

# RGB Maatriksdetektori Uurimine

Taavi Tammaru

6 november 2025

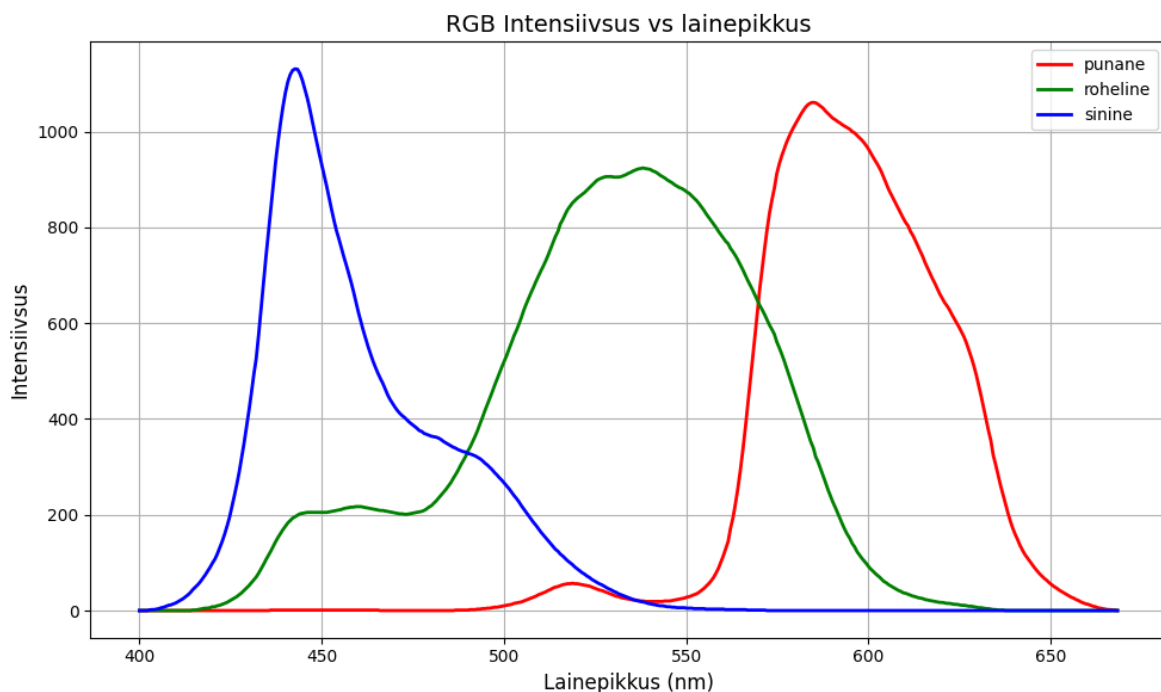
## Töö eesmärk

Töö eesmärk on leida CCD kaamera punase, rohelise ja sinise maatriks-elementide tundlikkuse kõverad. Teiseks määrame tundlikkuskõverate abil kahe laseri täpse lainepikkuse.

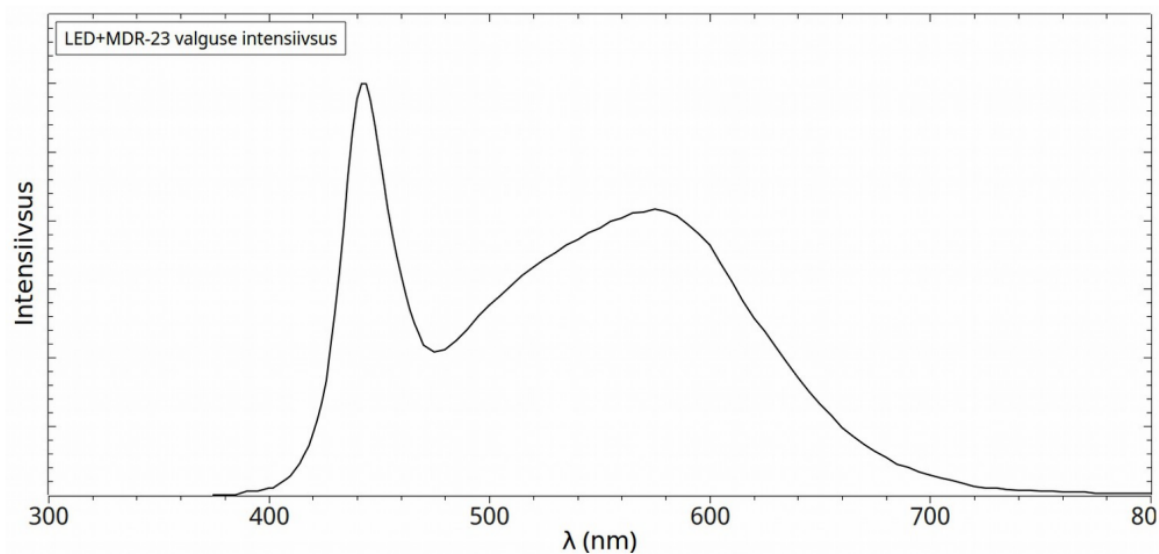
Töövahenditeks on antud valge LED valgusallikas, monokromaator, Mightex CCE-C013-U kaamera ja *USB Camera* arvutiprogramm.

