

# LED-ek gyártói adatainak alkalmazhatósága számítógépes szimulációkban

Gémesi Szabolcs, dr. Samu Krisztián, Czmerk András, dr. Nagy  
Balázs Vince, Németh Zoltán, Veres Ádám

BME, Budapest

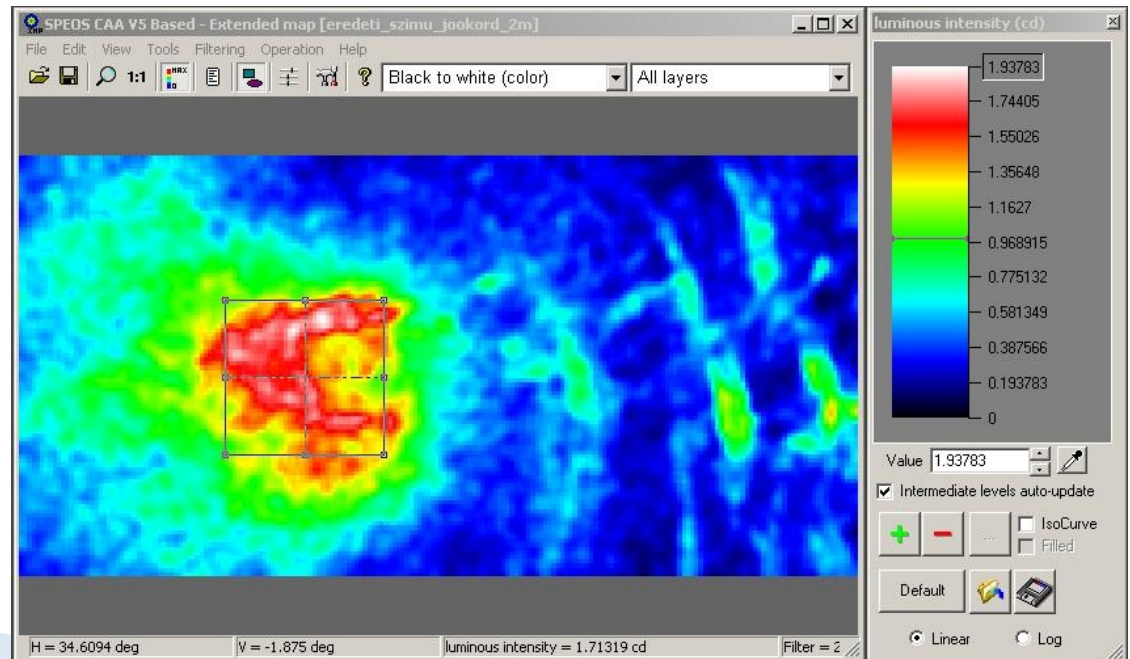
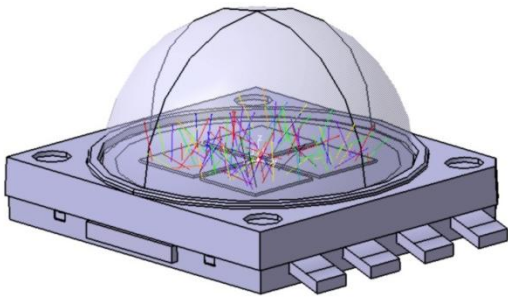
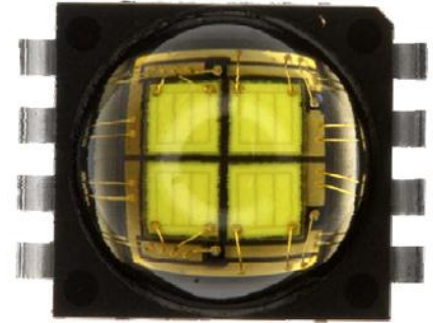
Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika tanszék



Budapest, 2012. február 7.

