



Izdelava opreme za prikaz in merjenje fliker-ja in eksperiment

doc. dr. Matej B. Kobav
Matjaž Colarič mag. el.
Kaja Berkopec mag. TV

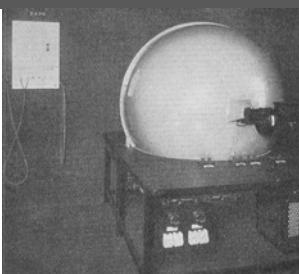


Uvod

Laboratorij za razsvetljavo in fotometrijo



ZGODOVINA
SLOVENSKE UNIVERZE
V LJUBLJANI
DO
LETA 1929



Laboratorij za fotometrične meritve je ves v črnem, ne le stene, ampak tudi pod in oknice, ki zastirajo svetlobo, so črne. V laboratoriju je fotometrična klop in fotometrična krogla (slika). Razen tega je postavljen v laboratoriju tudi zrealni galvanometer.





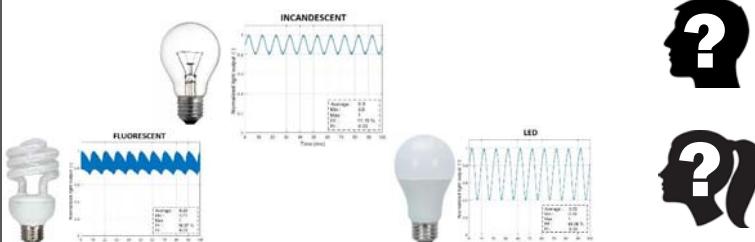
Kaj je fliker?

Hitre in ponavljačne spremembe v svetlosti ali barvi.

- V Evropi 100 Hz (USA 120 Hz)
- AC LED
- Driverji nizke kakovosti / LED nizke kakovosti (poceni)
- pri 100 Hz ljudje ne zaznajo zavedno

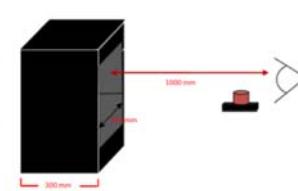
Pri kateri frekvenci je fliker zaznan zavedno?

Ali imata starost in spol kakšen vpliv?



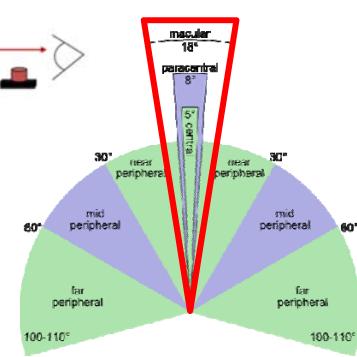
Kako dobiti odgovore?

Članek **Visual Perception of LED Flickering Controlled in a Colored Environment; Lydie AREXIS BOISSON et al.**
Objavljen 2014 v *Journal of Light & Visual Environment*



Obe študiji:

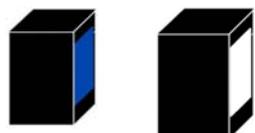
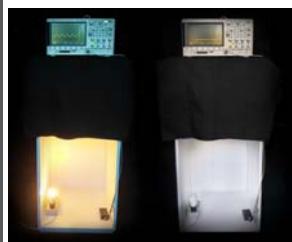
- kontrolirano okolje
- indirektna svetloba
- centralni vid





Kako dobiti odgovore?

1. Izdelava senzorja
2. Izdelava škatle za eksperiment
3. Izvedba eksperimenta



Kako meriti fliker - senzor

Senzor 1

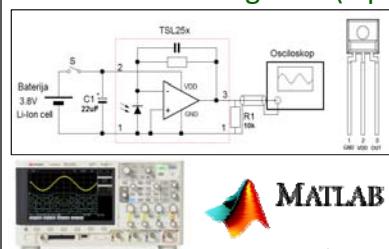
Chip TSL 257 - LIGHT-TO-VOLTAGE CONVERTER

- visoka občutljivost – ND filtri
- visok rising time (160-250 µs)

