

Fényforrás spektrumának pupillaátmérőre gyakorolt hatása

Simon Péter Gábor

Pannon Egyetem

Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék

Virtuális Környezetek és Fénytani Kutató Laboratórium

Tartalom

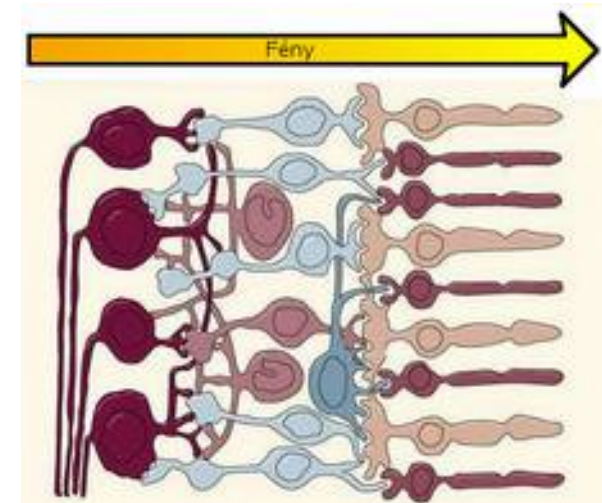
- A kutatás célja
- Látórendszer és éberség
- Kísérlet
 - Használt eszközök
 - Kísérleti összeállítás
- Eredmények
- További vizsgálatok

A kutatás célja

- Egy kísérleti eljárás megtervezése, mellyel vizsgálni tudjuk a spektrum és az éberség közti kapcsolatot a lehető legközvetlenebb módon.
- Az eredmények alapján olyan javaslatok megfogalmazása, amelyekkel szervezetünk természetes biológiai ritmusához alkalmazkodó fényforrásokat tervezhetünk.
(”egészséges fényforrás”)

Látórendszer és éberség

- A világítás és hatása a szervezetre
 - Hatásmechanizmus
 - ipRGC⁽¹⁾-->tobozmirigy ->
 - Hormon (melatonin) termelés ->
 - Éberség változása (lassú folyamat)
 - A pupillaátmérő mutatója a(z):
 - szembe jutó fény mennyiségének
 - aktuális éberségi szintnek
 - érzelmi állapotnak
 - ...
 - A nem kívánatos hatások kiszűrése fontos!



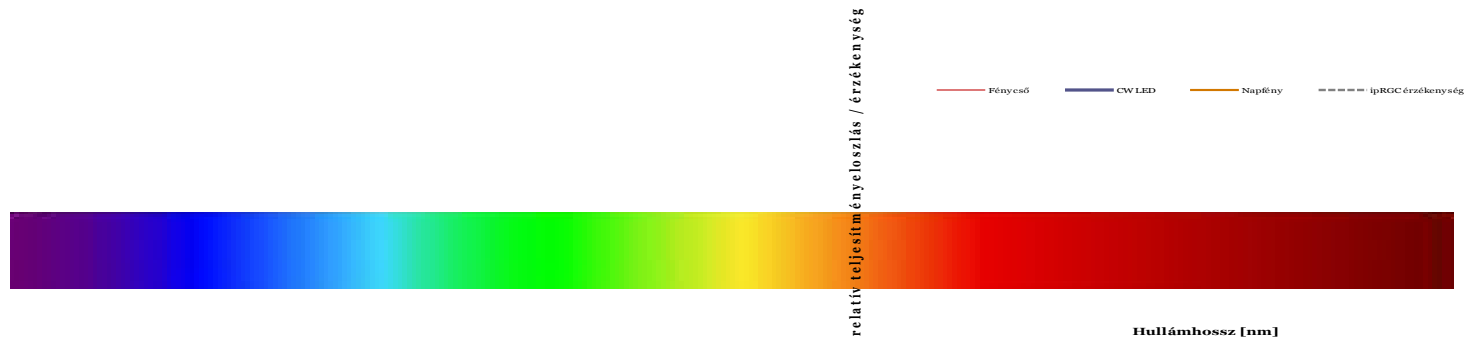
Látórendszer és éberség

A fényérzékeny ganglionsejtek érzékenysége és néhány fényforrás jellemző spektrális teljesítmény-eloszlása