# Bevezetés

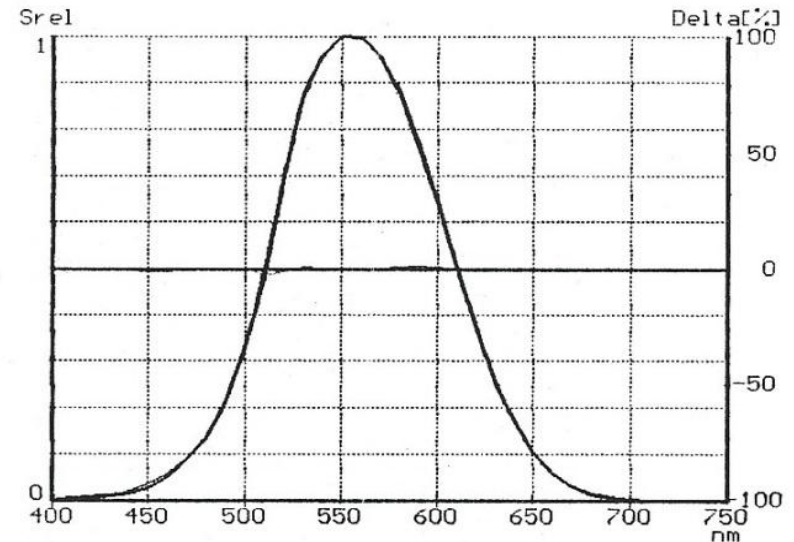
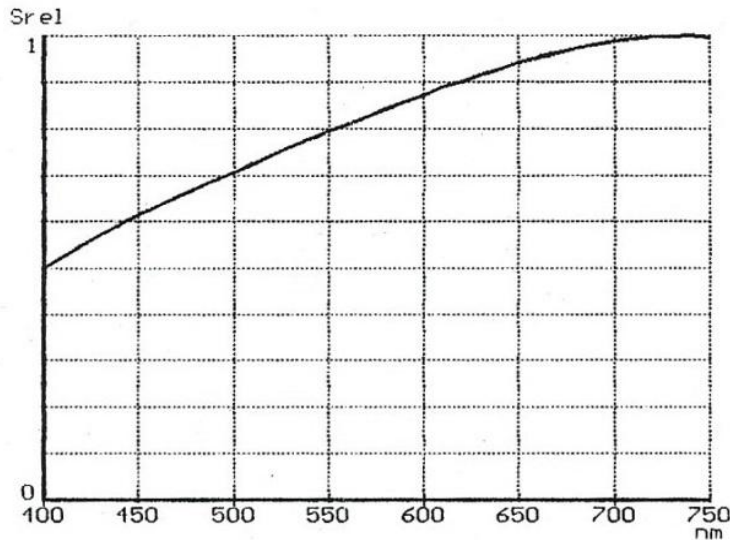
- ▶ LED: gyártói adatok pontossága
  - Átlagolt értékek
  - Gyártási folyamatba integrált mérések
- ▶ **Tendencia:** egyre pontosabb katalógusok, de vajon a szimulációkhoz biztosított adatok mennyire helytállóak?



# Kitérő: LED mérés technika I.

## ▶ Fotométerek

**CÉL:** fotometriai mennyiségek



detektor + szűrő =  $v(\lambda)$  közelítő detektor karakterisztika

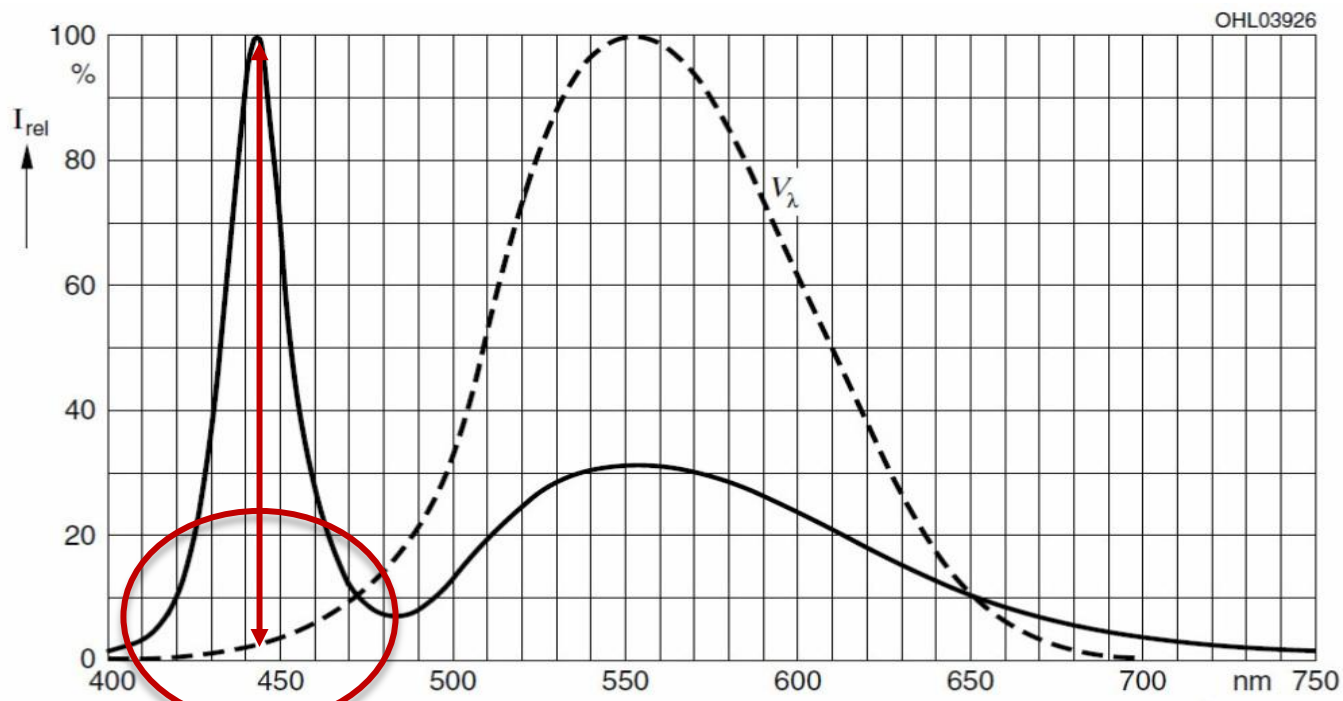
Kalibrálás folytonos színeképű fényforrással