Senzor 2

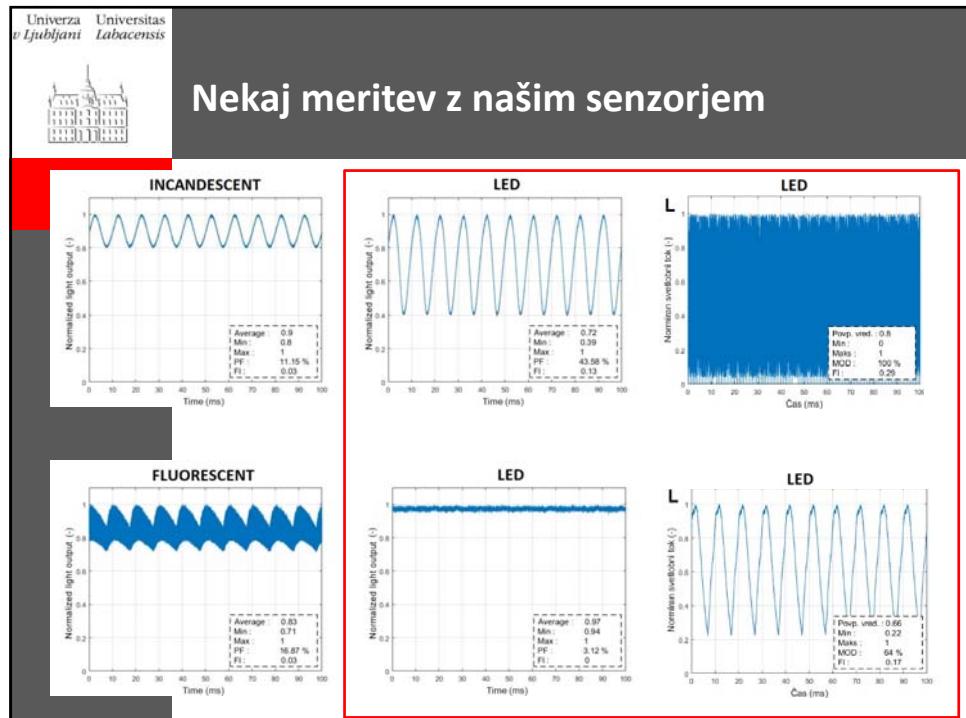
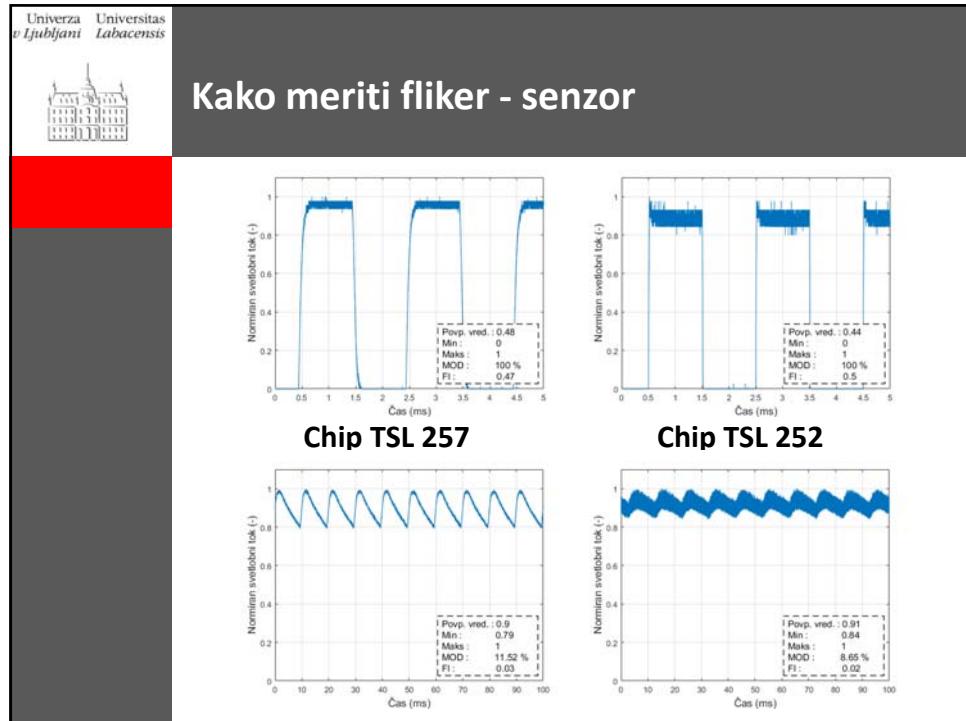
Chip TSL 252 - LIGHT-TO-VOLTAGE OPTICAL SENSOR