0.277

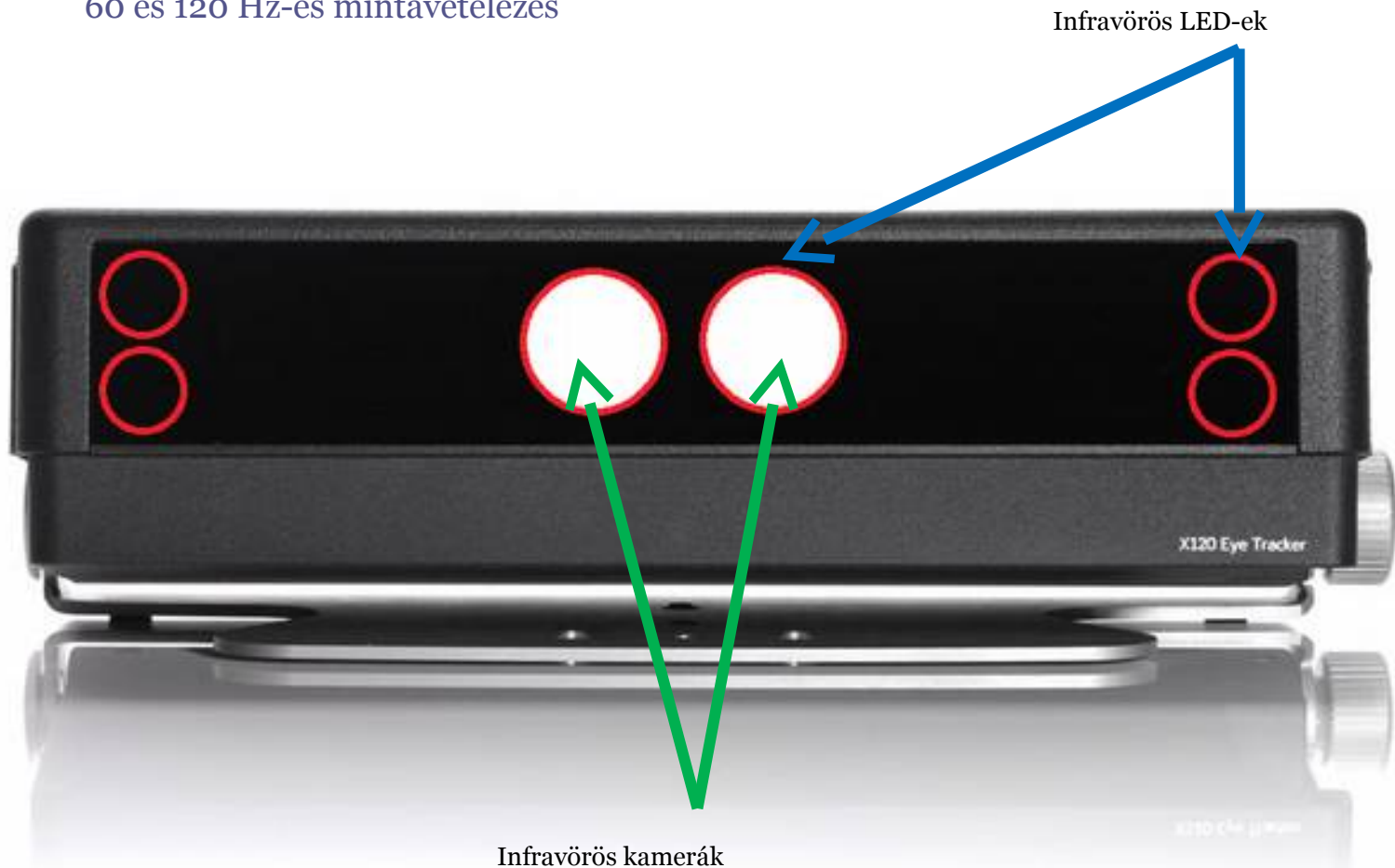
0.439

0.939



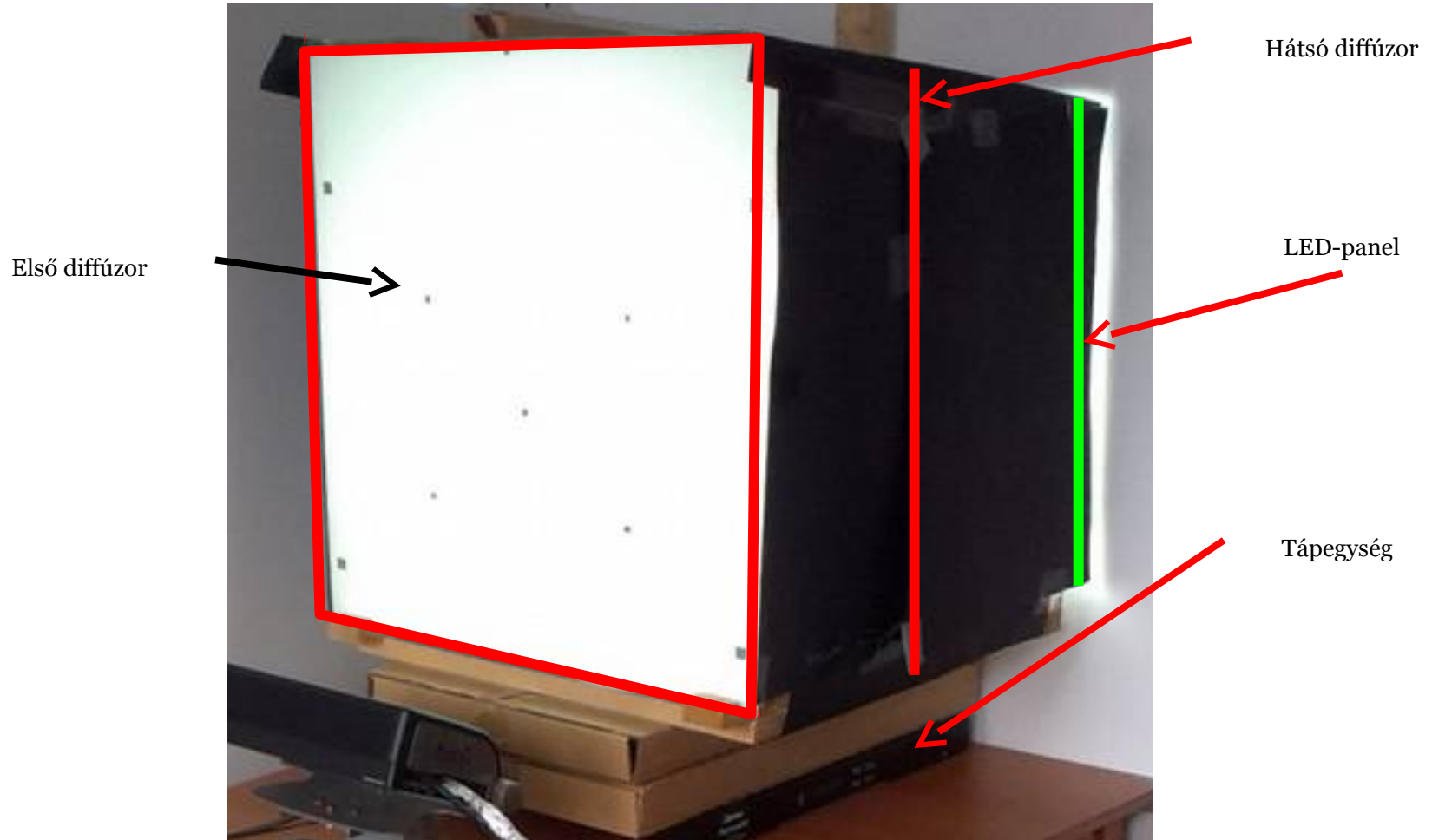
Kísérlet

- Szemkövető berendezés
 - 60 és 120 Hz-es mintavételezés



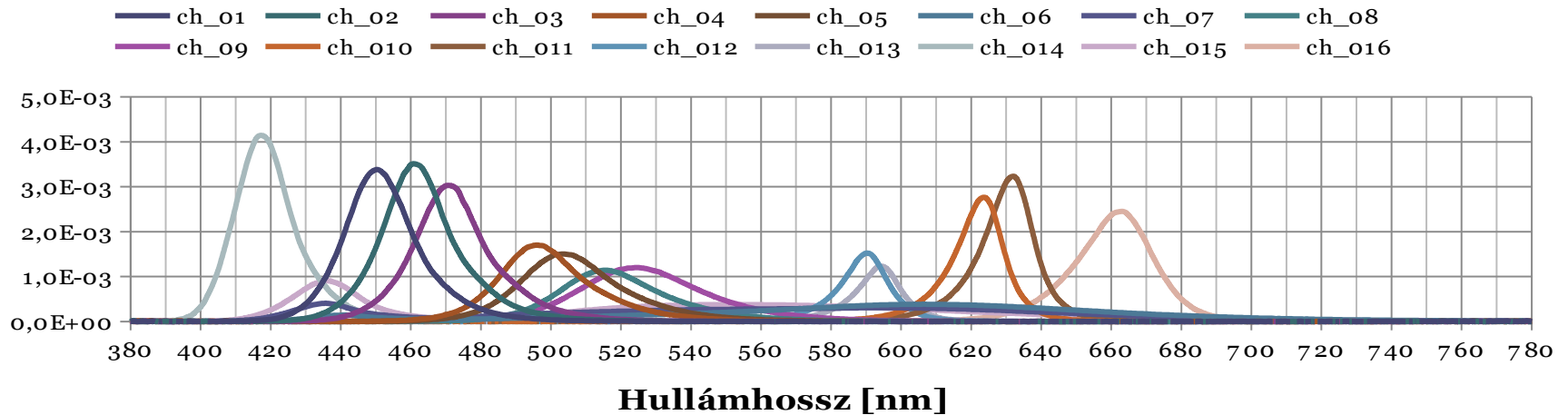
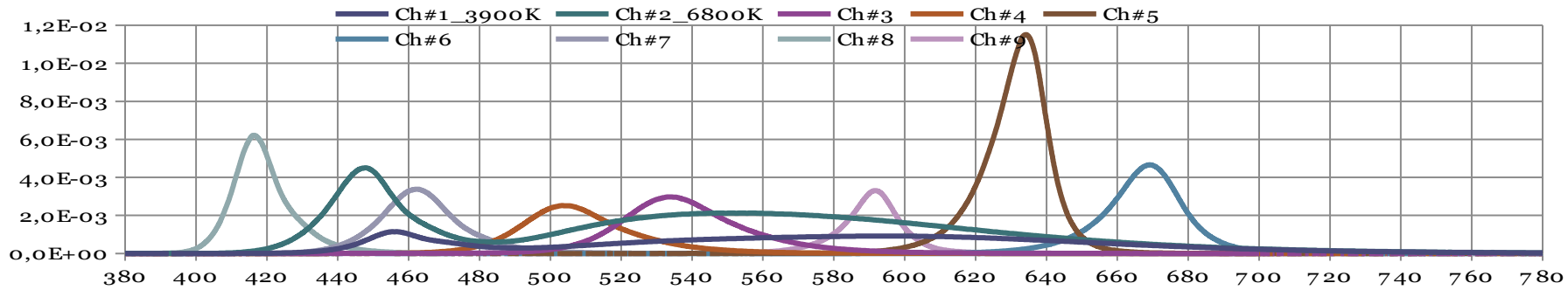
Kísérlet

- A kísérleti fényforrás (világító panel) felépítése



Kísérlet

□ LED-panelek csatornái



Kísérlet

- Felhasznált eszközök:
 - Szemkövető berendezés
 - Kísérleti fényforrás (világító panel)
 - Csatornánként hangolható LED-panel
 - Diffúzorok
 - Billentyűzet
 - Betű-táblázatok írásvetítő fólián

