

**3nm suodattimet
nopealla optiikalla –
hyötyä vai rahanmeno?**

URSA laitepäivät 25.3.2023

Jari Saukkonen



tl;dr

Vahva ehkä

Jari Saukkonen

- Avaruus on kiehtonut aina
- 9 vuotta tähtivalokuvausta; aktiivinen foorumeilla, Facebookissa, kuvia julkaistu lehdissä, NASA APOD, jne
- Kirkkonummen Komeetta ry, sihteeri ja tähtitorninhoitaja
- Päivätyönä sovelluskehitys, muita harrastuksia (päivä)valokuvaus, pianonsoitto ja tanssipelit
- Instagram @jarisaukkonen



Lähteet

- [https://github.com/gshau/
fast_optics_with_narrowband](https://github.com/gshau/fast_optics_with_narrowband)
- [https://www.baader-planetarium.com/en/
downloads/dl/file/id/1794/product/0/
whitepaper_narrowband_filters_on_astronomical
_telescopes.pdf](https://www.baader-planetarium.com/en/downloads/dl/file/id/1794/product/0/whitepaper_narrowband_filters_on_astronomical_telescopes.pdf)

Miksi suodattimia?

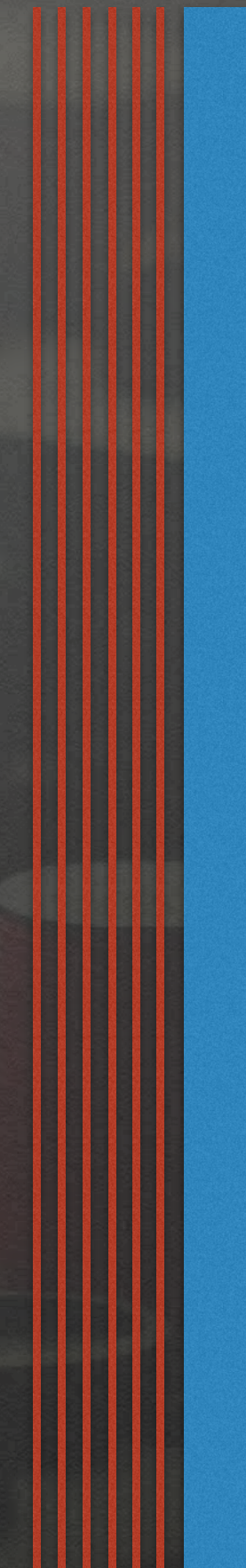
- Emissiosumut säteilevät tietyillä aallonpituuksilla
- Suodattimella saadaan näiden aallonpituuksien ulkopuolinen valosaaste ja tähtiloisto himmennettyä
- Mitä kapeampi suodattimen päästökaista, sitä paremmin kohde erottuu





