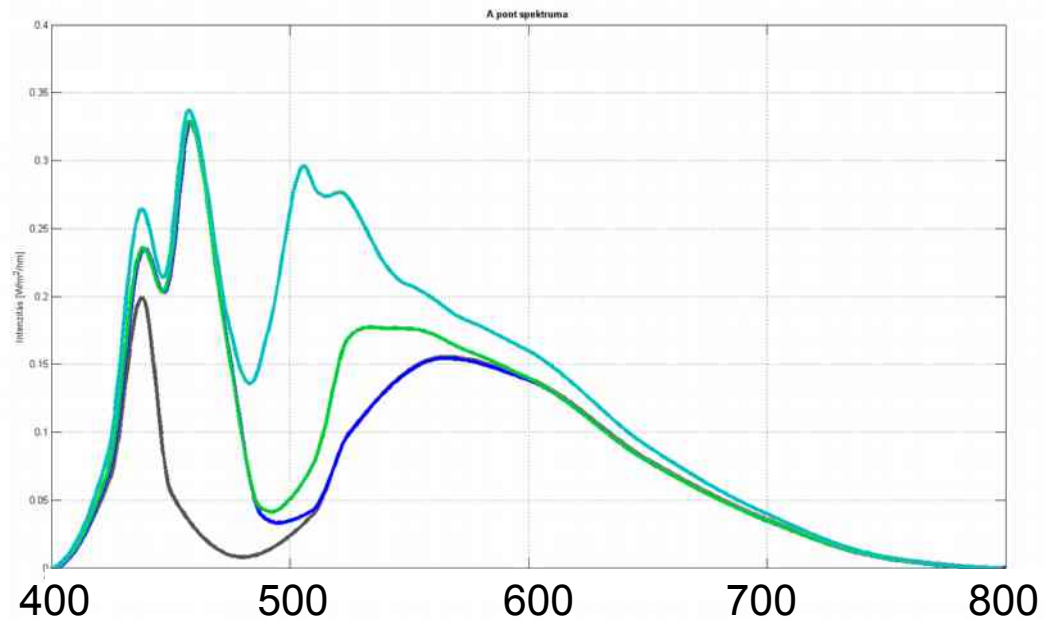
- szórt fény előállítása integráló gömbbel
- hűthető és fűthető mintatartó



Szórt fény előállítása időjárási viszonyok szimulálásához

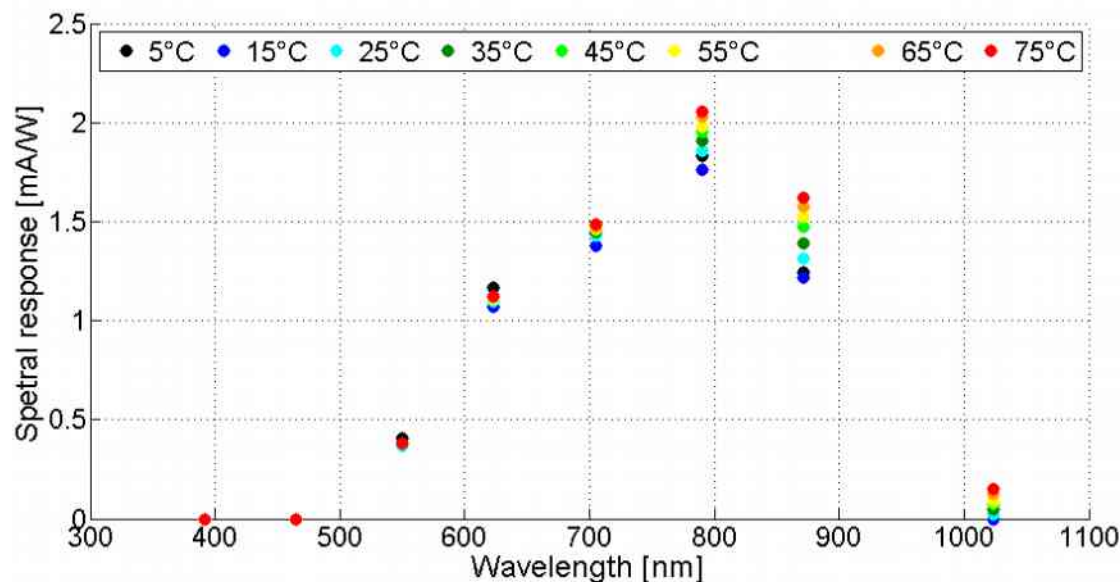


- 4 különböző LED fényének keverése
- MCPCB
- LED-típusok külön vezérelhetők



Spektrális válasz mérése LED-ekkel

- ▶ Spektrális válasz: adott hullámhosszon mérhető rövidzárási áram



- ▶ Hagyományosan: koncentrált fényforrás + színszűrő
 - Hátránya: alacsony teljesítmény (néhány 10 W/m²)
- ▶ LED-ekkel néhány 100 W/m² is elérhető
- ▶ Színes LED-ek spektruma túl széles

Összefoglalás

- ▶ LED-ek számos napelem-minősítő berendezésben alkalmazhatók
- ▶ Legnagyobb korlátozó tényező: spektrum
 - Ideális: 400-1100 nm-es tartomány, napsugárzásnak megfelelő spektrummal
- ▶ Megvilágító egységek spektrumai jelenleg a kapható LED-ek spektrumainak keverésével optimalizálhatók



Köszönöm a figyelmet!