Kísérlet

- A kísérleti összeállítás

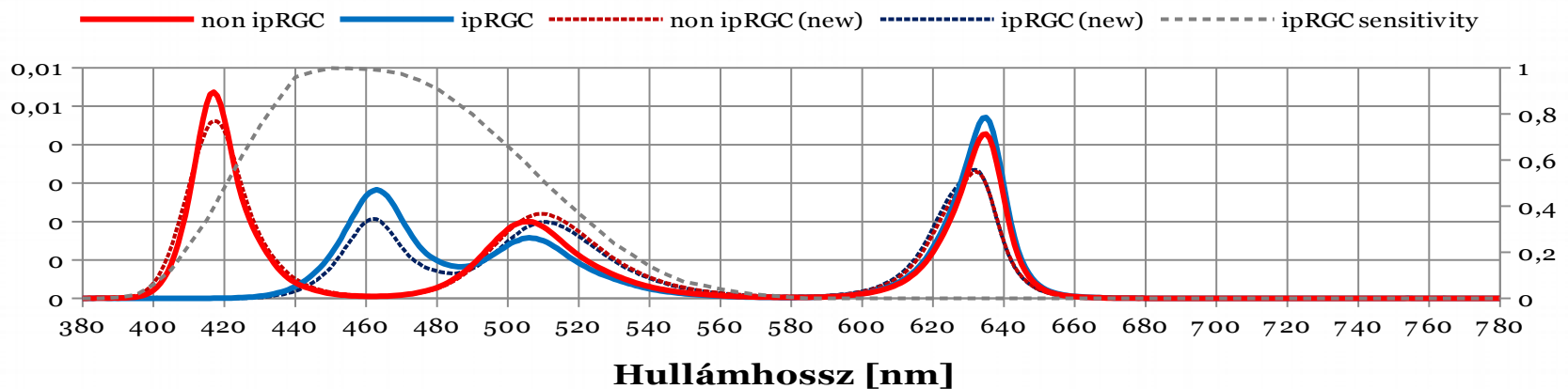


Kísérlet

Alkalmazott stimulus

- 2 db fehér megvilágítás, 416 nm, illetve 462 nm-es kék LED-ek felhasználásával
- Két kísérletsorozat, kis mértékben különböző spektrumokkal
- Két kísérletsorozat, kis mértékben különböző spektrumokkal
- A kísérlet közben: megadott betűk keresése (tétlen várakozás hatásának kiküszöbölése)
- A kísérlet közben: megadott betűk keresése (tétlen várakozás hatásának kiküszöbölése)

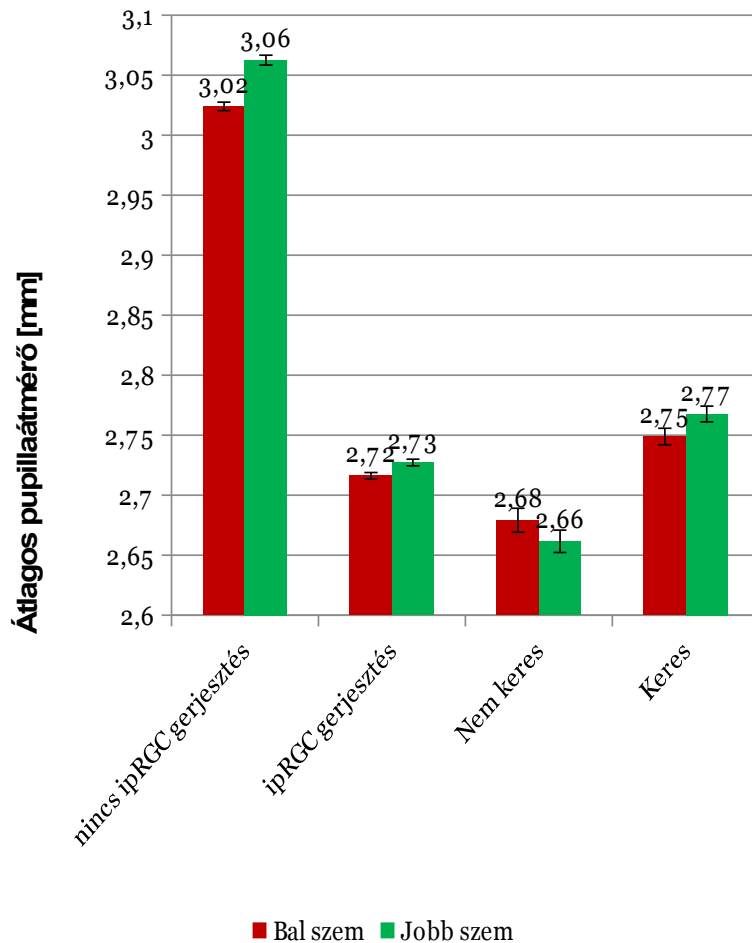
Sugársűrűség [$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot nm^{-1}$]



