

# Vieglo automobiļu galveniem lukturiem neatbilstošu LED spuldžu lietošanas ietekme uz apgaismojumu un apžilbināšanu

Autors: Stefans Vilciņš

Zinātniskais vadītājs: Mg.sc.ing., docents prakt. Gundars Zalcmanis

Rīga 2020



**RTU**  
MAŠĪNZINĪBU, TRANSPORTA  
UN AERONAUTIKAS  
FAKULTĀTE

# Mērķis un hipotēze

- **Problēma** – LED spuldžu lietošana automobiļu galvenos lukturos, kuri ir paredzēti halogēnajām spuldzēm, var radīt apgaismojuma izmaiņas.
- **Mērķis** – noskaidrot, kā mainās ceļa un vides apgaismojums, izmantojot galveniem lukturiem neparedzētas LED spuldzes, kā arī pārbaudīt, vai tas rada apžilbināšanas risku citiem transportlīdzekļu vadītājiem.
- **Hipotēze** – automobiļu galvenos lukturos, kuri ir paredzēti halogēnajām spuldzēm, lietojot LED spuldzes, netiek nodrošināts vajadzīgais ceļa un vides apgaismojums, kā arī tiek radīts pastiprināts risks apžilbināt citu transportlīdzekļu vadītājus.

# Uzdevumi

- Gūt priekšskatu par pastāvošām pētījumu metodēm, kas pielietojamas šī pētījuma realizēšanai;
- Izstrādāt šim pētījumam atbilstošu pētījuma metodiku;
- Sagatavot visu nepieciešamo eksperimenta veikšanai un veikt to;
- Noskaidrot, kā lukturiem nepiemērotu LED spuldžu lietošana ietekmē ceļa, apkārtējās vides apgaismojumu, un izvērtēt citu satiksmes dalībnieku apžilbināšanas iespējamību;
- Noskaidrot, vai pastāv apgaismojuma atšķirība starp LED spuldzēm ar brīvi izvietotām diodēm un LED spuldzēm, kas diožu izvietojumā atkārto halogēno spuldžu kvēldiega izvietojumu.

