

FELHASZNÁLÓI VISSZAJELZÉSEK SZEREPE EGY ÖSSZESZERELŐ ÜZEM LOKÁLIS VILÁGÍTÁSÁNAK MODERNIZÁCIÓJÁBAN: HELYSZÍNI KÍSÉRLETEK

Tóth Dávid Noel, Dr. Szabó Ferenc



Pannon Egyetem
Műszaki Informatikai Kar
Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék
Fény- és Színtan Kutatólaboratórium

- Motiváció
- Emberközpontú világítás az iparban
- Helyszíni kísérletek
 - Kérdőívek
 - Mérések
- Összefoglalás

ritmus



A nap világos-sötét szakaszaihoz igazodik

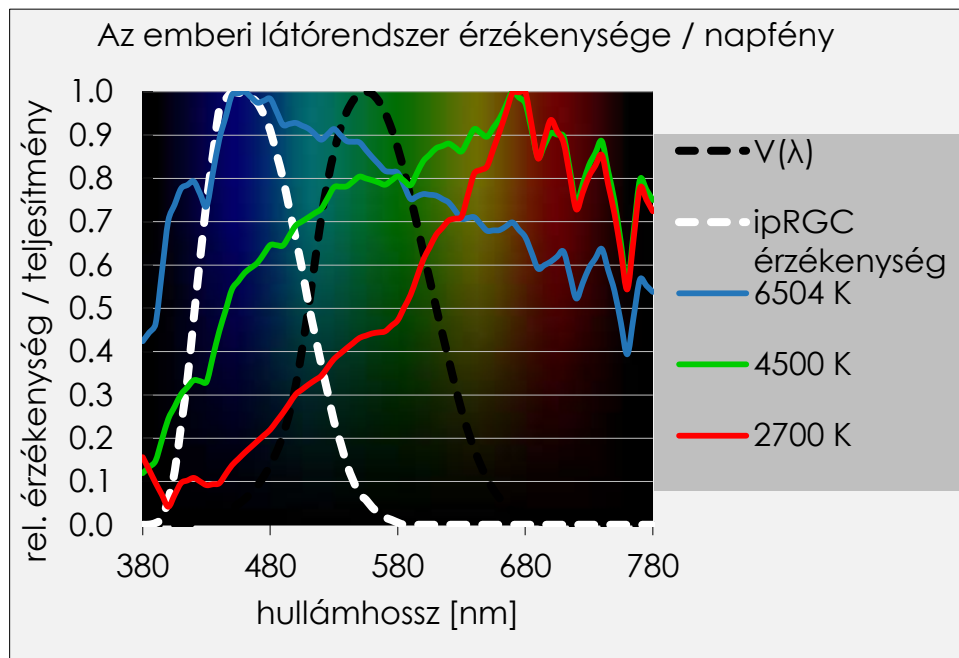
A retinán található ipRGC-k segítségével

- Érzékenység maximuma a 460 nm – 480 nm tartományban

A természetes fény hiánya negatív hatást gyakorolhat az egészségi állapotra

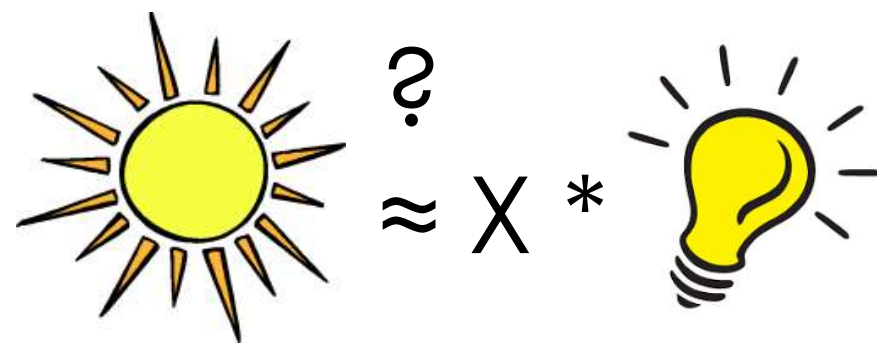
- Éjszakai munkavégzés vagy ablak nélküli üzemben
- Lehetséges megoldás: **Emberközpontú világítás**