Mérendő fényforrás spektruma hasonló  $\Rightarrow$  pontos eredmény,  
vagy viszonylag egyszerű **korrekció**

*f1' színeképi illesztési  
jósági index (...)*

# Kitérő: LED mérés technika II.

- ▶ „hideg fehér” LED spektrális teljesítmény-eloszlása



**Probléma!** Korrekció nehézkes, LED-specifikus.

CIE ajánlás: fotométer helyett spektroradiométer.

# Szimuláció: elmélet

- ▶ „Non-sequential ray tracing”
- ▶ Monte-Carlo modell
  - Neumann János 1947
  - Segítségével determinisztikus problémák oldhatók meg véletlen események sorozatával

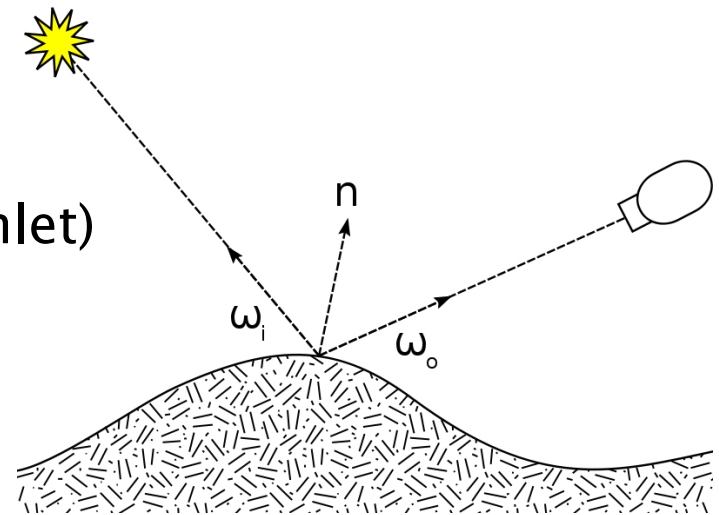


## Anyagjellemzők

### *kétirányú reflexió-eloszlás függvény*

(Transzmisszióra is hasonló egyenlet)