## RGB elementide tundlikkuskõverad

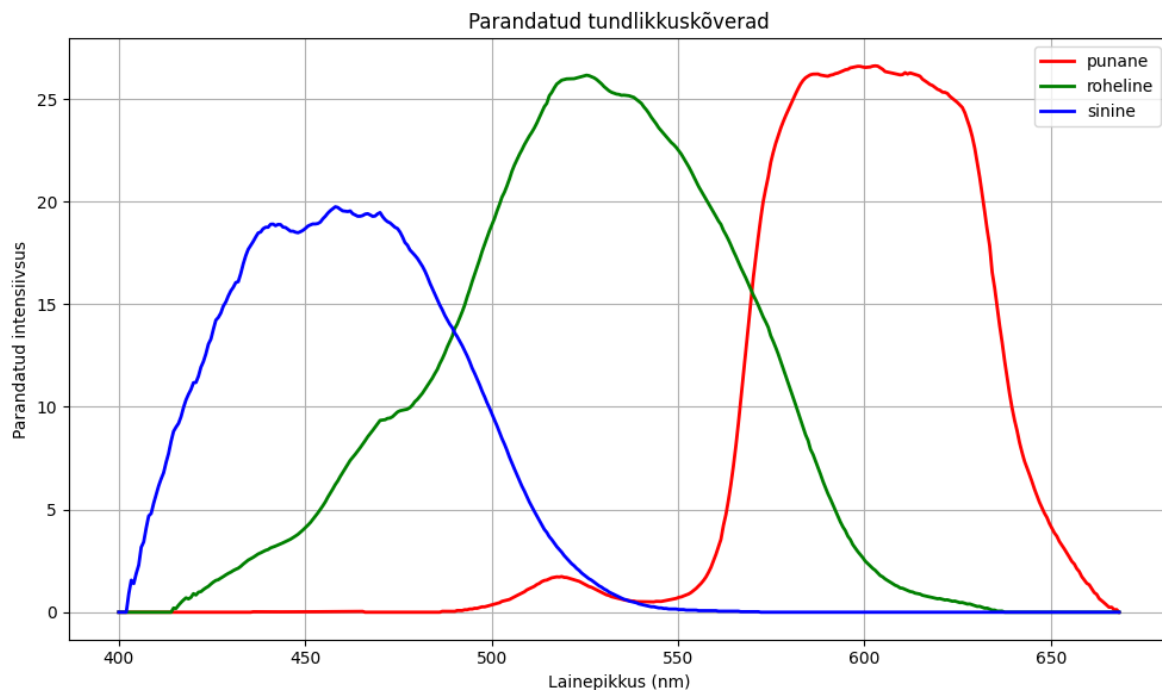
Kaamera RGB sensorite tundlikkuskõverate määramiseks kasutame päikese spektri sarnase valgusspektriga valget LED pirni ja monokromaatorit. Laseme valgusel varieeruda 400 nm ja 668 nm vahemikus. Saame tulemuseks vastava töötlemata tundlikkuskõverate graafiku:



Paneme tähele, et valgusallikast saadud intensiivsus ei olnud ühtlane kõikide lainepikkuste vältel. Valgusallika intensiivsuse graafik on antud:



Seega peame korrektsete tulemuste saamiseks esialgsed tundlikkuskõverad normeerima selle valgusallika intensiivsusgraafiku põhjal. Kuna mõõdetud ja ette antud spektri resolutsioon on erinev, siis kasutame valgusallika spektri puhul lineaarset interpolatsiooni, et leida vastav väärtus igale mõõdetud spektri punktile. Saame parandatud graafiku:



# Laseri tundmatu lainepikkuse määramine

Teiseks leiame tundlikkuskõverate põhjal kahe laseri lainepikkused. Laserid andsid mõõtmisel RGB suhted:

	punane	roheline	sinine
<b>Laser 1</b>	804	27	0
<b>Laser 2</b>	143	756	153

Nüüd on ülesanne leida tundlikkuskõverate graafikult kõige sarnasema RGB suhtega lainepikkus. Selle lainepikkuse leidmiseks kasutame *least squares* meetodit. Teeme mõõtetud laseri RGB suhtest vektori.