számítása



⇒ CL

Napfény CCT	CL_A
6504 K	2036
4500 K	1009
2700 K	1002



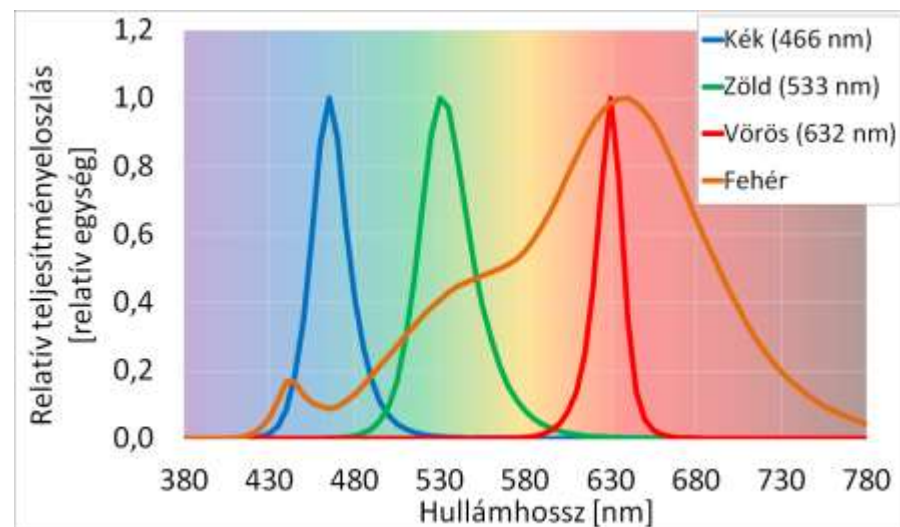
⇒ CL_A

Mesterséges fényforrás	CL_A
izzólámpa	1000
3 sávós fénycső	711





- Korszerű világítástechnikai megoldás
- Különbféle irányelveket tartalmaz
- Az életminőség javítását célozza meg
- Optimális látásminőség
- Nem vizuális hatások figyelembe vétele
- Energiahatékonyság
- A különféle gyártók eltérő, egyedi módszerekkel próbálják implementálni



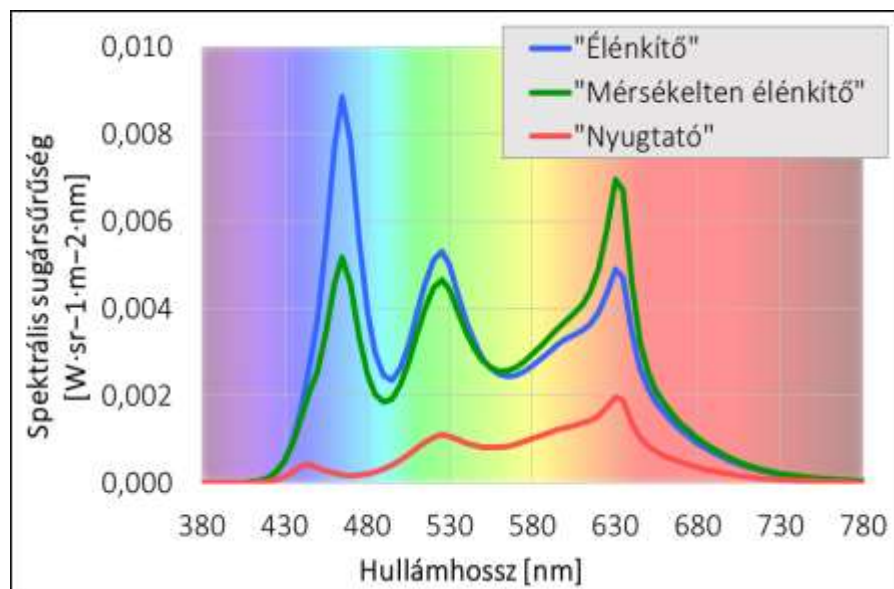
• Folytonos átmenetek előre beállított „világítási sarokpontok” között