- nižja občutljivost – brez ND filtrov
- nizek rising time (7 µs)



Flicker Index
Modulation







Napajalni del škatle za eksperiment

Uporabnik lahko nastavi in spreminja:

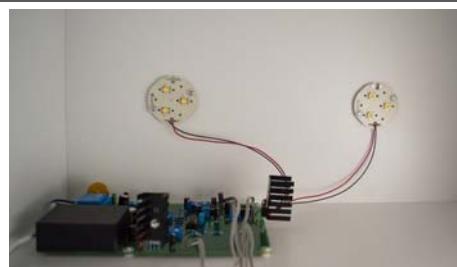
- PRAVOKOTNI ali SINUSNI signal
- FREKVENCA od 50 Hz do 500 Hz
- DELOVNI CIKEL (0-100 %)
- GLOBINA MODULACIJE / OFFSET



Osciloskop: RMS vrednost, frekvenca in delovni cikel



Škatla za eksperiment



Napajalnik in LED
(pogled od spodaj)

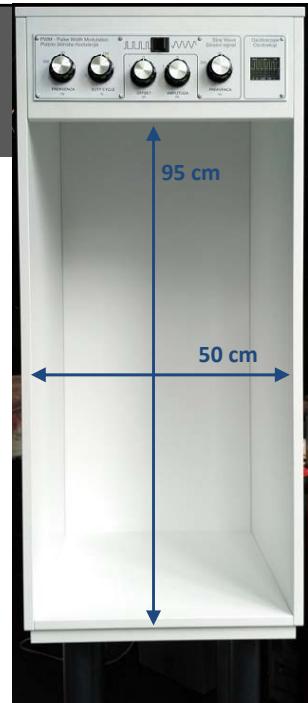
Svetlobni vir:

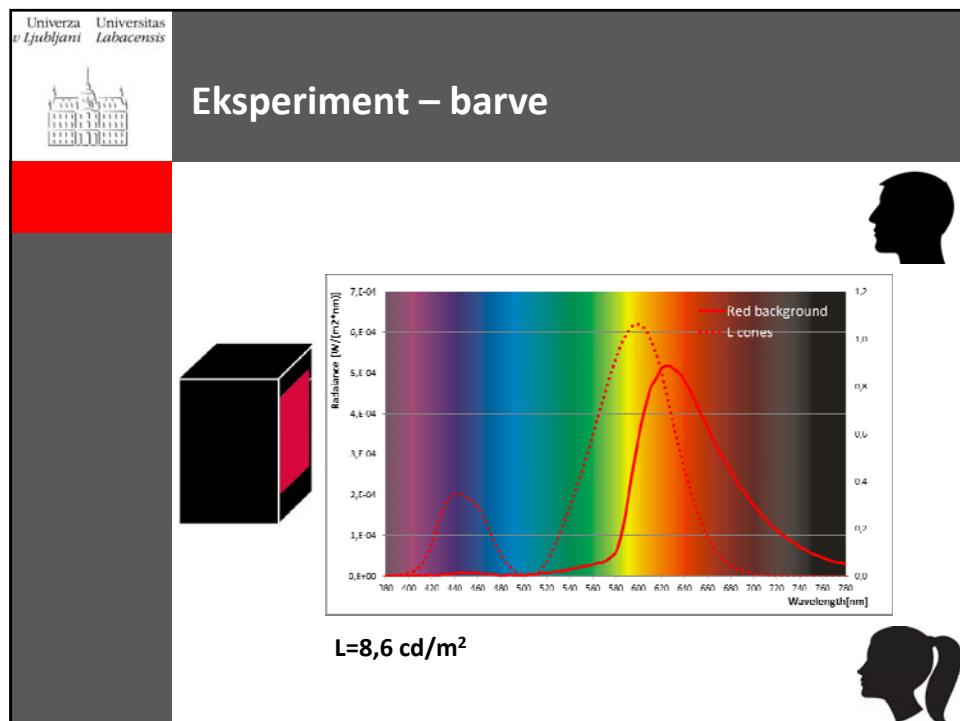
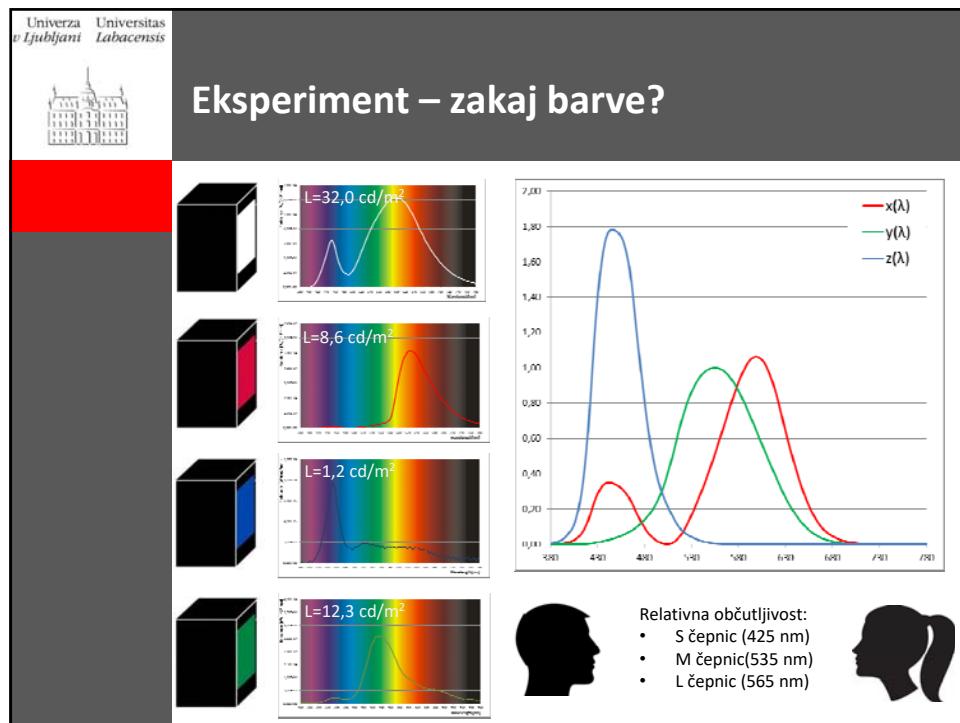
2 kos Vossloh-Schwabe