# Izmantotās LED spuldzes

- 1. grupa



- 2. grupa



# Izmantotās LED spuldzes

## 1. grupa



H1

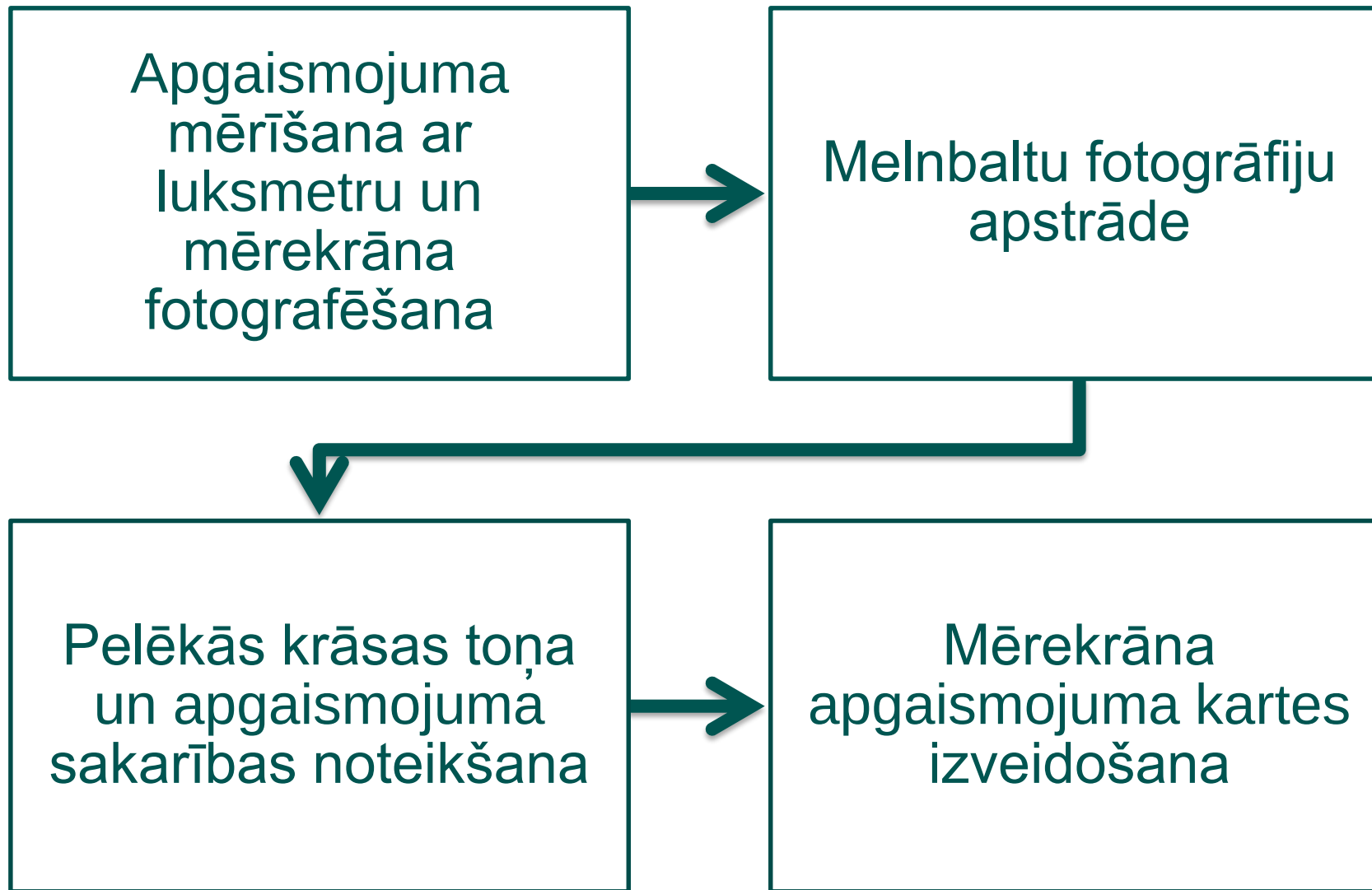


H4



H7

# Metodoloģija

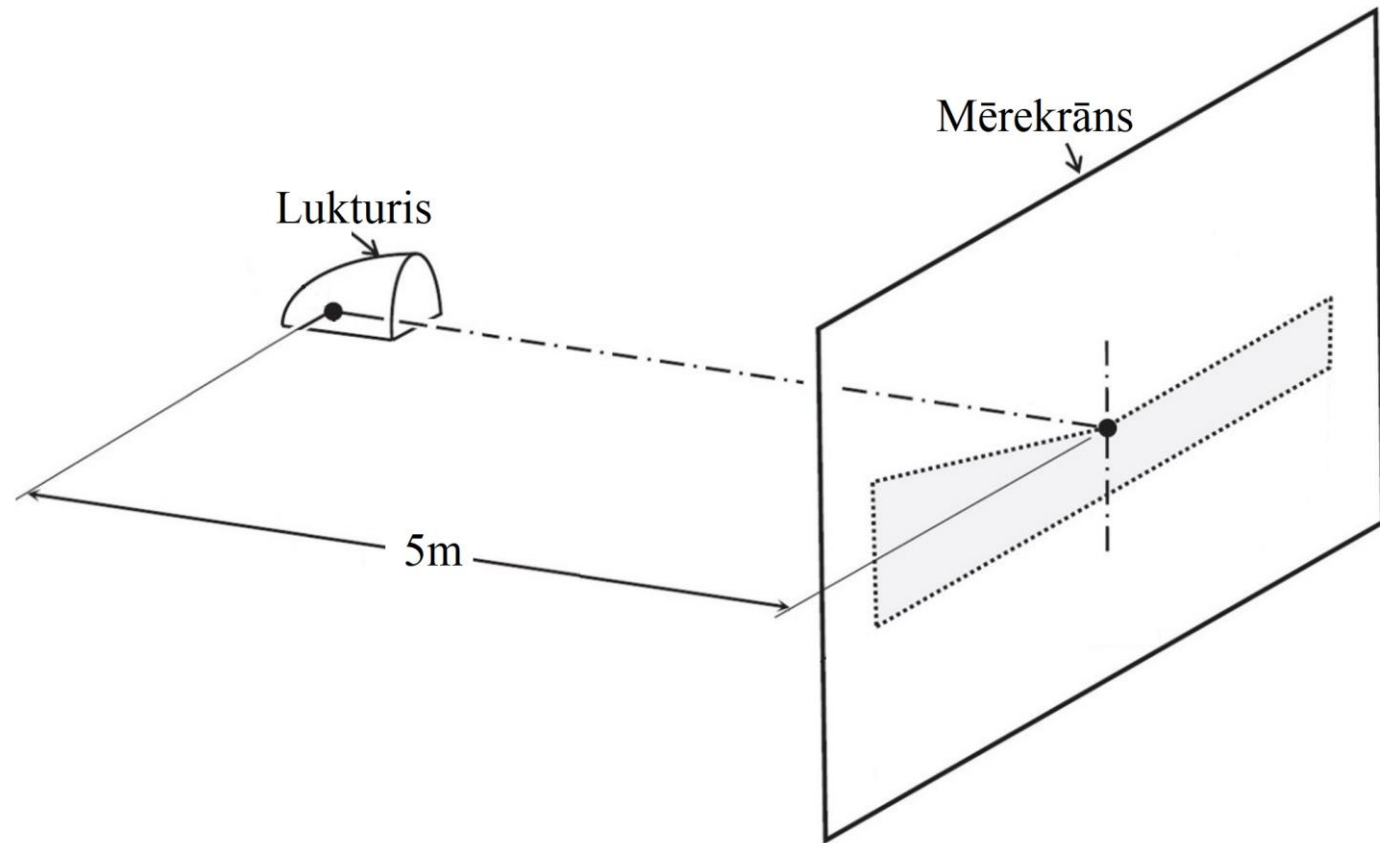


# Apgaismojuma mērīšana ar luksmetru un mērekrāna fotografēšana

Ierīču komplekts



Shēma



# Gaismas staru kūļa novērtējums

- Lukturis ar daudzsegmentu parabolisku atstarotāju



- Projektora tipa lukturis ar elipsoidālu atstarotāju



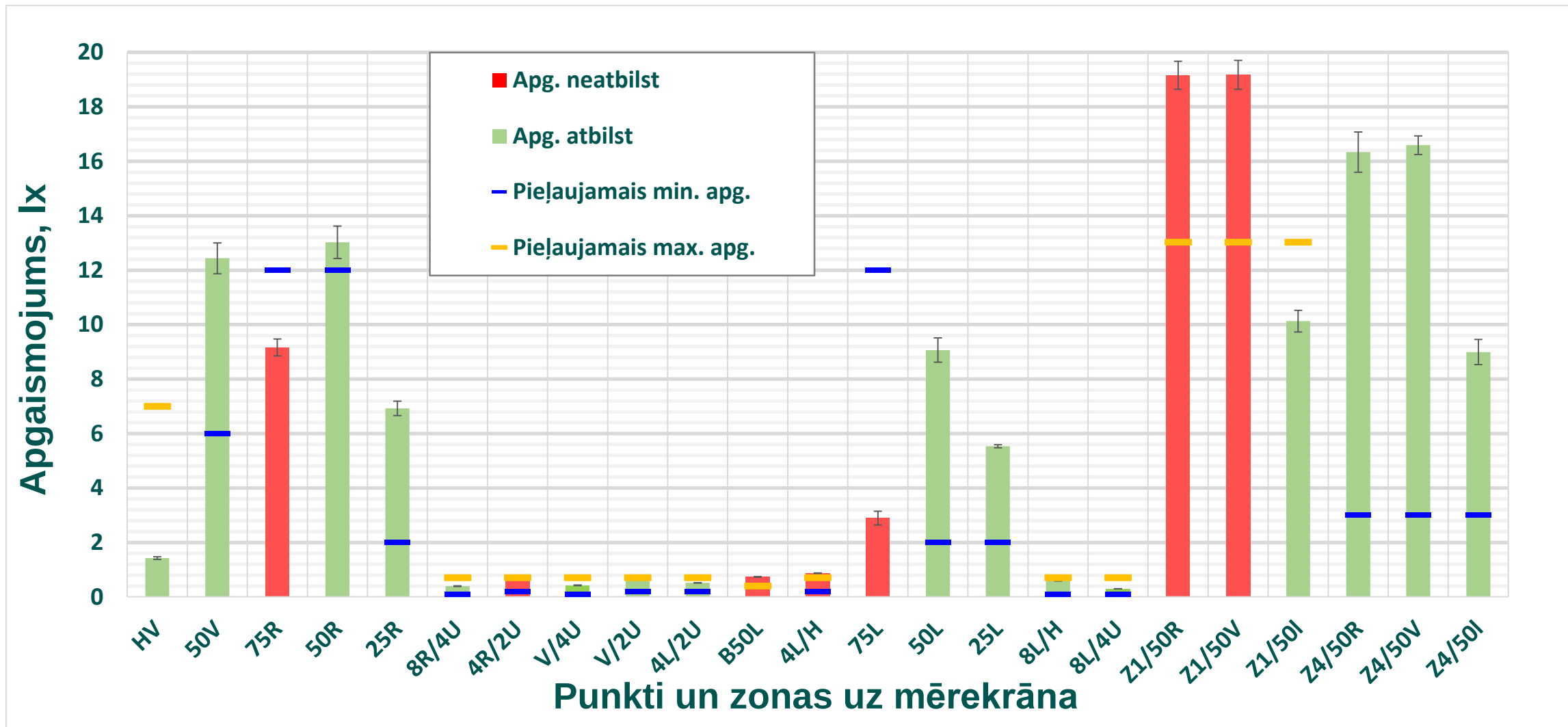
# Gaismas staru kūļa novērtējums

Projektora tipa  
lukturis ar  
polielipsoidālu  
atstarotāju

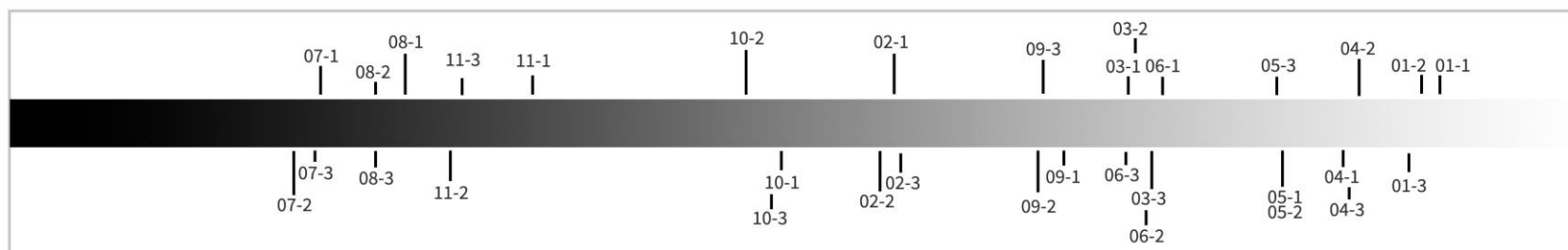
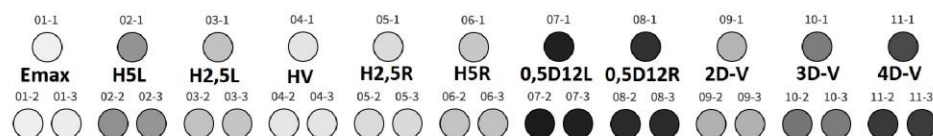
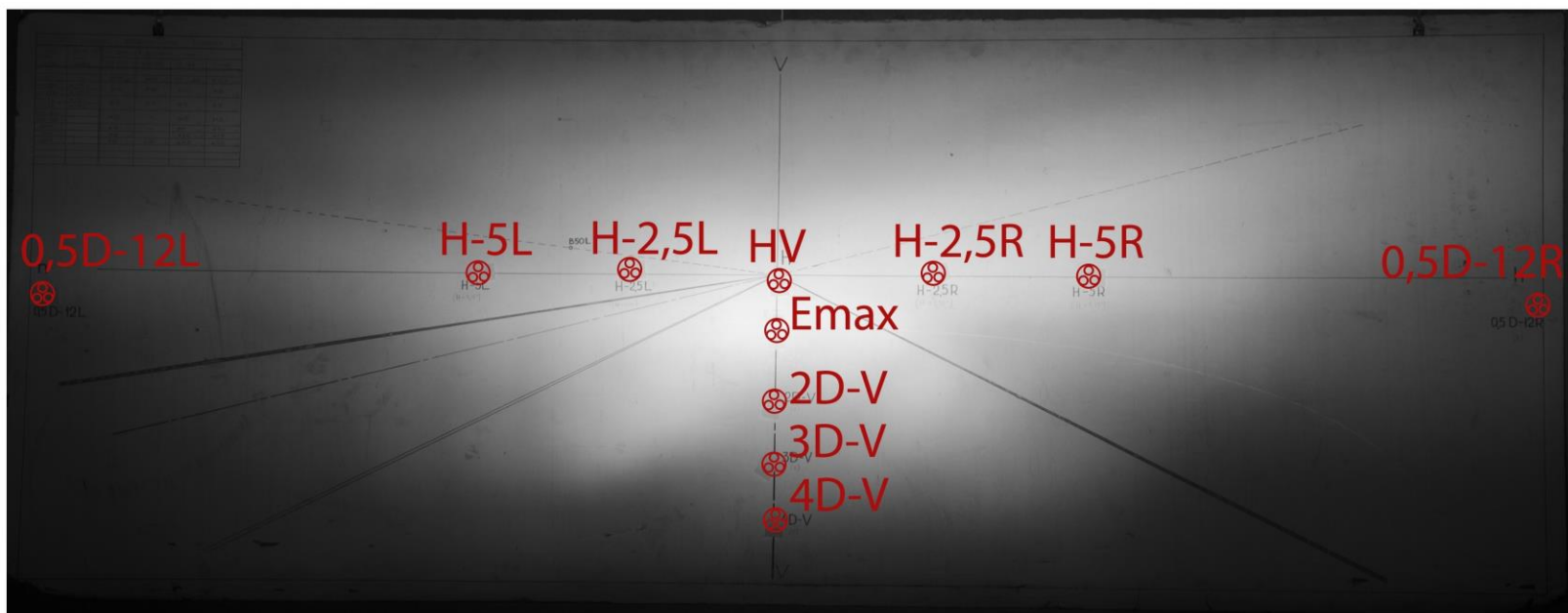