Sarokponti beállítások optimalizálása:

- $CL_A \Rightarrow$ minimális, maximális élénkítés, egy „mérsékeltén élénkítő” beállítás
- Korlátozó feltételek:
 - CCT, d_{UV} , R_f , R_g
 - 4 LED csatorna használata (vörös, zöld, kék, fényporos melegfehér)

A lámpatestekre programozott végleges sarokponti beállítások fotometriai tulajdonságai:

Név	E_v [lx]	CCT [K]	d_{UV}	R_a	R_f	R_g	CL_A
„Élénkítő”	1300	6500	0,003	85	81	99	2420
„Mérsékelt”	1000	4200	-0,002	85	84	101	1039
„Nyugtató”	750	3000	0,008	95	92	99	654

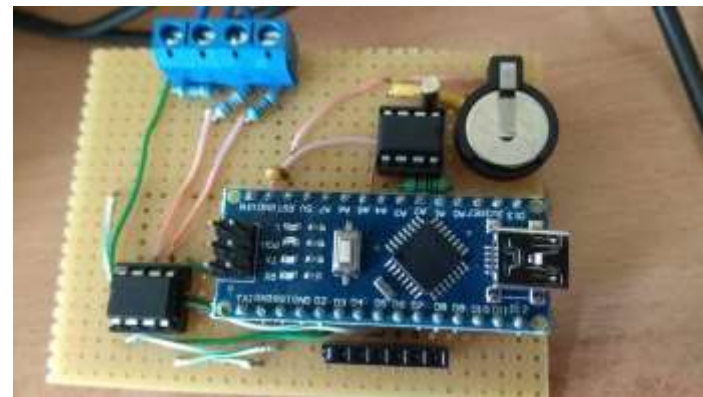


Délelőtti műszak

5:25	Automata bekapcsolás
5:25 – 9:00	„Élénkítő” beállítás
9:00 – 9:30	„Élénkítő” – „Mérsékelt” átmenet
9:30 – 13:55	„Mérsékelt” beállítás
13:55	Átállás délutáni műszakhoz

Délutáni műszak

14:00 – 16:00	„Élénkítő” beállítás
16:00 – 16:30	„Élénkítő” – „Mérsékelt” átmenet
16:30 – 18:00	„Mérsékelt” beállítás
18:00 – 18:30	„Mérsékelt” – „Nyugtató” átmenet
18:30 – 22:25	„Nyugtató” beállítás
22:25	Automata kikapcsolás



Cél:

- Az ablak nélküli üzem dolgozóinak napi bioritmusának támogatása az erre kifejlesztett emberközpontú lámpatestek segítségével.



Hipotézis: az új, modern világítási rendszer hatással van a dolgozók éberségére és koncentrációs képességére