$$L = [804, 27, 0] \quad (1)$$

Samamoodi peame defineerima ka võrdlusvektori, mis saab RGB vektori elementide väärtused tundlikkuskõvera graafikult sõltuvalt lainepikkusest.

$$M(\lambda) = [R(\lambda), G(\lambda), B(\lambda)] \quad (2)$$

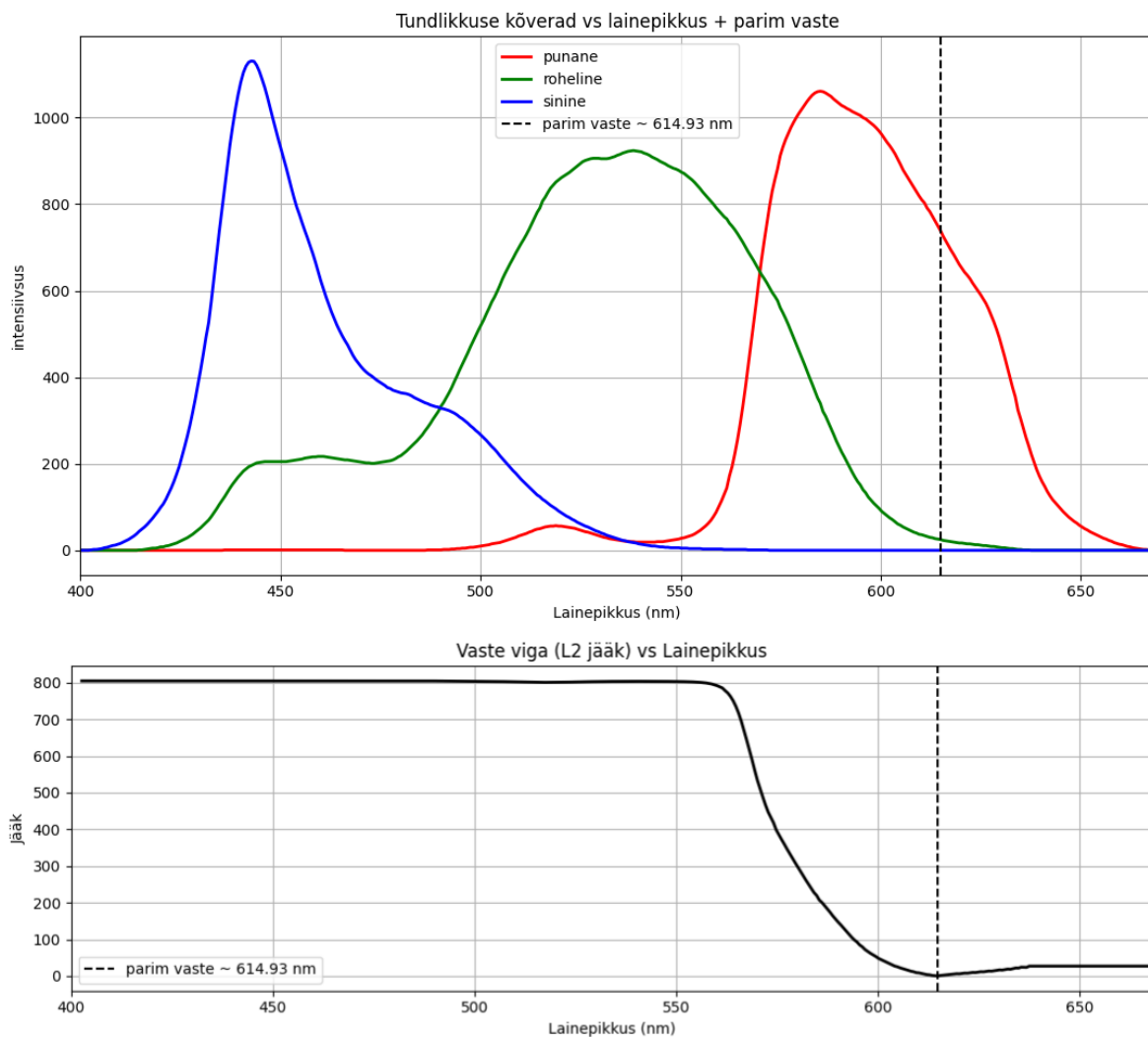
Järgmiseks sammuks on võrrelda iga lainepikkuse juures laseri vektoriit ja võrdlusvektoriit. *Least squares* meetodi kohaselt leiame selle jäägi järgmiselt:

$$\text{jääk}(\lambda) = L - k(\lambda)M(\lambda) \quad (3)$$

kus  $k$  on skaleerimise konstant. Jäägi suurus on antud juhul defineeritud kui:

$$\text{jäägi suurus} = \|L - kM\| = \sqrt{(L_P - kM_P)^2 + (L_R - kM_R)^2 + (L_S - kM_S)^2} \quad (4)$$