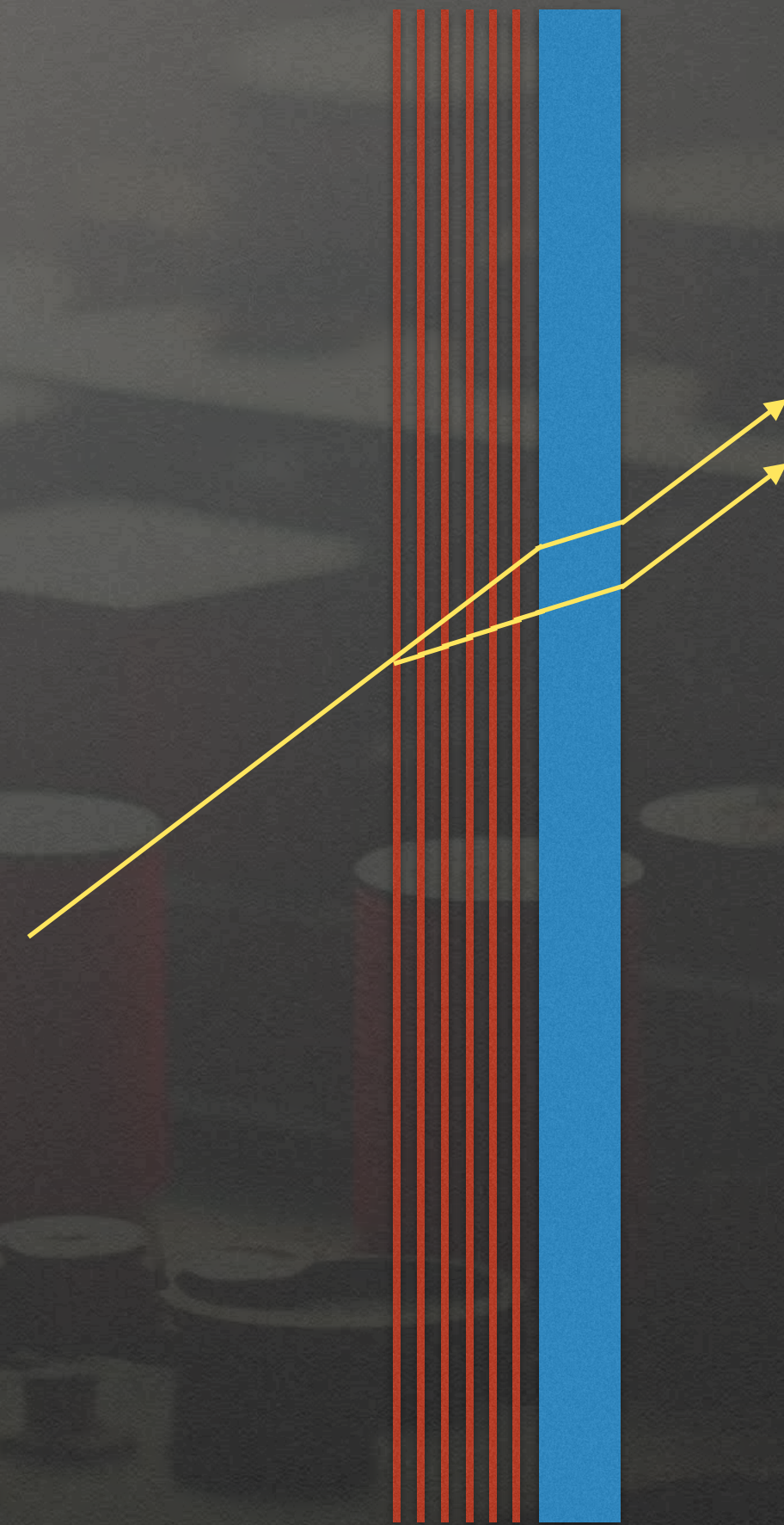
Suodattimien toimintaperiaate

- Tähtivalokuvauksessa käytetyt suodattimet ovat tyypillisesti ns. *interferenssisuodattimia*
- Perustuvat lasin päälle pinnoitettuihin ohutfilmikalvoihin
- Kerrosten paksuus alle valon aallonpituuden, jolloin valo interferoi itsensä kanssa
- Monimutkaisilla kerrosrakenteilla saadaan aikaan erilaisia suodattimia



