

RGB Maatriksdetektori Urimine

Taavi Tammaru

6 november 2025

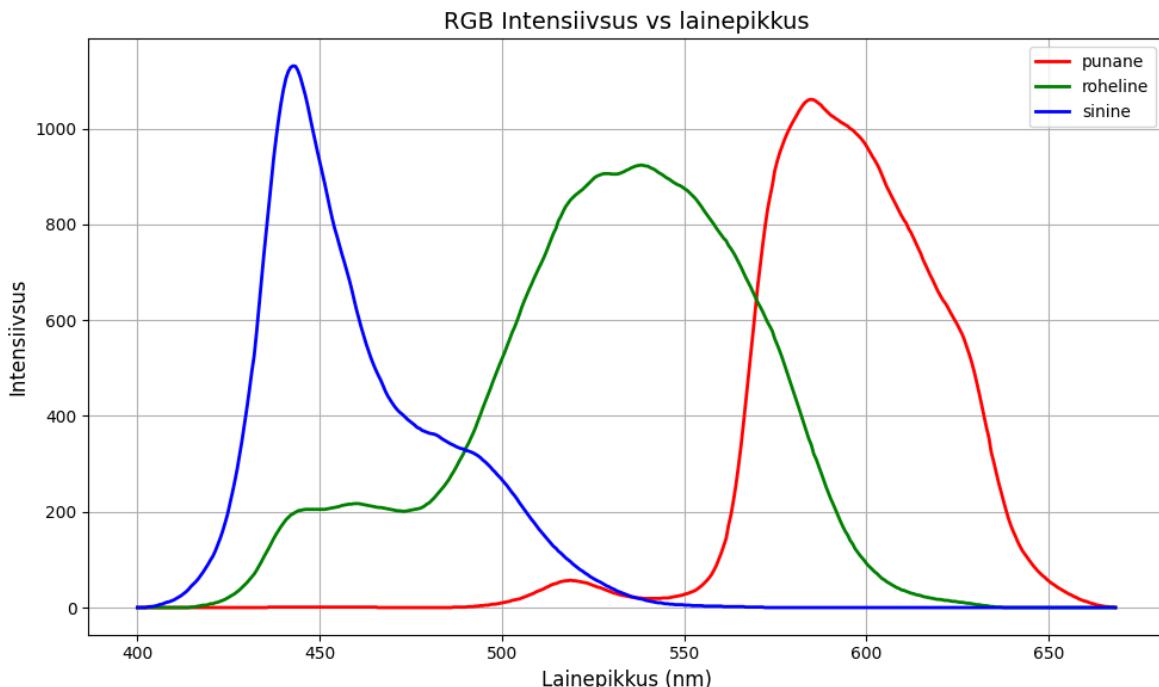
Töö eesmärk

Töö eesmärk on leida CCD kaamera punase, rohelise ja sinise maatrikselementide tundlikkuse kõverad. Teiseks määrame tundlikuskõverate abil kahe laseri täpse lainepeikku.

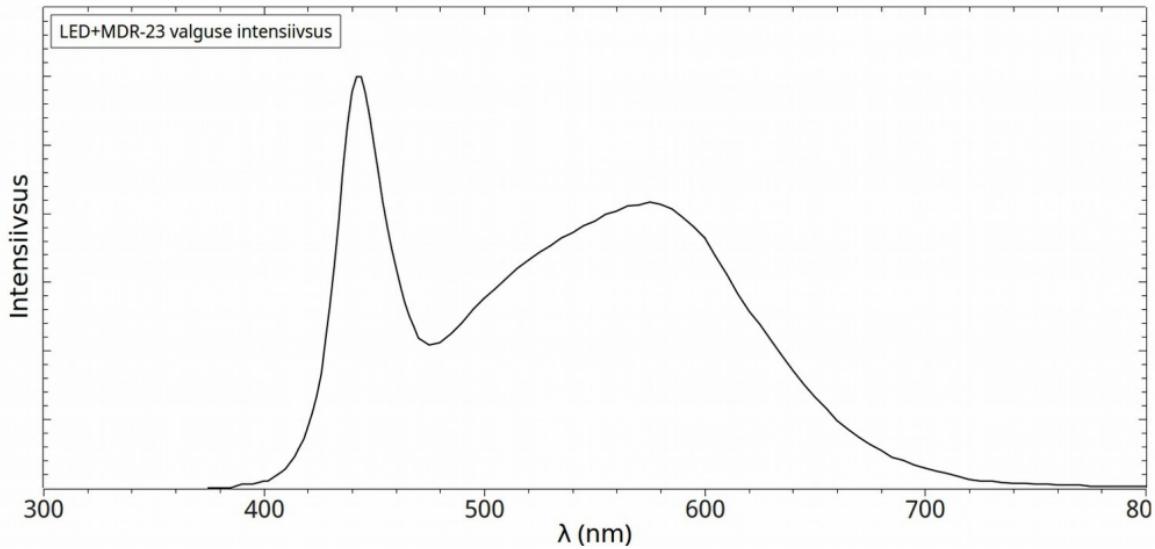
Töövahenditeks on antud valge LED valgusallikas, monokromaator, Mightex CCE-C013-U kaamera ja *USB Camera* arvutiprogramm.