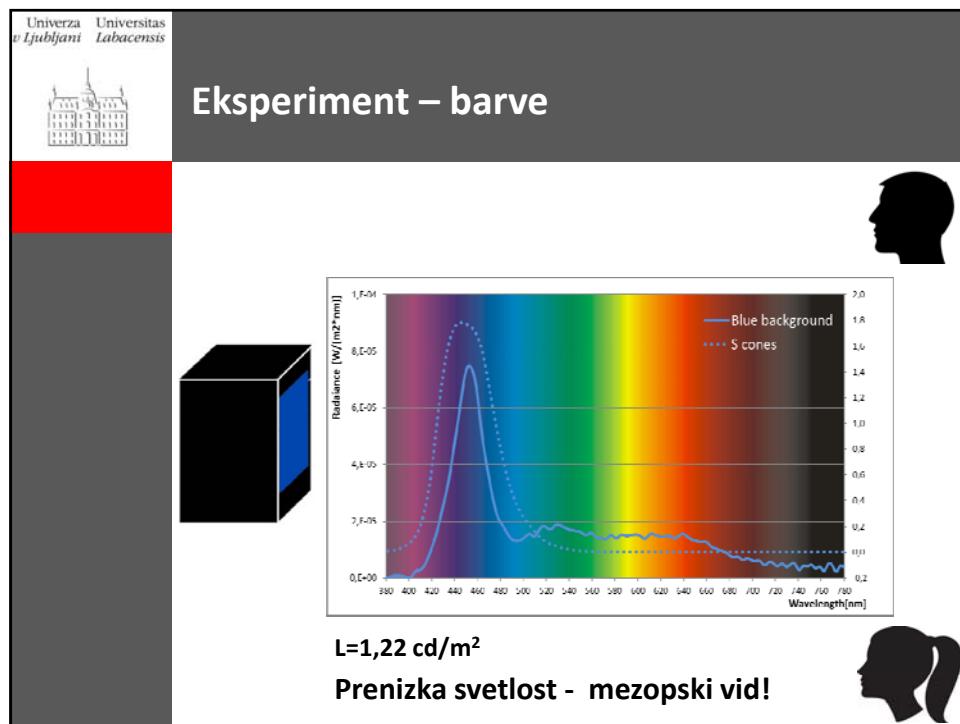
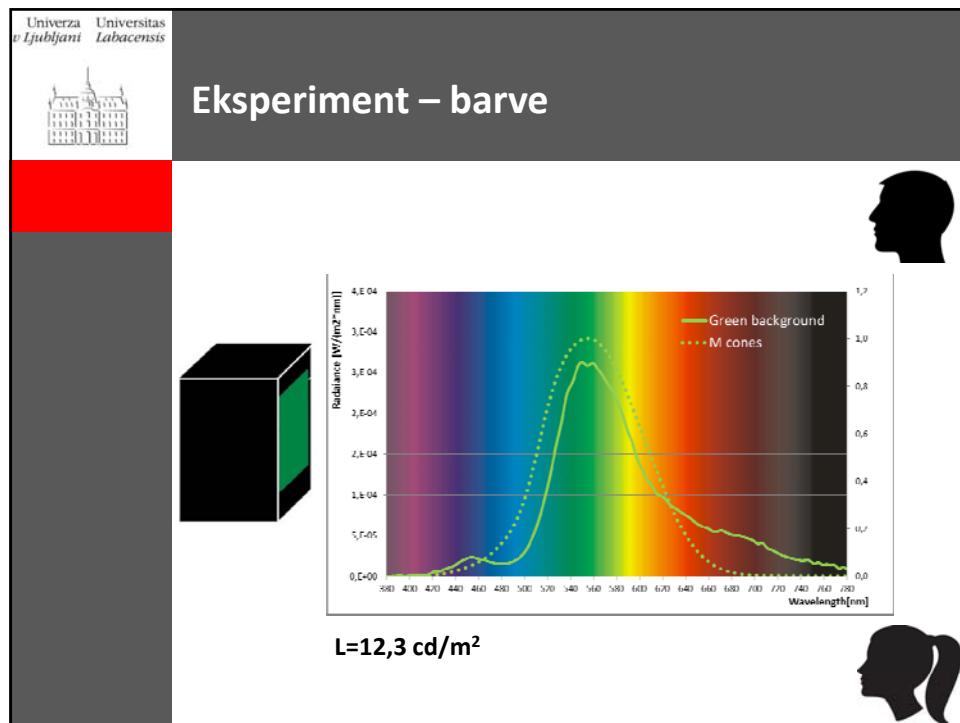
VS WU-M-325-XR-WW