|     |      |       |      |      |     |      |      |      |     |      |     |     |      |      |       |     |      |     |      |       |
|-----|------|-------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|-----|------|------|-------|-----|------|-----|------|-------|
| 01  | 02   | 03    | 04   | 05   | 06  | 07   | 08   | 09   | 10  | 11   | 12  | 13  | 14   | 15   | 16    | 17  | 18   | 19  | 20   | 21    |
| 25L | 8L/H | 4L/2U | B50L | 4L/H | 75L | 50L4 | 50L1 | V/2U | 50V | 50V4 | 75R | 50R | 50R4 | 50R1 | 4R/2U | 25R | 8L4U | 50L | V/4U | 8R/4U |

# Gaismas staru kūļa novērtējums – apgaismojuma vērtības



# Melnbaltu fotogrāfiju apstrāde



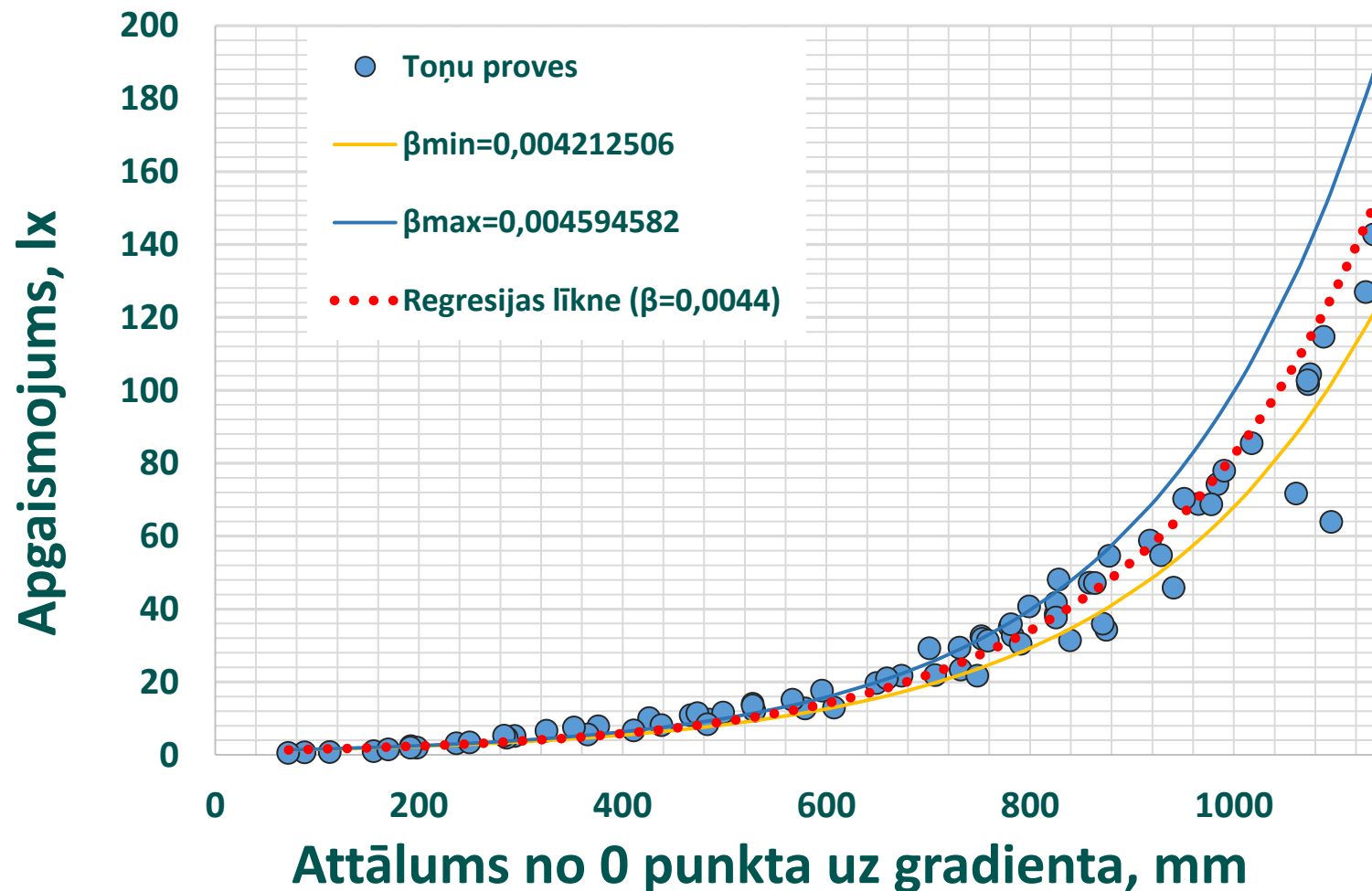
# Pelēkās krāsas toņa un apgaismojuma sakarības noteikšana

Funkcija:

- $y = 1,007e^{0,0044\beta_1 x}$

Determinācijas koeficients:

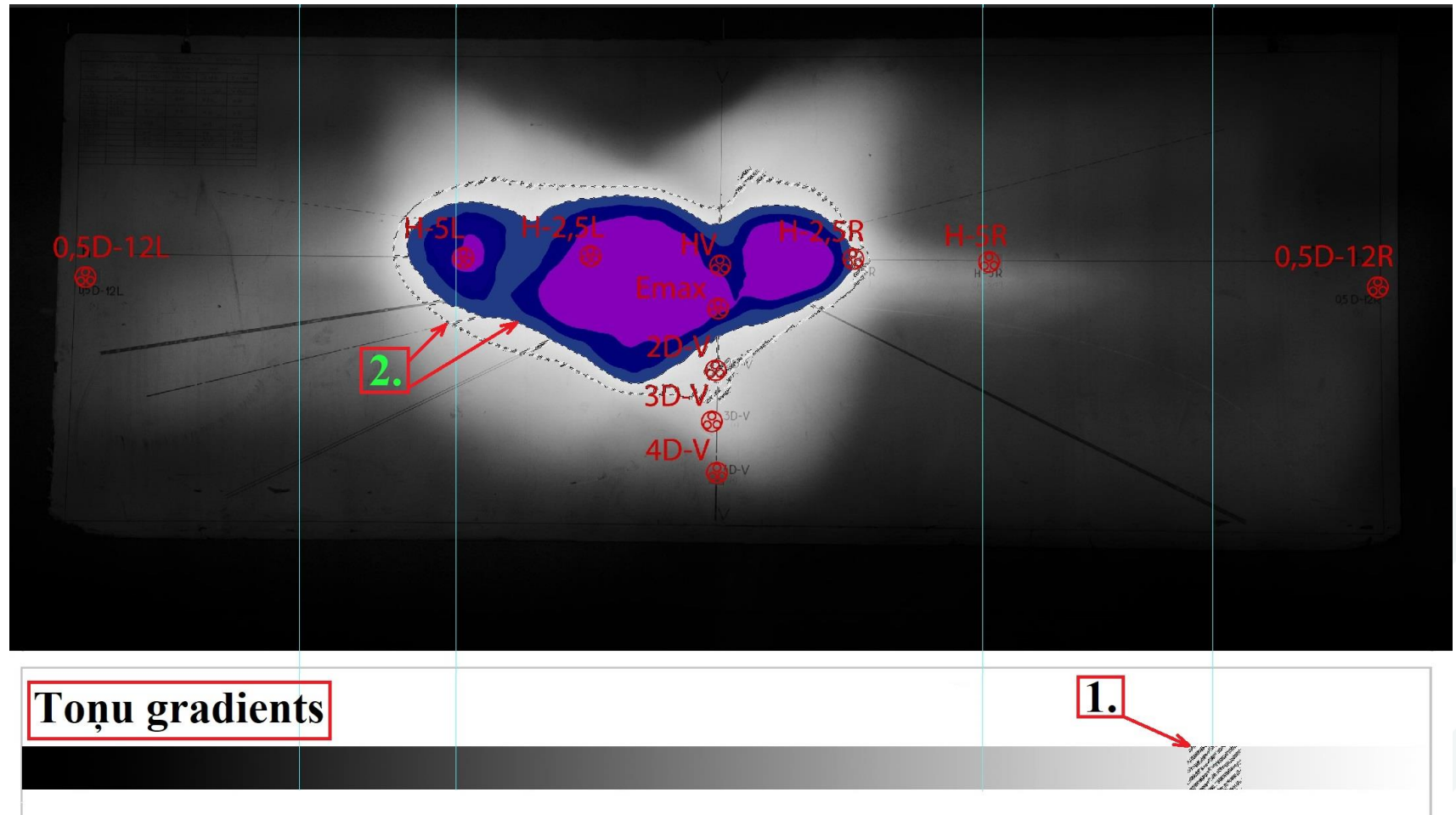
- $R^2 = 0,9528$



# Mērekrāna apgaismojuma kartes izveidošana

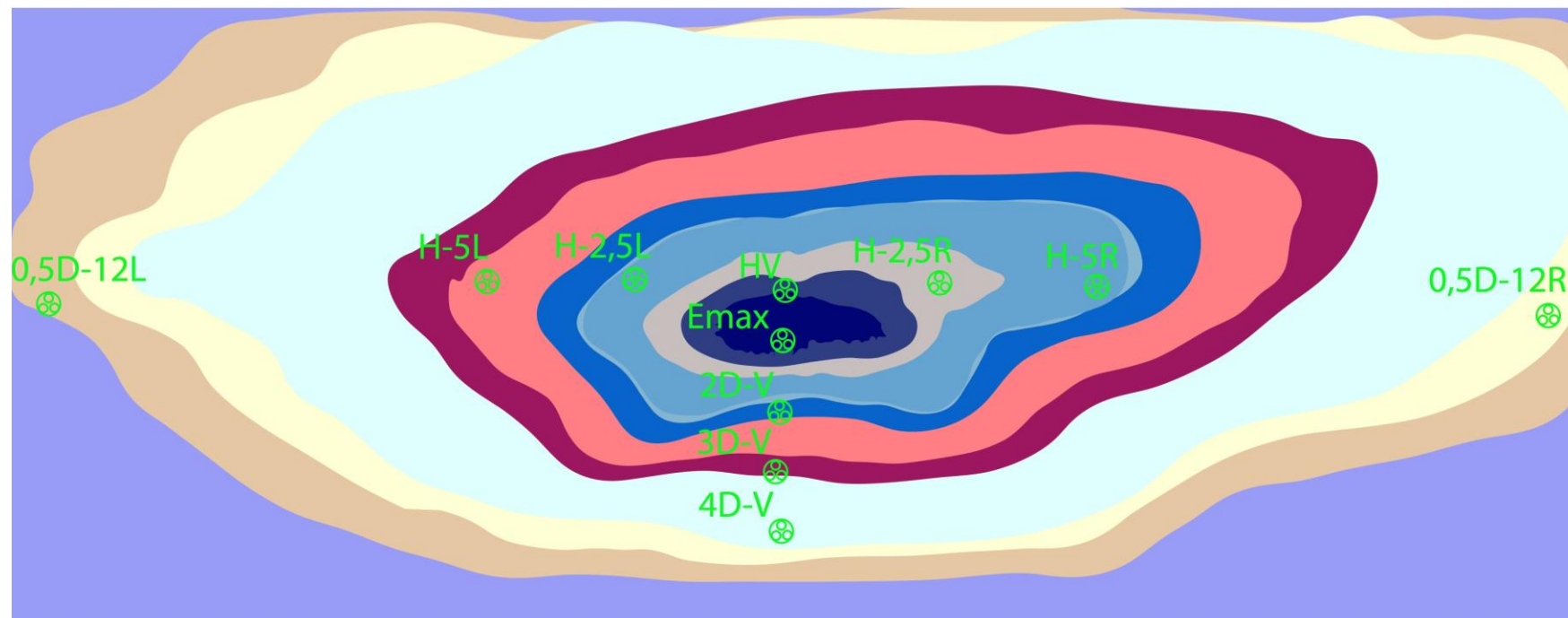
1 – apgabals uz  
gradienta;

2 – apgabals uz  
attēla, kas pēc toņa  
atbilsts apgabalam 1



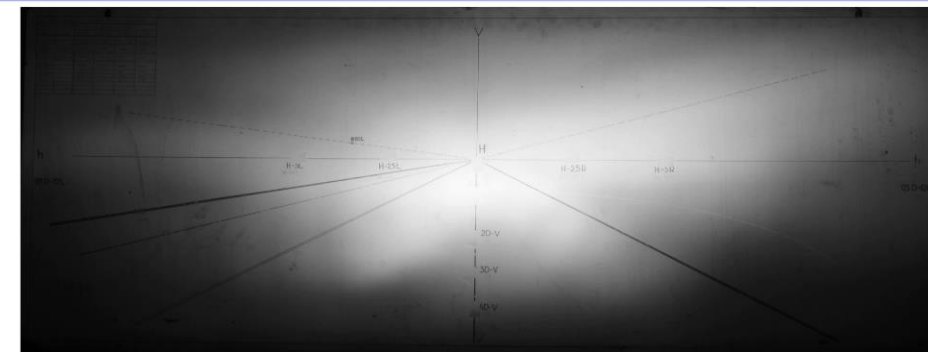
# Mērekrāna apgaismojuma karte - tālā gaismā