OBJEKTÍV

SZUBJEKTÍV

kísérletek használata a hatások vizsgálatára





- **Objektív és szubjektív adatgyűjtés:**

- Objektív: **pulzus monitorozó okoskarórák**

- Szubjektív: **kérdőívek segítségével**

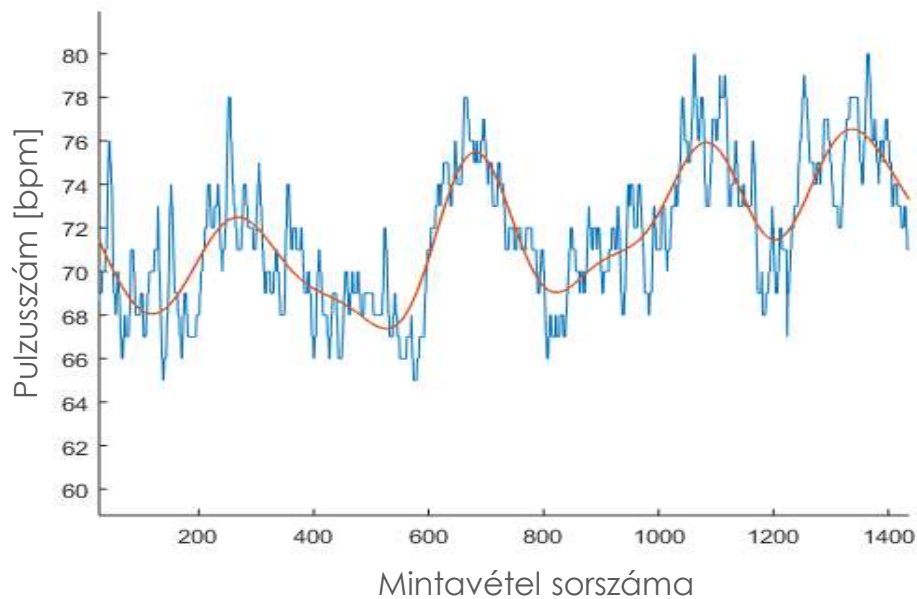
- Pulzus rögzítése:**

- Mindkét műszakban, az emberközpontú lámpatestek cseréje előtt és után is
 - A kísérlet első szakaszában az emberközpontú lámpatestek alatt
 - A kísérlet második szakaszában LED csöves világítás alatt

- Kérdőívek:**

- Mindkét műszakban
 - Kitöltés szünetekben valamint munka előtt és után

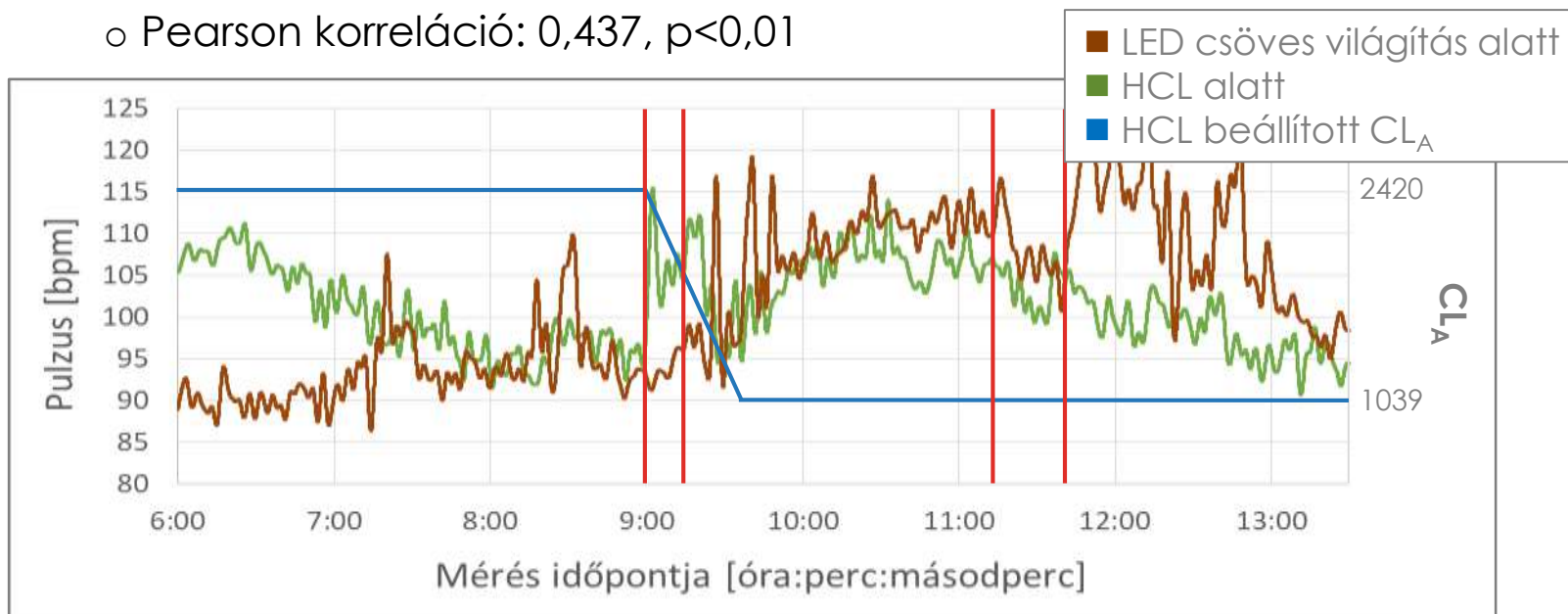
- A résztvevők pulzusának folyamatos rögzítése
 - Mindkét műszakban
 - Okos sportkarórák segítségével
- A mérési eredmények a szenzorok mérési zajával terheltek
 - Szűrés szükséges feldolgozás előtt:
 - 0,05 Hz aluláteresztő szűrő