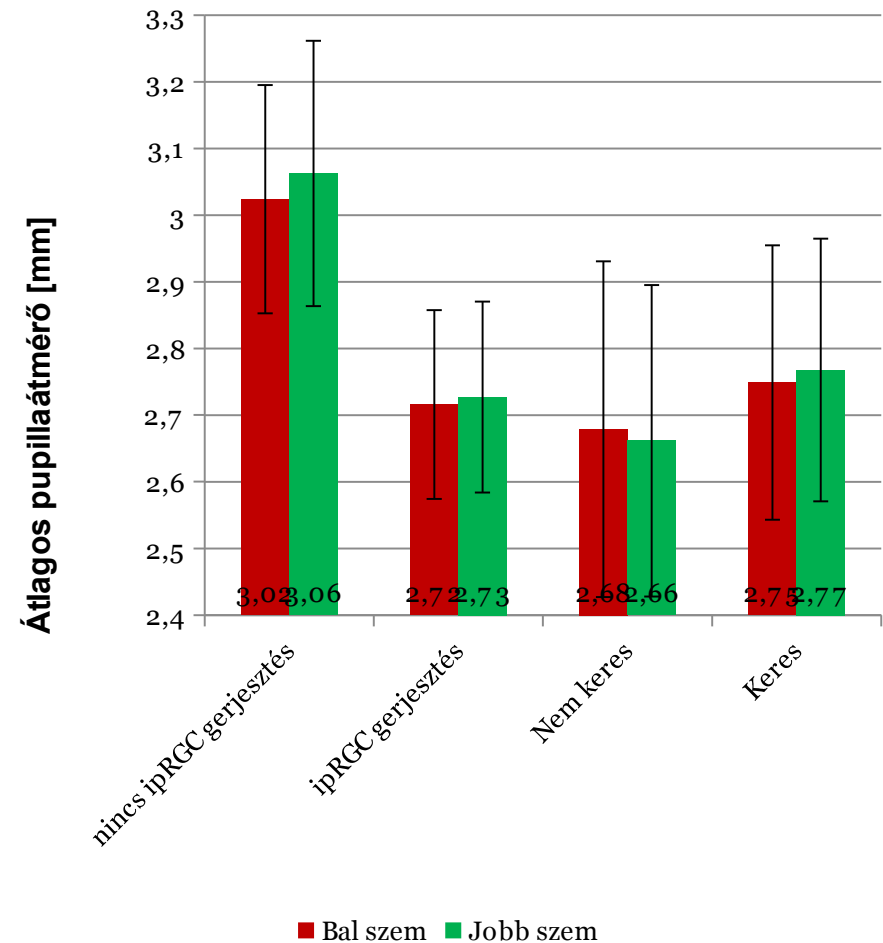
Relatív érzékenység

Eredmények

Pupilla átmérő (megbízhatósági szintekkel)



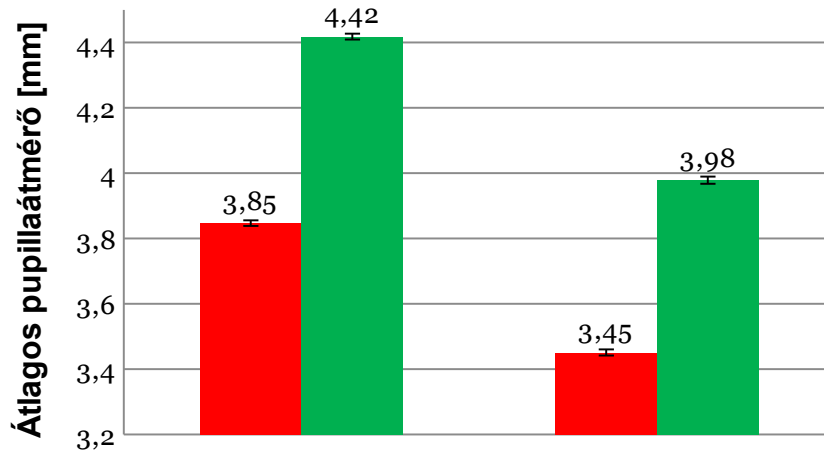
Pupilla átmérő (szórással)



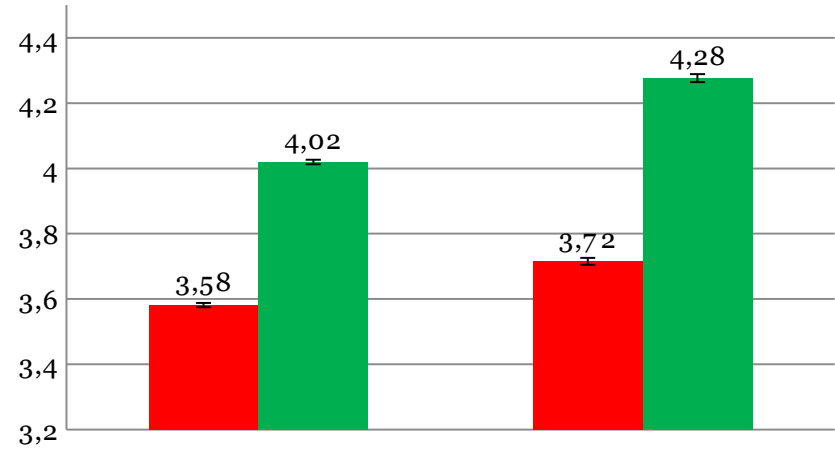
Eredmények

non ipRGC -> ipRGC

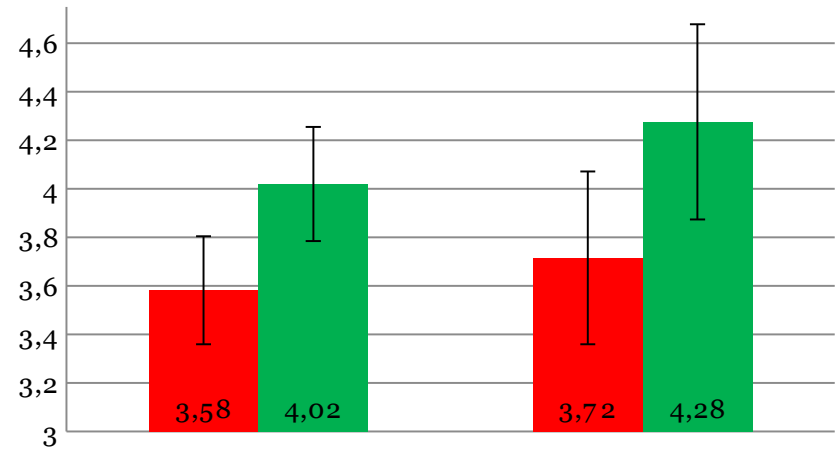
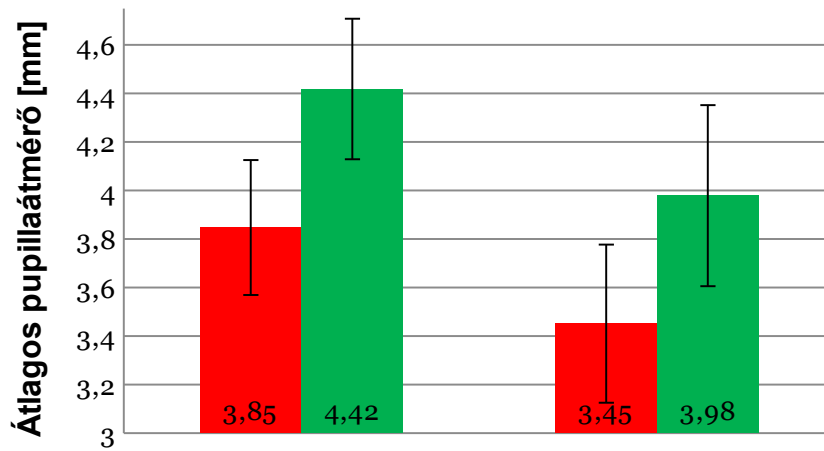
(megbízhatósági szintekkel)