Lukturis ar  
daudzsegmentu  
parabolisku  
atstarotāju, H7

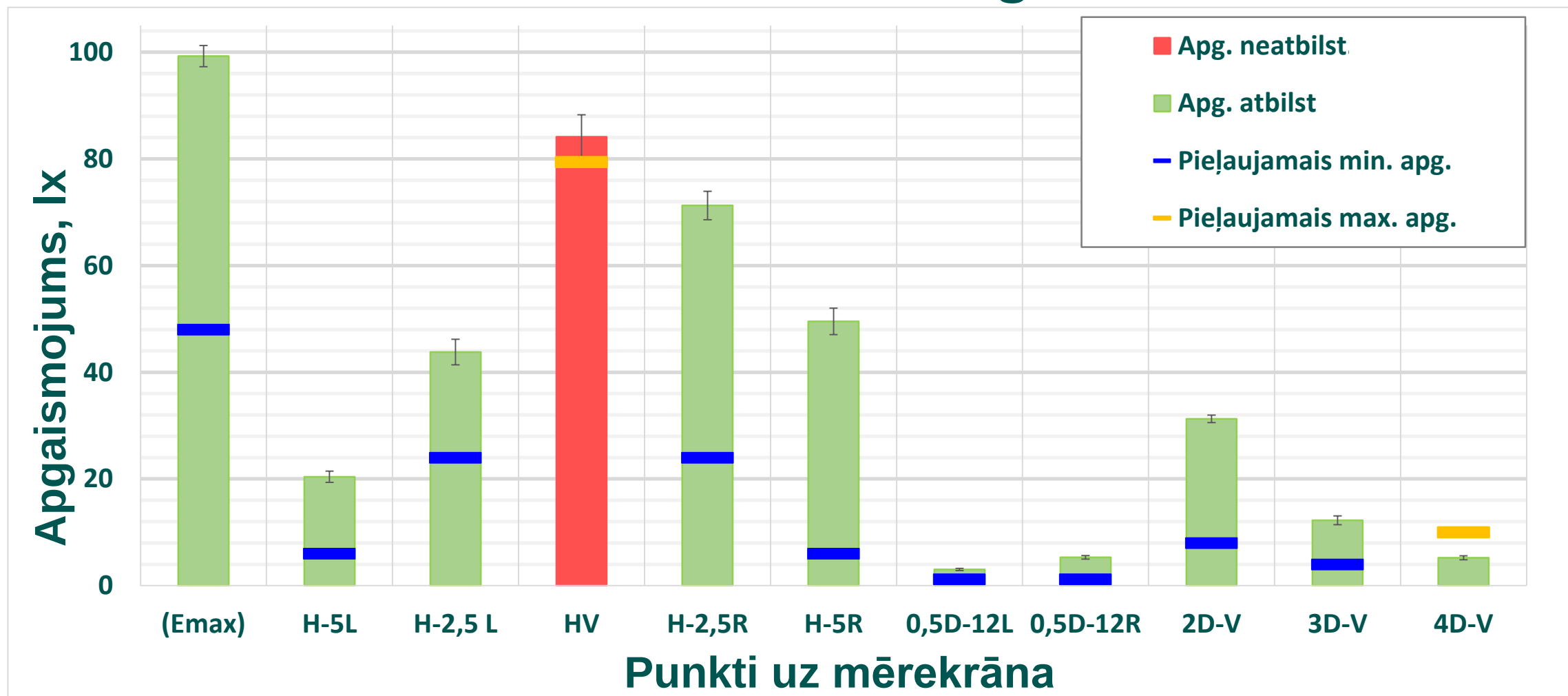


## Apgaismojums, lx

|     |       |       |            |
|-----|-------|-------|------------|
| 0-1 | 5-10  | 30-40 | 80-100     |
| 1-3 | 10-20 | 40-55 | $\geq 100$ |
| 3-5 | 20-30 | 55-80 |            |



# Gaismas staru kūļa novērtējums – apgaismojuma vērtības rezultāti – tālā gaismā



# Secinājumi

- Pētījuma hipotēze ir apstiprinājusies – neviena no pētītajām spuldžu un lukturu kombinācijām nenodrošināja prasīto apgaismojuma sadalījumu, un pastāv risks apžilbināt citus transportlīdzekļu vadītājus;
- Tika konstatēts, ka izvēlēto paraugu grupās radītais apgaismojums ir izteikti atšķirīgs, tāpat atšķiras arī konstrukcija, jauda, masa un ģeometriskie parametri. LED spuldzēm, kas diožu izvietojumā atkārtot halogēna spuldzes kvēldiega izvietojumu, novērota izteiktāka gaismas sadalījuma robeža un lielākas apgaismojuma vērtības;
- Mērījumu gaitā iegūto datu relatīvās kļūdu vērtības nepārsniedza 3,6% tuvajai un 3,3% tālajai gaismai;
- Ar izstrādātās pētījumu analīzes metodikas palīdzību tika izveidotas mērekrāna apgaismojuma kartes. Determinācijas koeficienta  $R^2=0,9528$  vērtība parādīja, ka ar pakāpes modeli var izskaidrot 95,28% no apgaismojuma izmaiņām;
- Eksperimenta gaitā tika konstatēts, ka vienādu LED spuldžu komplektu radītais apgaismojums atšķiras atkarībā no lukturu konstrukcijas.

# Priekšlikumi

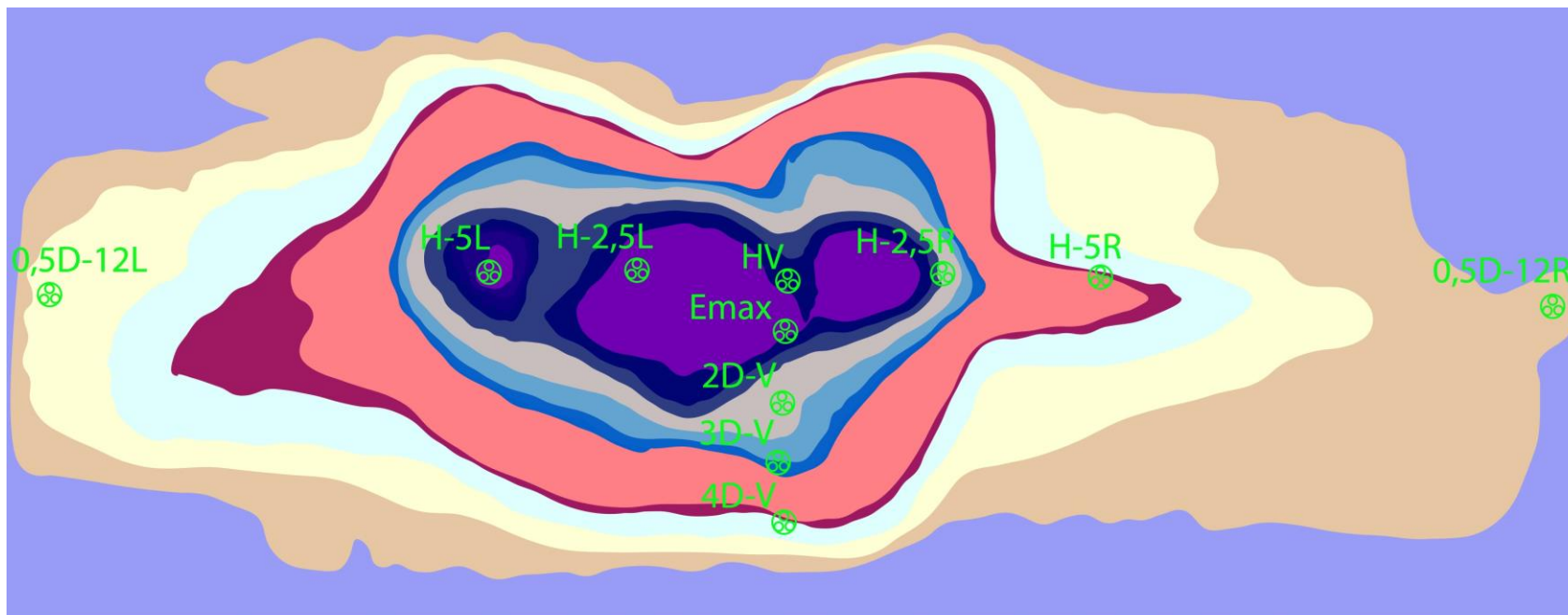
- Neatbilstoša mērekrāna dēļ pētījuma gaitā neizdevās izveidot tuvās gaismas apgaismojuma kartes. Tādēļ ir ieteicams izmantot mērekrānu bez zīmējuma un ar vienādas krāsas virsmu;
- Eksperimenta laikā tika izmantota viena spoguļkamera ar vienādiem iestatījumiem. Turpmākajos pētījumos nepieciešams noskaidrot, kā mainīsies regresijas līkne, atkarībā no spoguļkameras un tās iestatījumiem;
- Ja izdotos noteikt matemātiskās sakarības, kas ir minētas iepriekšējā punktā, būtu iespējams izveidot datorprogrammu vai paplašinājumu (*expansion, eng*), kas ir paredzēts datorprogrammai ar atvērto kodu, un pietiekoši īsā laika posmā izveidot apgaismojuma kartes.