$$f_r(\omega_i, \omega_o) = \frac{dL_o(\omega_o)}{dE_i(\omega_i)}$$

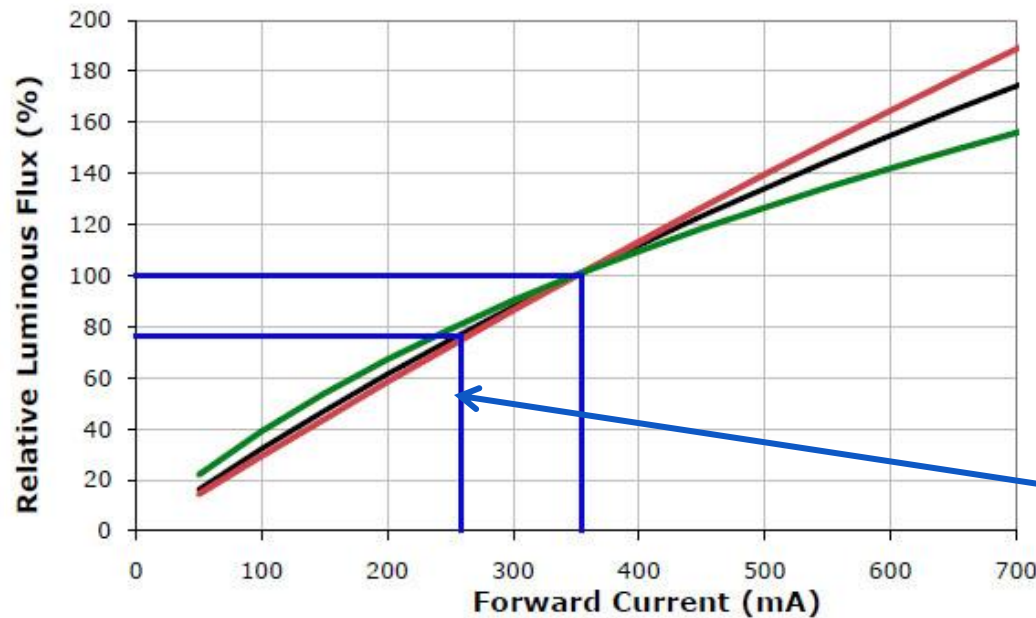


# LED $\Rightarrow$ szimuláció

- ▶ Gyári adatok: „Ray file” („sugár fájl”)
  - ❖ LED családkhoz tartozó fotometriai paraméterek;
  - ❖ Csak intenzitásértékek, nincsenek hullámhossz adatok;



**Kötelező: LED fényáram def.**  
Opcionális: spektrum def.

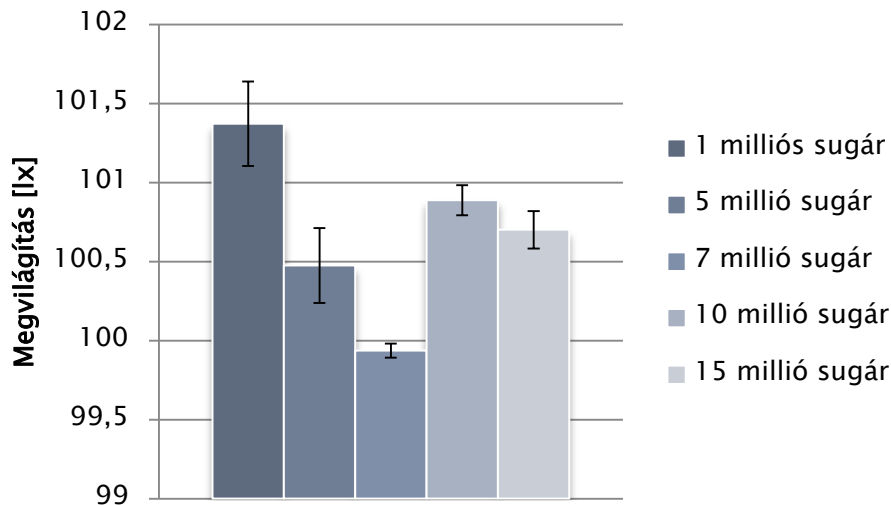


**Nem névleges  
árammal meghajtva**

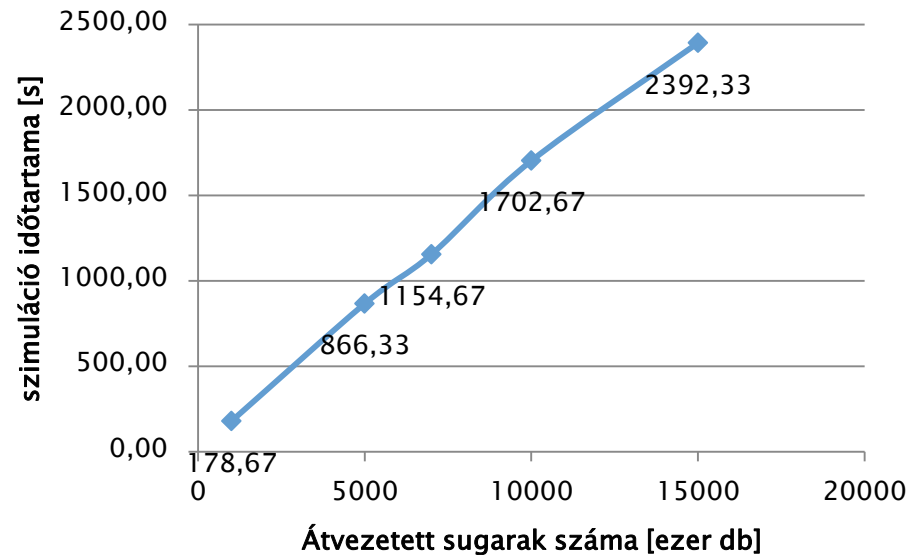
- ▶ 350 mA (névleges)  $\Rightarrow$  100%, azaz esetünkben 430 lm
- ▶ 260 mA  $\Rightarrow$  75%, azaz 320 lm.