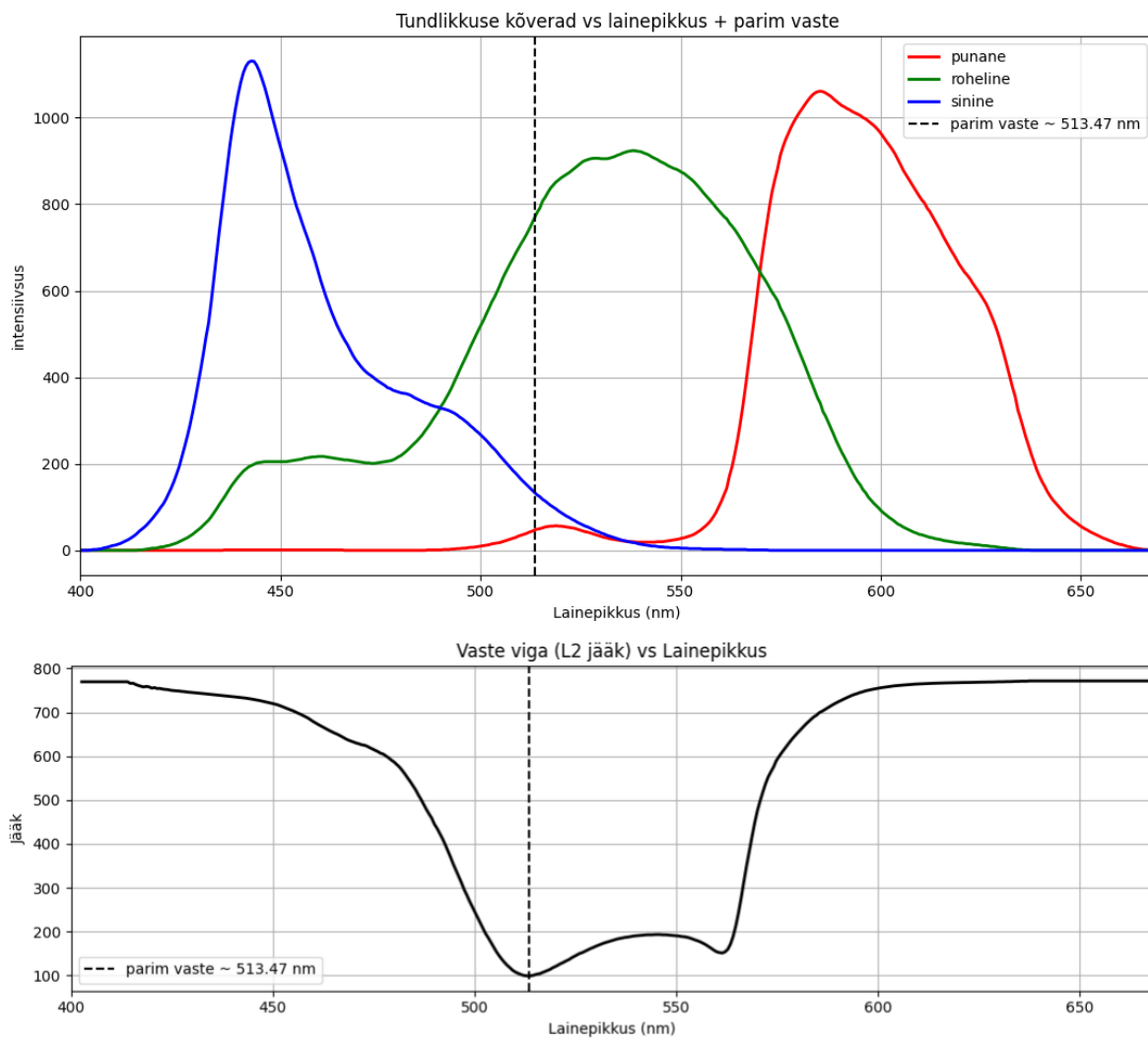
Nüüd visualiseerime leitud jäägi seost lainepikkusega ning kõige väiksema jäägi juures on RGB suhete erinevus kõige väiksem ehk seal on kõige tõenäolisem laseri lainepikkus. Kasutame töötlemata tundlikkuskõverate graafikut, sest laseri lainepikkus on mõõdetud töötlemata RGB tundlikkusega. Saame vastavad graafikud:



Saame punase laseri jaoks lainepikkuse: 615 *nm*. Kuid vaadates graafikut näeme, et väga hea vaste annaks terve vahemik 610 *nm* – 668 *nm*.



Joonis 1: lainepikkusele vastav värv



Rohelise laseri jaoks saame lainepikkuse: 513 nm.



Joonis 2: lainepikkusele vastav värv