**Paldies.**



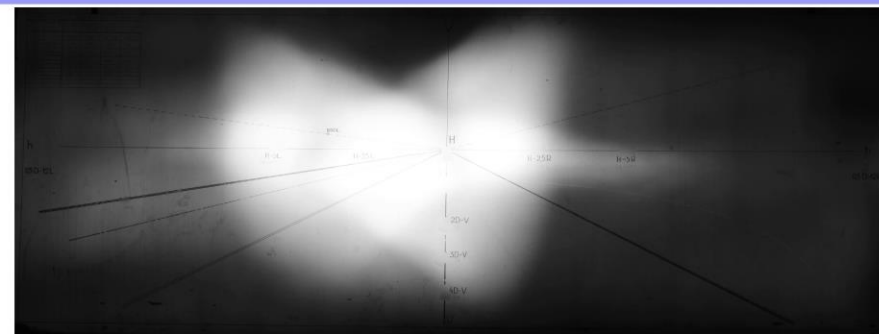
# Pētījumā iegūtie rezultāti – tālā gaismā

Lukturis ar  
daudzsegmentu  
parabolisku  
atstarotāju, H7



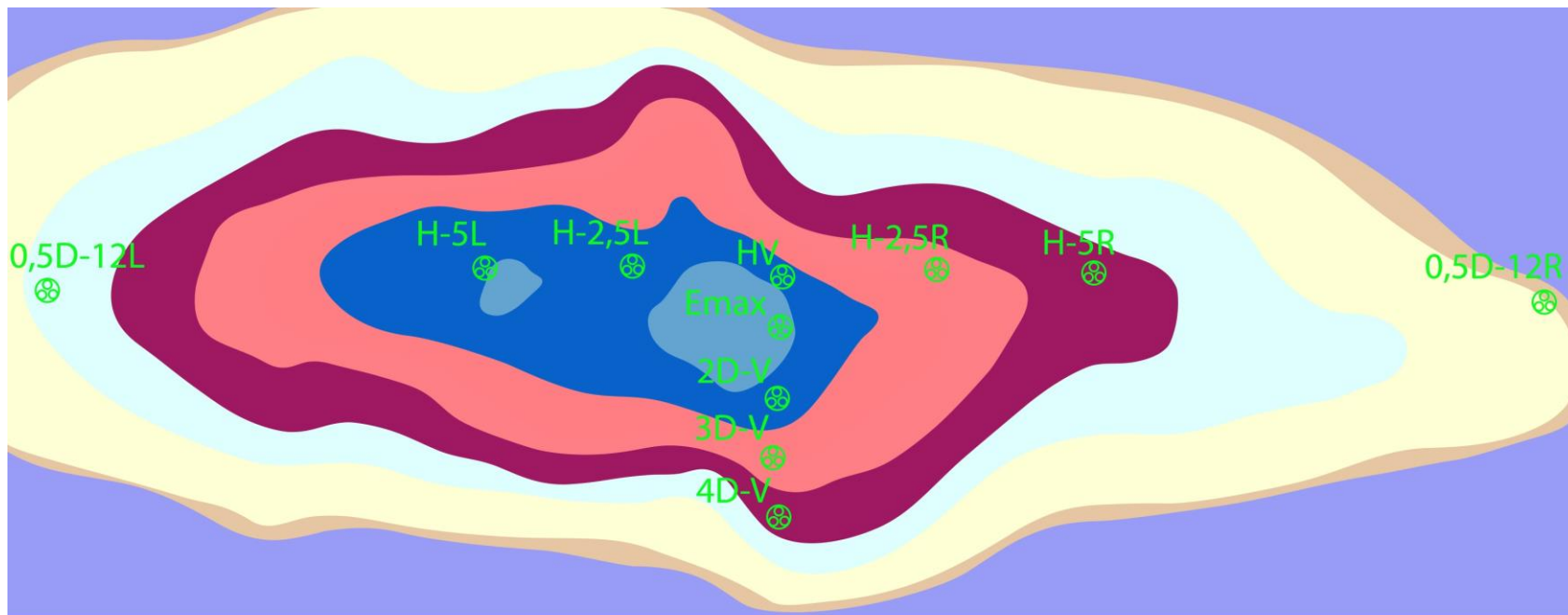
Apgaismojums, lx

|     |       |       |            |
|-----|-------|-------|------------|
| 0-1 | 5-10  | 30-40 | 80-100     |
| 1-3 | 10-20 | 40-55 | 100-110    |
| 3-5 | 20-30 | 55-80 | $\geq 110$ |



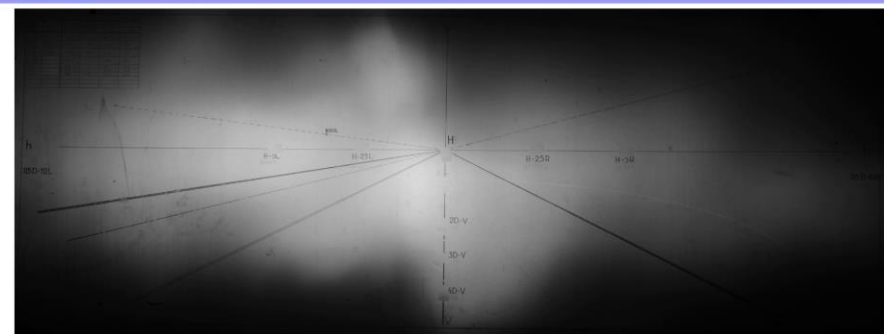
# Pētījumā iegūtie rezultāti – tālā gaismā

Lukturis ar  
daudzsegmentu  
parabolisku  
atstarotāju, H4



Apgaismojums, lx

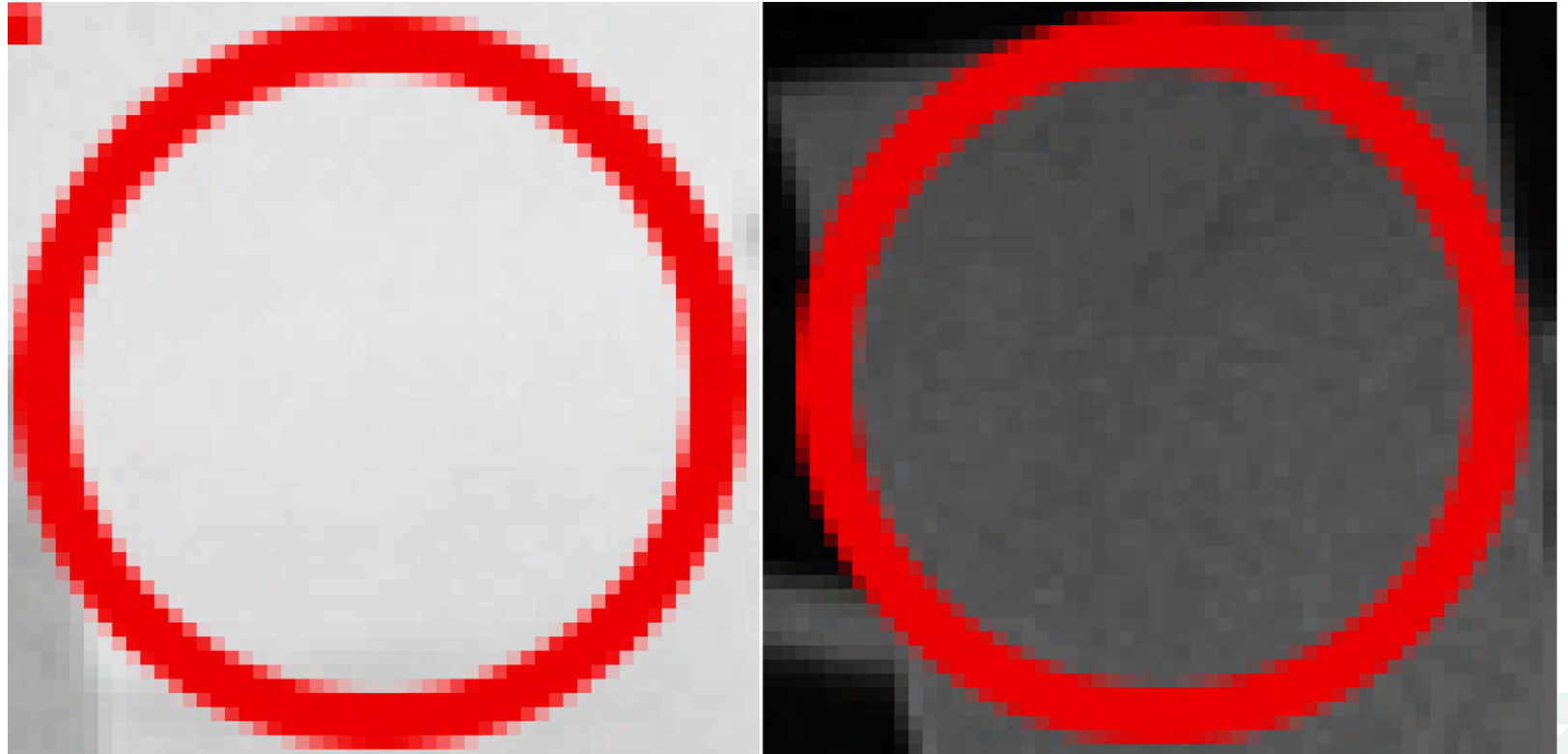
|     |       |       |
|-----|-------|-------|
| 0-1 | 5-10  | 30-40 |
| 1-3 | 10-20 | 40-55 |
| 3-5 | 20-30 |       |