RGB elementide tundlikuskõverad

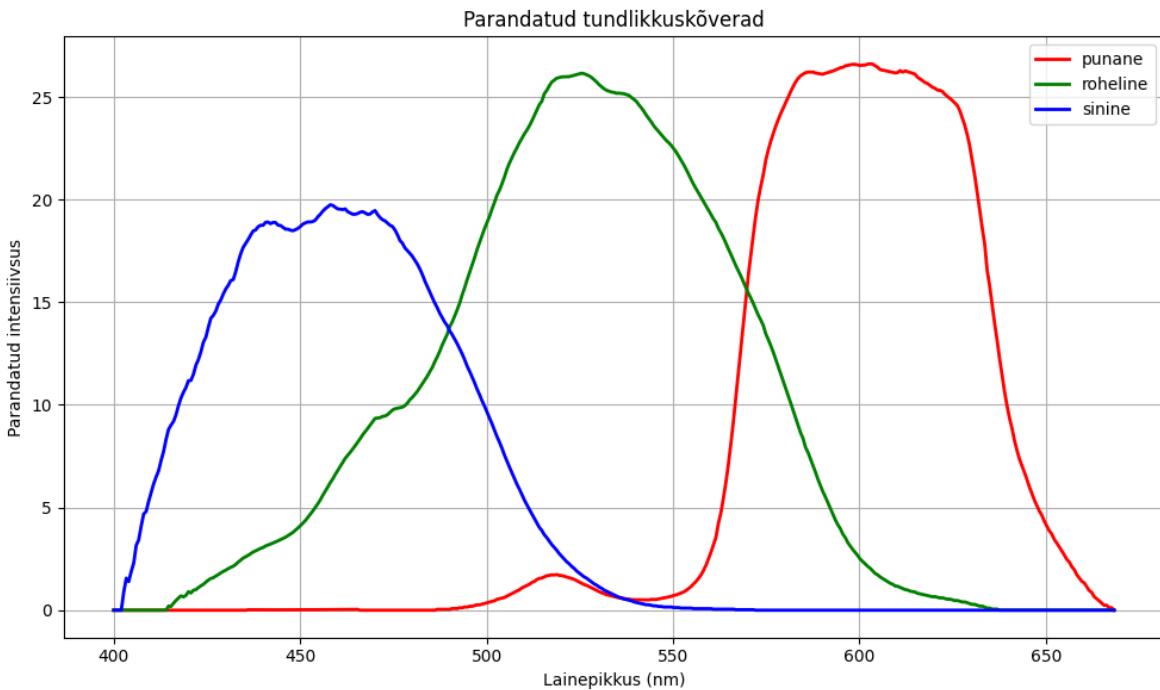
Kaamera RGB sensorite tundlikuskõverate määramiseks kasutame päikese spektri sarnase valgusspektriga valget LED pirni ja monokromaatorit. Laseme valgusel varieeruda 400 nm ja 668 nm vahemikus. Saame tulemuseks vastava töötlemata tundlikuskõverate graafiku:



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



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



Laseri tundmatu laine pikkuse määramine

Teiseks leiate tundlikuskõverate põhjal kahe laseri laine pikkused. Laserid andsid mõõtmisel RGB suhted:

	punane	roheline	sinine
Laser 1	804	27	0
Laser 2	143	756	153

Nüüd on ülesanne leida tundlikuskõverate graafikult kõige sarnasema RGB suhtega laine pikkus. Selle laine pikkuse 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 väärtsused tundlikuskõvera graafikult sõltuvalt laine pikkusest.