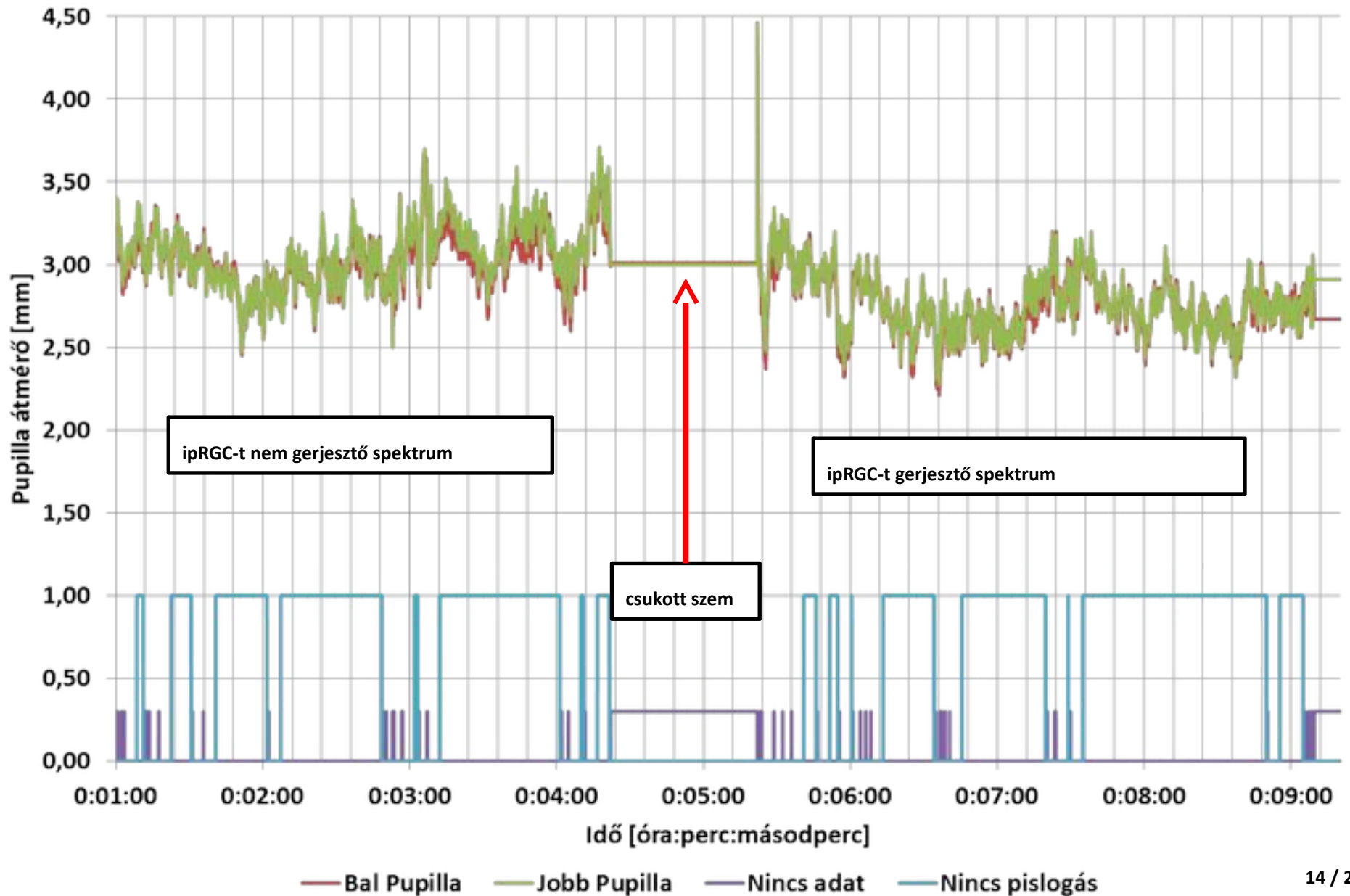
ipRGC -> non ipRGC



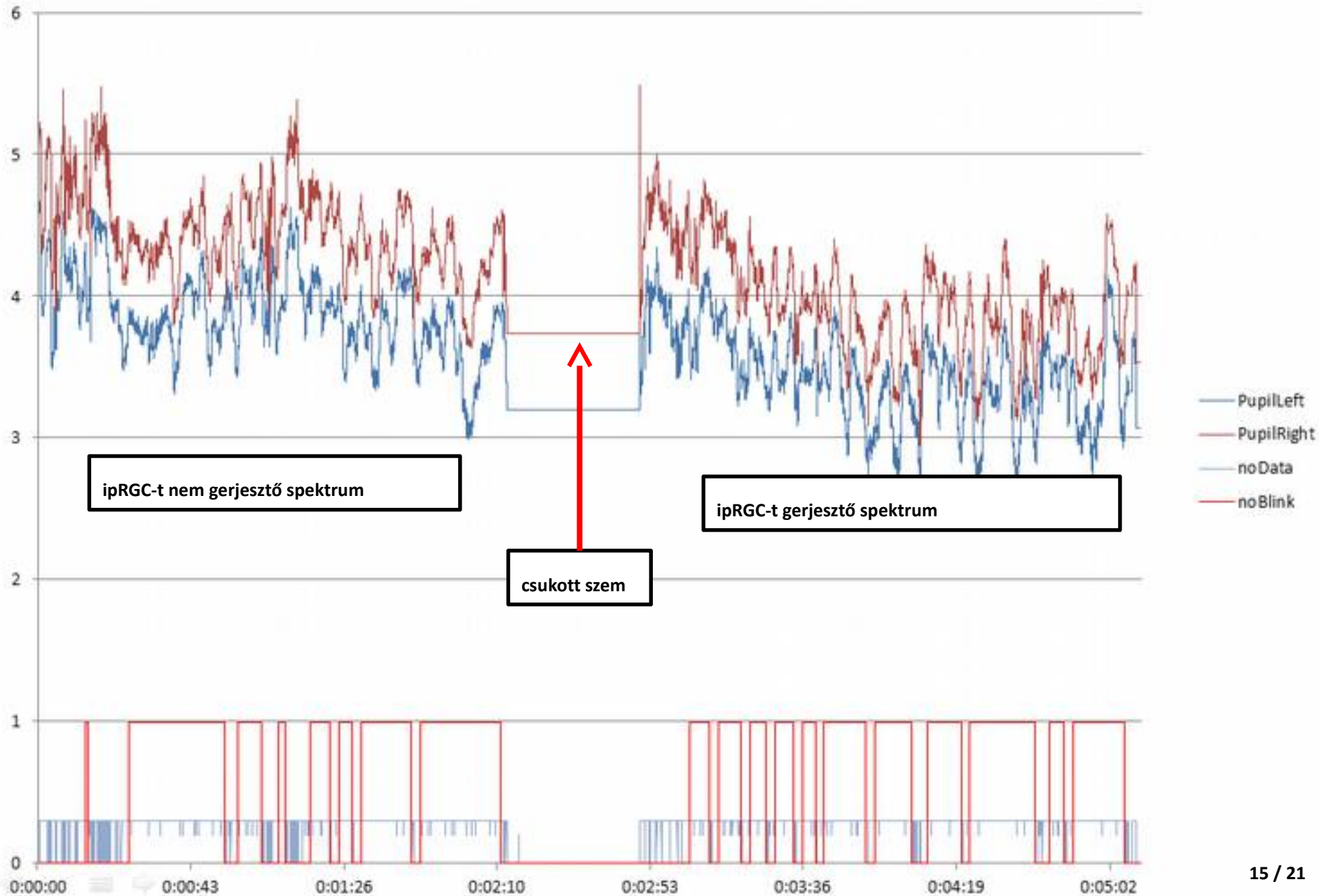
(szórással)



A szemkövető által rögzített pupillaátmérők időfüggvénye



A szemkövető által rögzített pupillaátmérők időfüggvénye



A szemkövető által rögzített pupillaátmérők időfüggvénye



Eredmények

□ Mért adatok, és a pupillaátmérők különbsége

| | non ipRGC -> ipRGC | | ipRGC -> non ipRGC | | ipRGC -> non ipRGC | | non ipRGC -> ipRGC | |
|----------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|
| Átlag (bal) [mm] | 2,748 | 2,644 | 2,767 | 2,788 | 2,836 | 2,832 | 3,024 | 2,716 |
| Átlag (jobb) [mm] | 2,935 | 2,810 | 2,742 | 2,785 | 2,819 | 2,813 | 3,063 | 2,727 |
| Szórás (bal) [mm] | 0,156 | 0,139 | 0,243 | 0,199 | 0,118 | 0,229 | 0,171 | 0,142 |
| Szórás (jobb) [mm] | 0,160 | 0,150 | 0,233 | 0,209 | 0,111 | 0,231 | 0,199 | 0,143 |