# Szimulációs paraméterek vizsgálata

Átvezetett sugarak számának hatása az eredményre



Átvezetett sugarak számának hatása a szimuláció időtartamára



Egyszerűbb geometriáknál elfogadható eredmény alacsonyabb számú sugárátvezetéssel is.

**Konklúziók:** átvezetett sugarak számának növelése  
⇒ időtartam egyenes arányban nő  
⇒ szórács csökken

# Eredmények, összehasonlítások #1

|                          |            | FÉNYSŰRŰSÉG*<br>[cd/m <sup>2</sup> ] | eltérés [%] | FÉNYERŐSSÉG<br>/max/ [cd] | eltérés [%] |
|--------------------------|------------|--------------------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| (260 lm)                 | mért       | 543734                               | 0%          | 107,1                     | 0%          |
| <b>ray file: 320 lm</b>  | ø spektrum | 619010                               | 13,84%      | 127,88                    | 19,40%      |
|                          | spektrum   | 629000                               | 15,68%      | 128,19                    | 19,69%      |
| <b>Katalógus alapján</b> | ø spektrum | 502946                               | -7,5%       | 103,9                     | -2,99%      |
|                          | spektrum   | 511063                               | -6,01%      | 104,55                    | -2,38%      |
| <b>ray file: 260 lm</b>  | ø spektrum | 518421                               | -4,66%      | 107,1                     | 0%          |
|                          | spektrum   | 526788                               | -3,12%      | 107,36                    | 0,24%       |
| <b>Mérés alapján</b>     | ø spektrum | 518421                               | -4,66%      | 107,1                     | 0%          |
|                          | spektrum   | 526788                               | -3,12%      | 107,36                    | 0,24%       |
| ray file: 268 lm         | ø spektrum | 518421                               | -4,66%      | 107,1                     | 0%          |
|                          | spektrum   | 526788                               | -3,12%      | 107,36                    | 0,24%       |

\* További mérésekre lehet szükség





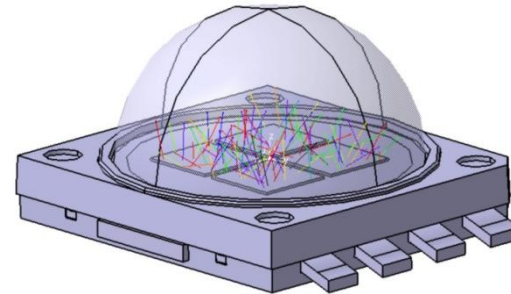
# Eredmények, összehasonlítások #2

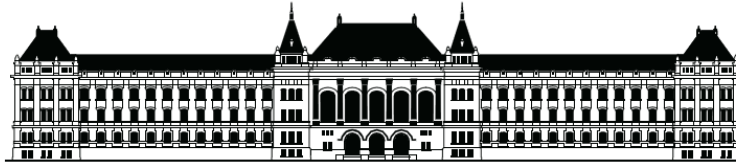
| [lx]   |            | MEGVILÁGÍTÁS [lx] |         |                  |
|--|------------|-------------------|---------|------------------|
|  |            | 1x1 m átlag       | max     | eltérés (max-ra) |
| mért (i1Pro)                                 |            | -                 | 102     | 0%               |
| ray file: 320 lm<br><u>Katalógus alapján</u> | ø spektrum | 93,99             | 126,747 | 24,26%           |
|  | spektrum   | 94,12             | 127,663 | 25,16%           |
| ray file: 260 lm<br><u>Mérés alapján</u>     | ø spektrum | 73,67             | 102,7   | 0,69%            |
|  | spektrum   | 76,47             | 103,702 | 1,67%            |
| ray file: 268 lm                             | ø spektrum | 78,72             | 106,15  | 4,07%            |
|  | spektrum   | 78,83             | 106,892 | 4,80%            |

# Összefoglaló

LED fotometriai jellemzői: **szimuláció vs. mérés:**

- ▶ Nem névleges árammal hajtva a szóban forgó LED-et a katalógusadatok használata hibához vezet (~20%)
  - Egyedi hiba?
  - Más gyártók termékei / katalógusadatai?
- ▶ Névleges értéken az eredmény elfogadható, pár százalékos hiba
  - Pár százalékos eltérés a különböző fotometriai mennyiségek mért és szimulált értékei között





M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

# KÖSZÖNÖM A MEGTISZTELŐ FIGYELMET!



Budapest, 2012. február 7.