# Pikseļu graudainība

Apgaismojums  
(attālums 5m):

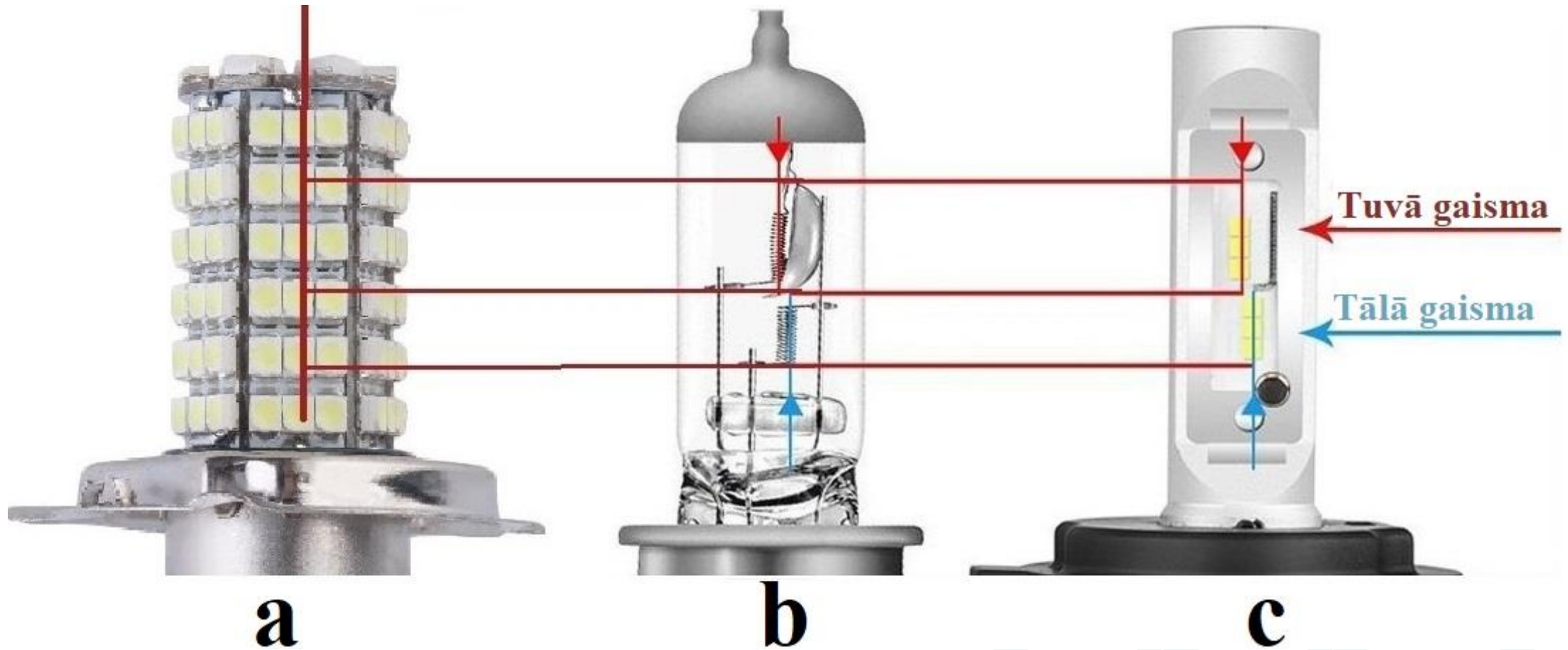
- punktā 75R ir 1948 lx;
- punktā B50I – 204 lx.



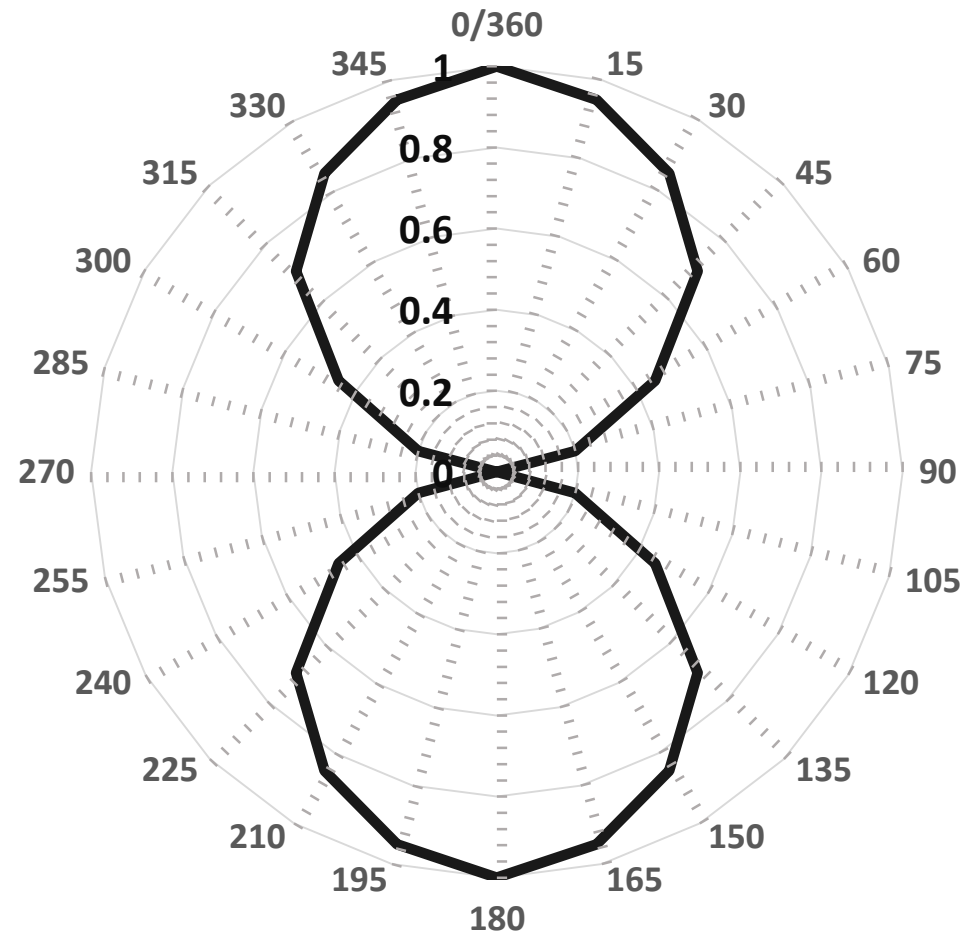
**75R**

**B50I**

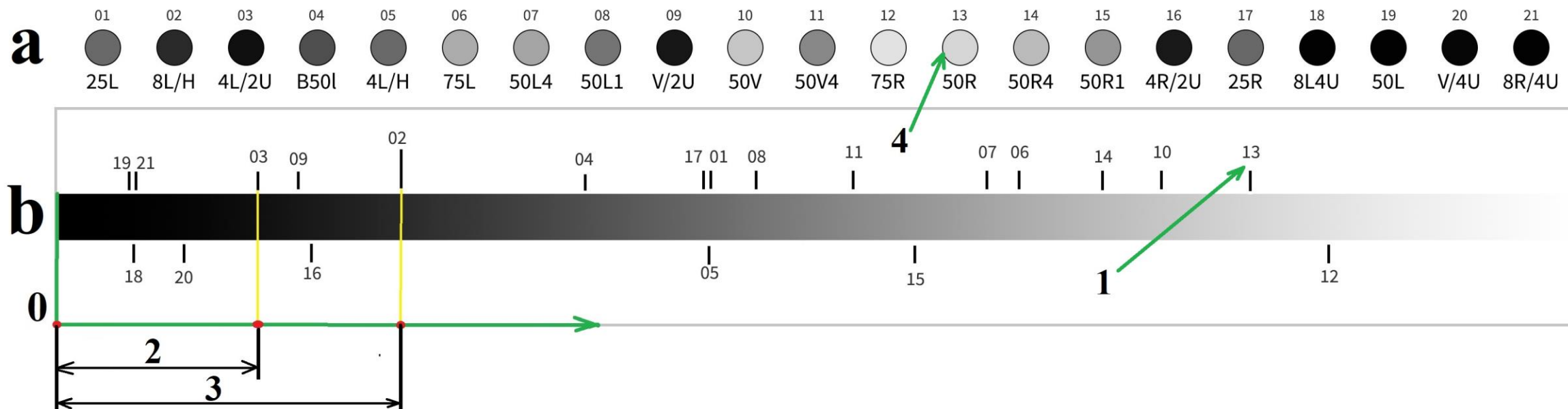
# LED un halogēna spuldžu gaismas avota izvietojums