| Különbség (bal) [%] | -3,80% | | +0,76% | | -0,16% | | -10,18% | |
| Különbség (jobb) [%] | -4,26% | | +1,57% | | -0,24% | | -10,96% | |

| | non ipRGC -> ipRGC | | ipRGC -> non ipRGC | | nemKeres -> keres | | keres -> nemKeres | |
|----------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|
| Átlag (bal) [mm] | 2,931 | 2,675 | 2,674 | 2,990 | 2,679 | 2,749 | 2,568 | 2,521 |
| Átlag (jobb) [mm] | 2,909 | 2,661 | 2,733 | 3,041 | 2,661 | 2,768 | 2,738 | 2,693 |
| Szórás (bal) [mm] | 0,298 | 0,249 | 0,170 | 0,184 | 0,252 | 0,206 | 0,258 | 0,227 |
| Szórás (jobb) [mm] | 0,311 | 0,242 | 0,172 | 0,200 | 0,234 | 0,197 | 0,285 | 0,253 |
| Különbség (bal) [%] | -8,76% | | +11,82% | | +2,61% | | -1,84% | |
| Különbség (jobb) [%] | -8,53% | | +11,25% | | +3,99% | | -1,63% | |

Eredmények

- A második kísérletsorozat eredményei (új spektrumok!)