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

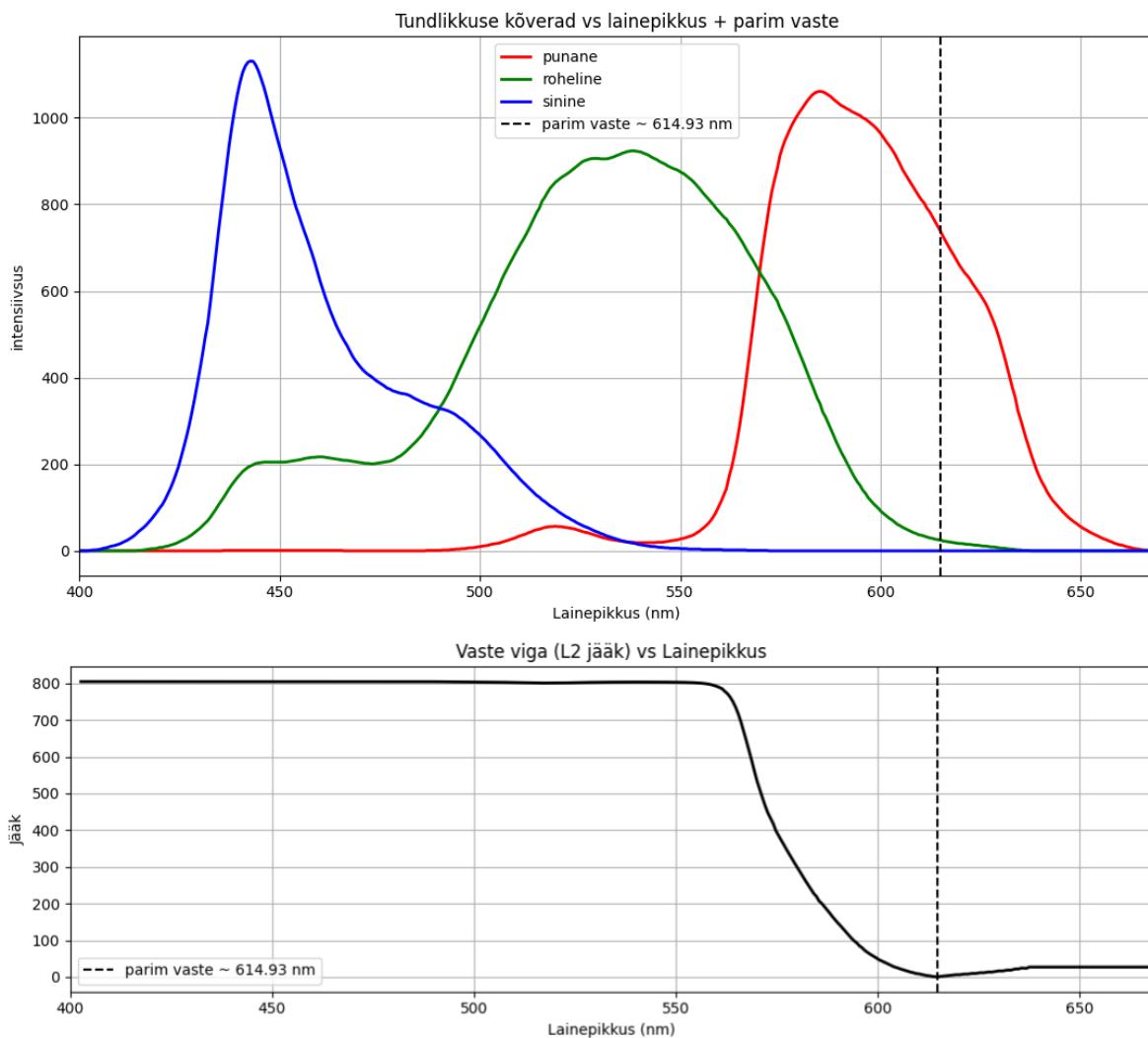
Järgmiseks sammuks on võrrelda iga laine pikkuse juures laseri vektorit ja võrdlusvektorit. *Least squares* meetodi kohaselt leiate selle jäägi järgmiselt:

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

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

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

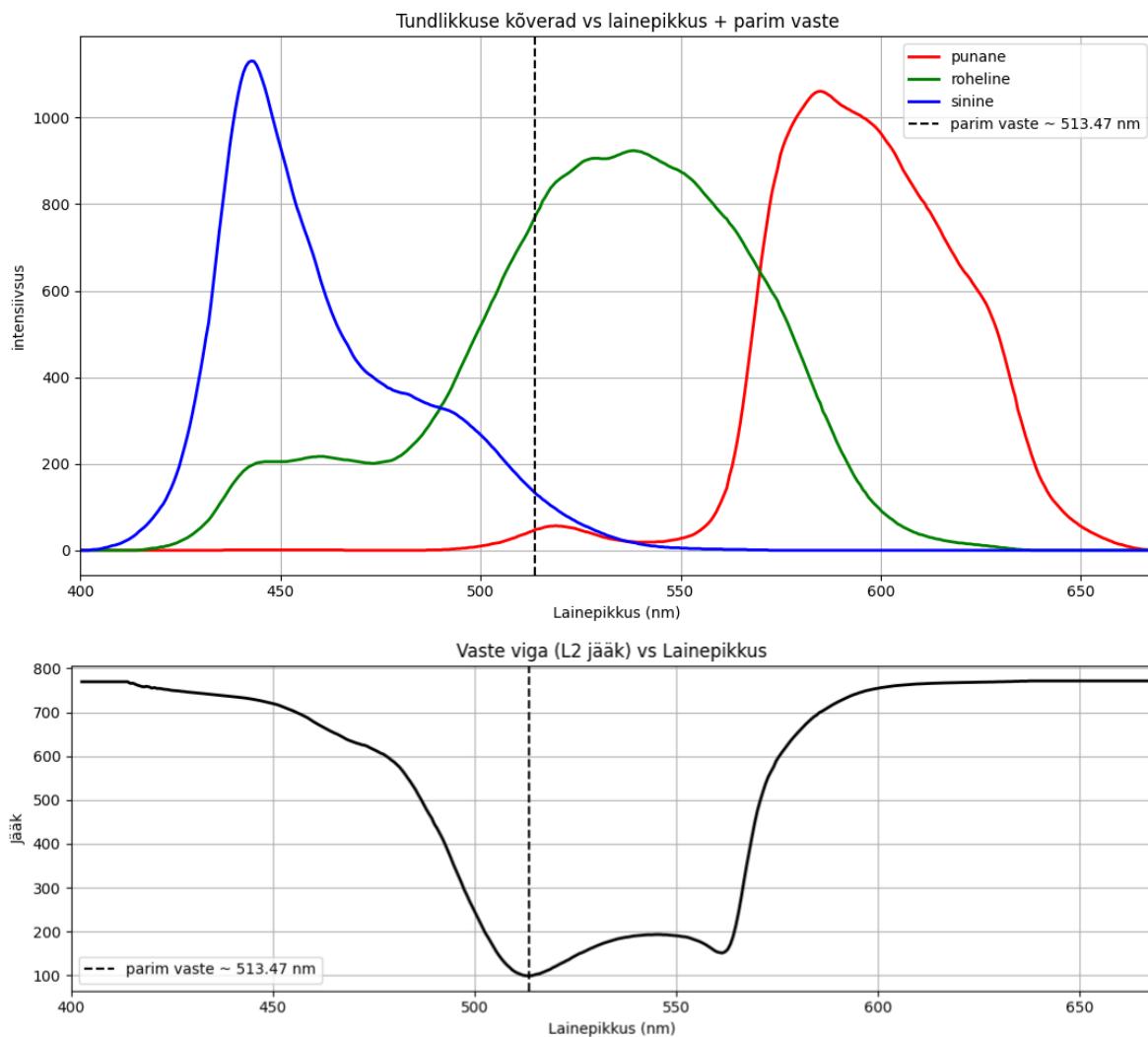
Nüüd visualiseerime leitud jäägi seost laine pikkusega ning kõige väiksema jäägi juures on RGB suhete erinevus kõige väiksem ehk seal on kõige töenäolisem laseri laine pikkus. Kasutame töötlemata tundlikuskõverate graafikut, sest laseri laine pikkus on mõõdetud töötlemata RGB tundlikkusega. Saame vastavad graafikud:



Saame punase laseri jaoks laine pikkuse: 615 nm . Kuid vaadates graafikut näeme, et väga hea vaste annaks terve vahemik $610 \text{ nm} - 668 \text{ nm}$.



Joonis 1: laine pikkusele vastav värv



Rohelise laseri jaoks saame laine pikkuse: 513 nm.



Joonis 2: laine pikkusele vastav värv