# Izstarotās gaismas relatīvā intensitāte polāro koordinātu sistēmā



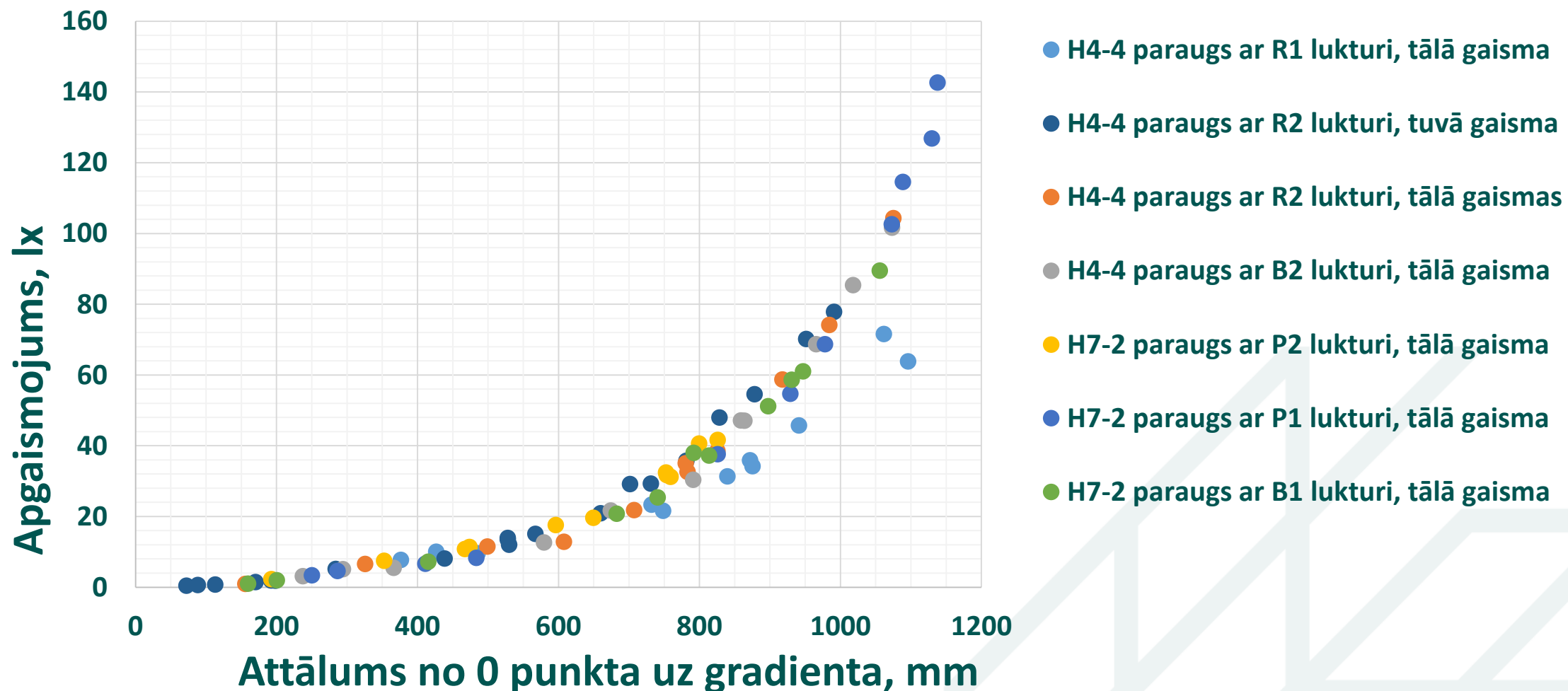
# Toņu gradients



a) toņu proves; b) toņu gradients;

1 – atzīme, kur krāsu tonis sakrīt ar krāsu toni no punkta 13, jeb 50R; 2 un 3 – punkta 2 (8L/H) un 3 (4L/2U) koordinātes uz gradienta, mm; 4 – pelēkās krāsas toņa prove no punkta 50R

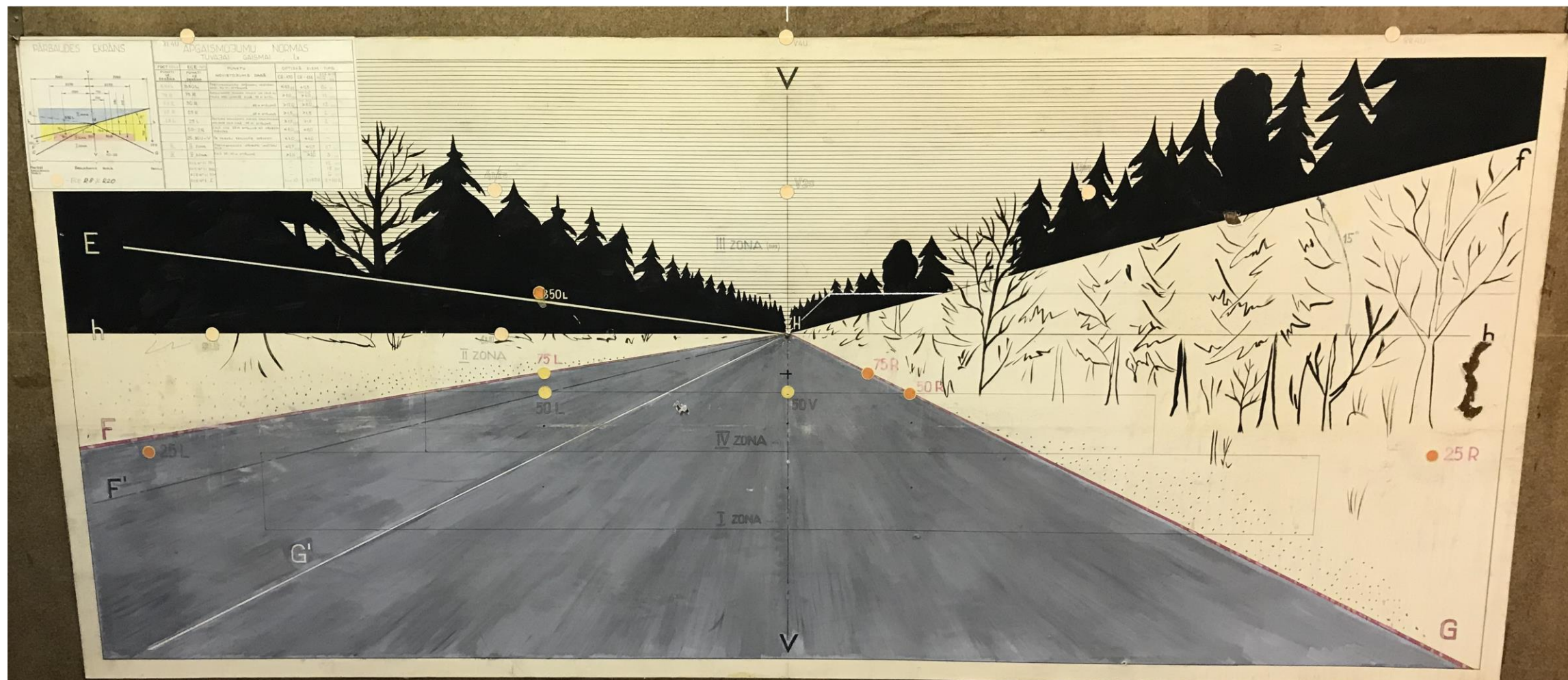
# Sakarība starp apgaismojumu un attālumu no 0 punkta uz grādienta



# Izmantotās LED spuldzes



# Mērekrāns



# Mērekrāna punkti un zonas