2x 3x4W= 24W

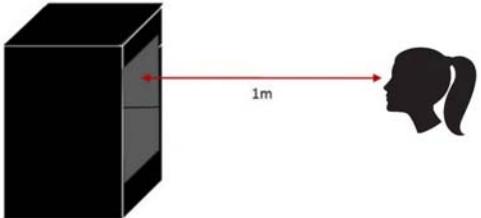
CCT=3000 K







Univerza v Ljubljani Universitas Lubacensis



Eksperiment

Fiksni parametri:

- Ena barva (rdeča, zelena ali bela)
- pravokotni signal - 50 % duty cycle
- centralni vid
- „skoraj temnica“ / temnica

Spremenljivi parameter:

- frekvenca (od 100 Hz do 50 Hz navzdol)

Dve študiji

1. 12-17 let starci, 28 udeležencev (14M, 14Ž); OŠ, SŠ
2. 22-35 let starci, 53 udeležencev (51M, 2Ž); UNI



Škatla za eksperiment s črnimi notranjimi stranicami
(v tehničnem muzeju Bistra)

Univerza v Ljubljani Universitas Lubacensis

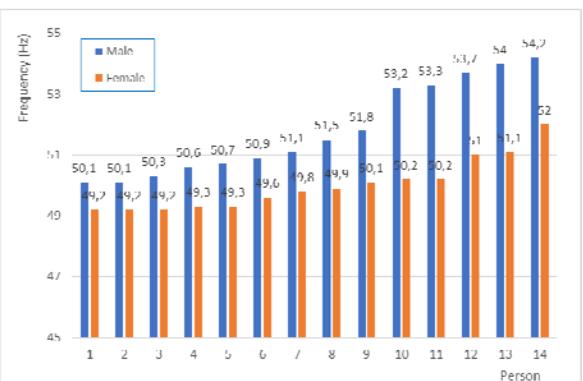


Rezultati

Študija 1:

- 12-17 let starci, 28 udeležencev (14M, 14Ž); OŠ, SŠ

	RDEČA
51,8	50,0
1,5	0,8
M	F



Person	Male (Hz)	Female (Hz)
1	50,1	49,2
2	50,1	49,2
3	50,3	49,2
4	50,6	49,3
5	50,7	49,3
6	50,9	49,6
7	51,1	49,8
8	51,5	49,9
9	51,8	50,1
10	53,2	50,2
11	53,3	50,2
12	53,7	51,1
13	54,1	51,1
14	54,2	52



Rezultati

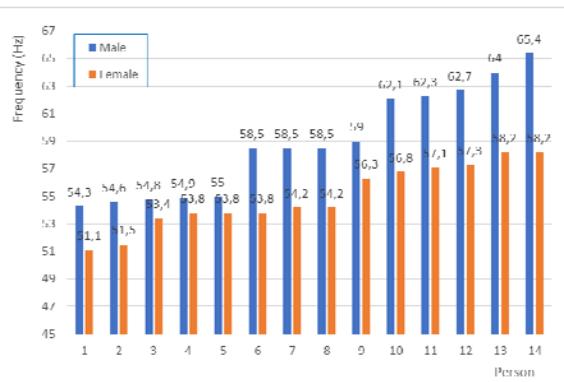
Študija 1:

- 12-17 let starci, 28 udeležencev (14M, 14Ž); OŠ, SŠ



BELA

58,9	55,0
3,7	2,2
M	F



Rezultati

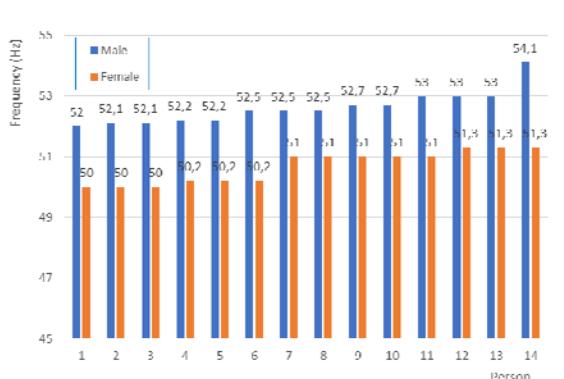
Študija 1:

- 12-17 let starci, 28 udeležencev (14M, 14Ž); OŠ, SŠ



ZELENA

52,6	50,7
0,5	0,5
M	F



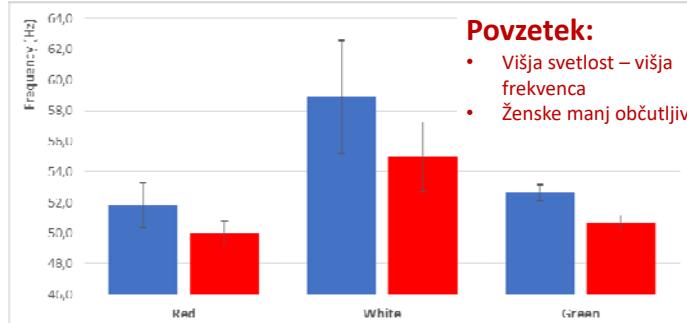


Rezultati

Študija 1:

- 12-17 let starci, 28 udeležencev (14M, 14Ž); OŠ, SŠ

	RDEČA		BELA		ZELENA	
Povprečje	51,8	50,0	58,9	55,0	52,6	50,7
SD	1,5	0,8	3,7	2,2	0,5	0,5
M	Ž	Ž	M	Ž	M	Ž
$L=8,6 \text{ cd/m}^2$		$L=32,0 \text{ cd/m}^2$		$L=12,3 \text{ cd/m}^2$		



Povzetek:

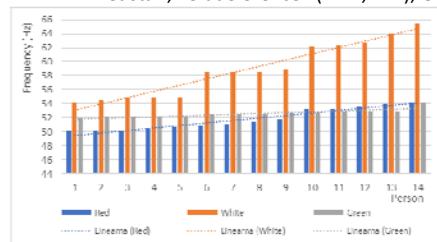
- Višja svetlost – višja frekvenca
- Ženske manj občutljive



Rezultati

Študija 1:

- 12-17 let starci, 28 udeležencev (14M, 14Ž); OŠ, SŠ

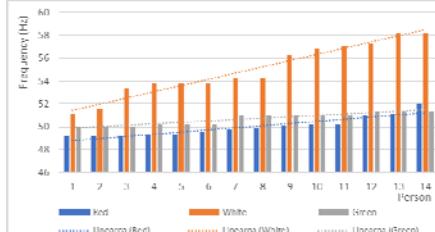


Moški

Ženske

Povzetek:

Če je oseba bolj občutljiva na fliker pri rdeči barvi, bo tudi bolj občutljiva pri zeleni/beli.

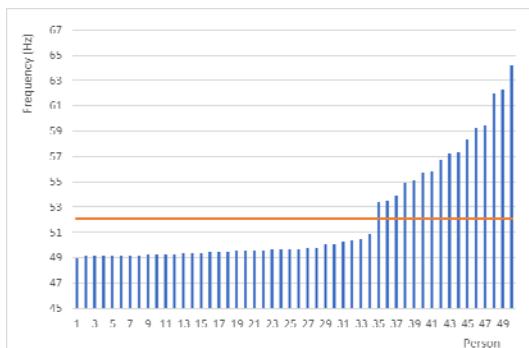




Rezultati

Študija 2:

- 22-35 let stari, 53 udeležencev (51M, 2Ž); Uni



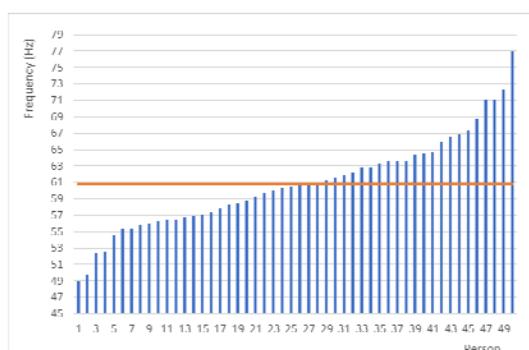
	RDEČA
Povprečje	52,1
SD	4,1



Rezultati

Študija 2:

- 22-35 let stari, 53 udeležencev (51M, 2Ž); Uni



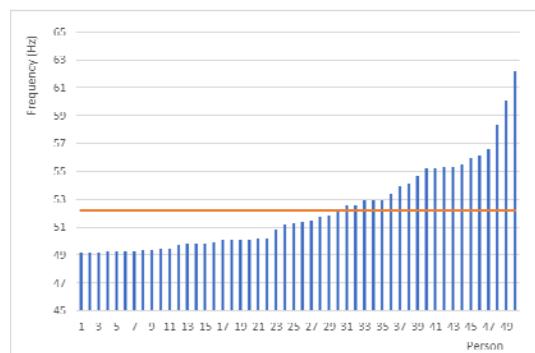
	BELA
Average	60,8
SD	5,6



Rezultati

Študija 2:

- 22-35 let stari, 53 udeležencev (51M, 2Ž); Uni



	ZELENA
Average	52,2
SD	3,0



Rezultati

Študija 2:

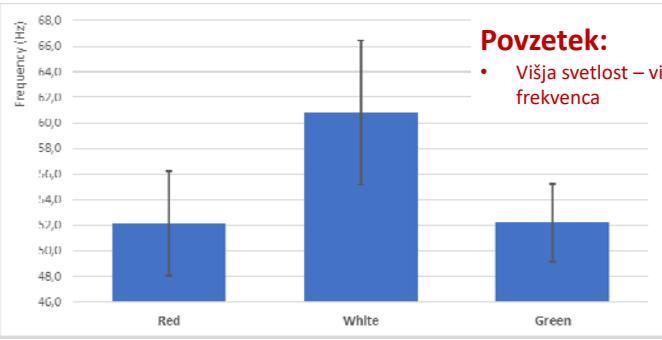
- 22-35 let stari, 53 udeležencev (51M, 2Ž); Uni

	RDEČA	BELA	ZELENA
Povprečje	52,1	60,8	52,2
SD	4,1	5,6	3,0

$L=8,6 \text{ cd/m}^2$

$L=32,0 \text{ cd/m}^2$

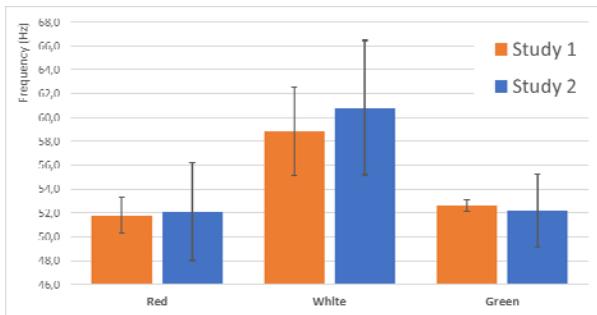
$L=12,3 \text{ cd/m}^2$



Rezultati

Študija 1 & 2

Študija 2	Rdeča	Bela	Zelena	
Povprečje	52,1	60,8	52,2	22-35 let stari, 53 udeležencev
SD	4,1	5,6	3,0	
Študija 1	Rdeča	Bela	Zelena	
Povprečje	51,8	58,9	52,6	12-17 let stari, 28 udeležencev
SD	1,5	3,7	0,5	



Povzetek

- Višja svetlost – fliker je opazen že pri višji frekvenci
- Ženske so manj občutljive (to že vemo ☺)
- Če je oseba bolj občutljiva na fliker pri rdeči barvi, bo tudi bolj občutljiva pri zeleni/beli.

Prihodnje delo:

- Pred testom preveriti vse udeležence glede vida: [ZEISS Online Vision Screening Check](#)
- Delovni cikel; hipoteza: višji DC – nižja frekvenca
- Močnejši napajalnik in LED – test tudi z modrim ozadjem
- Fliker test v realnem okolju (v pisarni 4 svetilke 60x60)