| | non ipRGC -> ipRGC | | ipRGC -> non ipRGC | | non ipRGC -> ipRGC | | non ipRGC -> ipRGC | |
|----------------------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|
| Átlag (bal) [mm] | 3,93 | 3,69 | 3,58 | 3,72 | 3,62 | 3,48 | 3,85 | 3,45 |
| Átlag (jobb) [mm] | 4,41 | 4,16 | 4,02 | 4,28 | 4,07 | 3,96 | 4,42 | 3,98 |
| Szórás (bal) [mm] | 0,25 | 0,32 | 0,22 | 0,36 | 0,21 | 0,30 | 0,28 | 0,33 |
| Szórás (jobb) [mm] | 0,25 | 0,34 | 0,24 | 0,40 | 0,21 | 0,36 | 0,29 | 0,37 |
| Különbség (bal) [%] | -5,98% | | 3,74% | | -3,83% | | -10,30% | |
| Különbség (jobb) [%] | -5,56% | | 6,39% | | -2,64% | | -9,95% | |

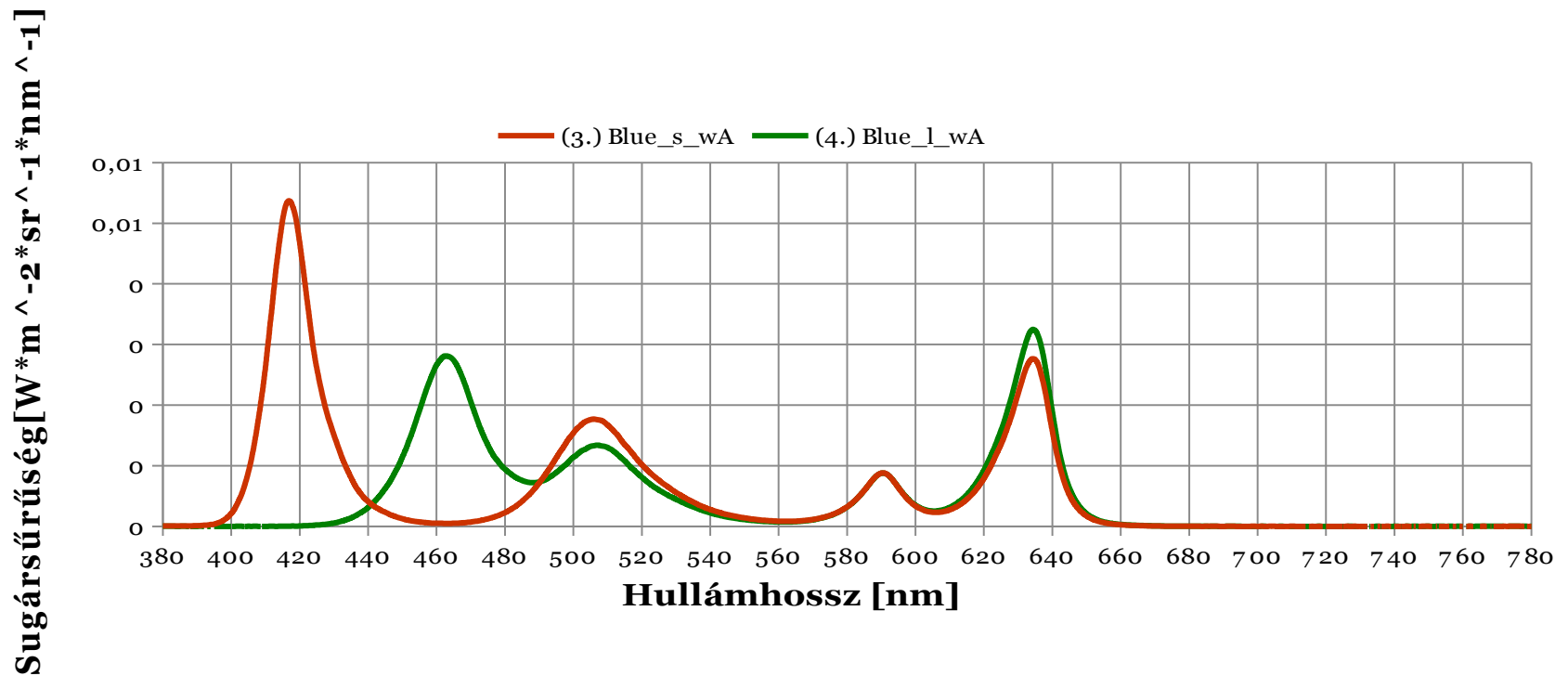
Eredmények

- Következtetések az eredmények alapján:
 - A fényforrás spektruma befolyásolja a pupillaátmérőt (azonos fénysűrűség mellett)
 - Az ipRGC sejteket ingerelve kisebb a pupillaátmérő.
 - Ezt okozhatja az éberségi szint változása, de...
 - ... az ipRGC sejtek és a többi fotoreceptor közötti kapcsolat is (világosabbnak észleljük),
 - vagy mindkettő egyszerre.

- További vizsgálatokra van szükség.

További vizsgálatok

- A kísérlet megismétlése két új spektrumot felhasználva
- Új típusú feladat végeztetése a vizsgálat közben
- EEG és szemkövető együttes használata
 - interferencia kiküszöbölése



Összefoglalás

- Fényérzékeny ganglionsejtek, fényforrás spektruma és az éberség kapcsolata
- Pupillaátmérő, mint az éberség mutatója
- Vizsgálati módszerek: szemkövető, hangolható spektrumú fényforrás
- Eredmény: Jelentős változás a pupillaátmérőben

Köszönöm a figyelmüket!

A kísérlet a „TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0072 Energia ellátó és hasznosító rendszerek korszerűsítésének és hatékonyabb üzemeltetésének tervezése és optimalizálása megújuló energiaforrások és infokommunikációs technológiák felhasználásával” projekt támogatásával jött létre.