Hipotézis: A világítás hatása kimutatható a pulzusmérés eredményeiből



- Statisztikai kiértékelés
 - Pearson korreláció
- Összehasonlítás az aktuális beállítás spektrumából számított CL_A értékkel
 - A pulzusra gyakorolt hatás 2 órás késleltetésének figyelembe vételével
- Szignifikáns, közepes erősségű korreláció mutatható ki
 - Pearson korreláció: 0,437, $p < 0,01$



Példa: azonos dolgozó egy-egy pulzus mérése a két féle világítás alatt

- A résztvevők mindkét műszak során kérdőíveket töltöttek ki
 - Az emberközpontú lámpatestek és a LED csöves világítás használata közben is
- Kérdések:

Műszak elején:

„Mennyire érzi magát kipihentnek?” 1-Egyáltalán nem, 4-Teljes mértékben

Műszak közben, ismétlődően:

„Okoz-e a világítás káprázást? Ha igen, mennyire zavarja ez a munkavégzésben?” 1-Igen, szinte lehetetlen a munkavégzés, 4-Egyáltalán nem

„Mennyire álmosító a világítás a műszak első felében?” 1-Egyáltalán nem, 4-Nagyon álmosító

„Mennyire könnyen tud koncentrálni a műszak jelen munkaszakaszában?” 1-Nagyon nehezen, 4-Nagyon könnyen

Műszak végén:

„A munka során tapasztalt zavaró árnyékokat?” Igen / Nem

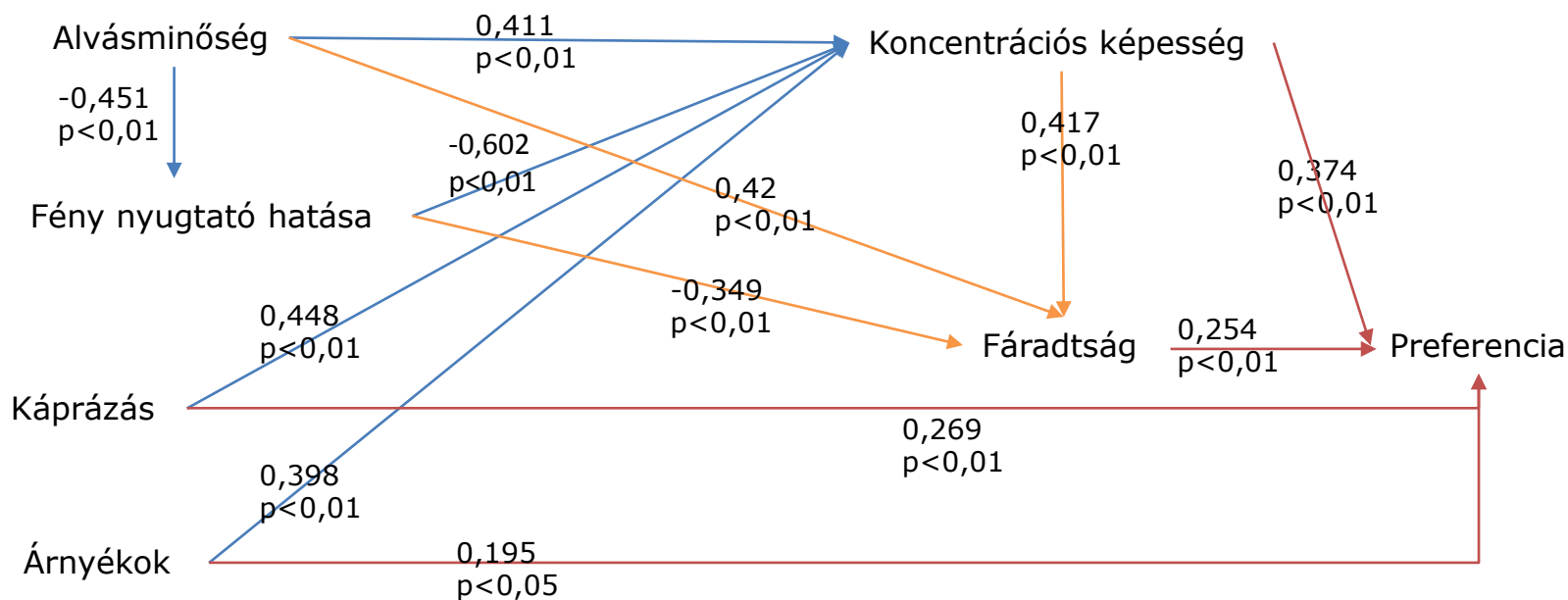
„Amennyiben igen, mennyire volt zavaró a munkavégzésben?” 1-Nagyon, 4-Egyáltalán nem

„Összességében mennyire elégedett az új világítással? Segíti-e a munkavégzést?” 1-Egyáltalán nem, 4-Nagyon elégedett vagyok

eredményei

Hipotézis: A világítás hatásai kimutathatóak a kérdőívek eredményeiből ✓

- Statisztikai kiértékelés
 - Spearman korreláció
 - Több szignifikáns korreláció is kimutatható:



- A fény hatása a cirkadián rendszerre
 - Lehetséges negatív következmények
 - A cirkadián hatás számszerűsítése
- Ipari emberközpontú világítás
- A kísérletben használt prototípus lámpatestek
 - 4 LED csatorna (vörös, zöld, kék, fehér)
 - Folytonos átmenetek előre beállított „világítási sarokpontok” között
- Hatások vizsgálata
 - Objektív és szubjektív módszerek alkalmazása
 - Pulzus monitorozás és kérdőívek
 - A világítás és éberség közötti kapcsolat
 - Statisztikai módszerek alkalmazása

KÖSZÖNÖM A MEGTISZTELŐ FIGYELMET

FELHASZNÁLÓI VISSZAJELZÉSEK SZEREPE EGY ÖSSZESZERELŐ ÜZEM LOKÁLIS VILÁGÍTÁSÁNAK MODERNIZÁCIÓJÁBAN: HELYSZÍNI KÍSÉRLETEK

Tóth Dávid Noel, Dr. Szabó Ferenc



Pannon Egyetem
Műszaki Informatikai Kar
Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék
Fény- és Színtan Kutatólaboratórium

A szerzők köszönetet mondanak a „Fényminőség fejlesztés az egészség és életminőség szolgálatában” című, GINOP-2.2.1-15-2017-00095 azonosítós számú projekt támogatásáért.