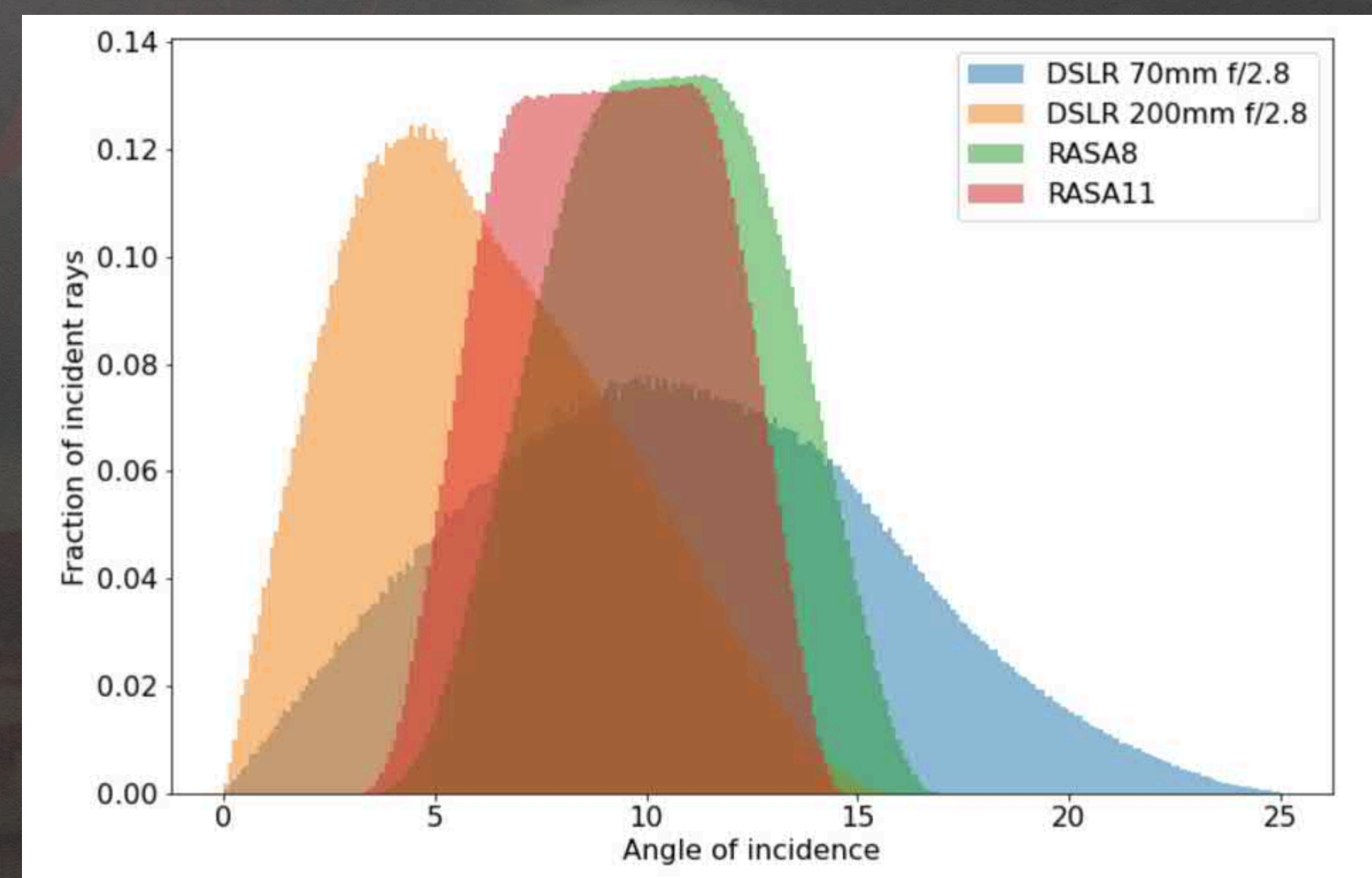
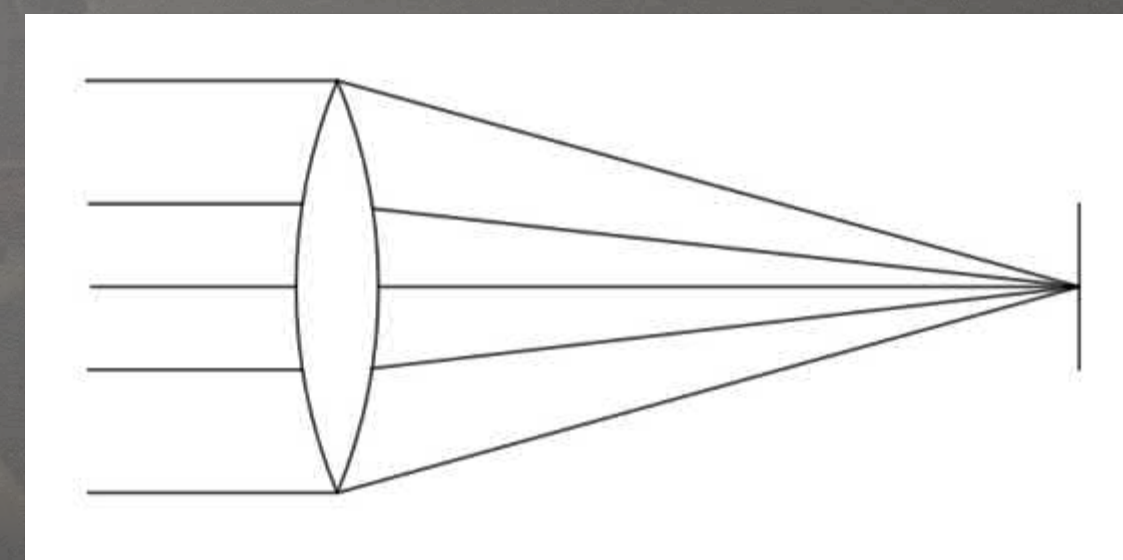
Valon tulokulman vaikutus suodattimiin

- Kulmassa saapuva valo kulkee pidemmän matkan kunkin kerroksen välillä
- Kapeakaistasuodattimessa tämä vaikuttaa päästökaistan sijaintiin ja leveyteen

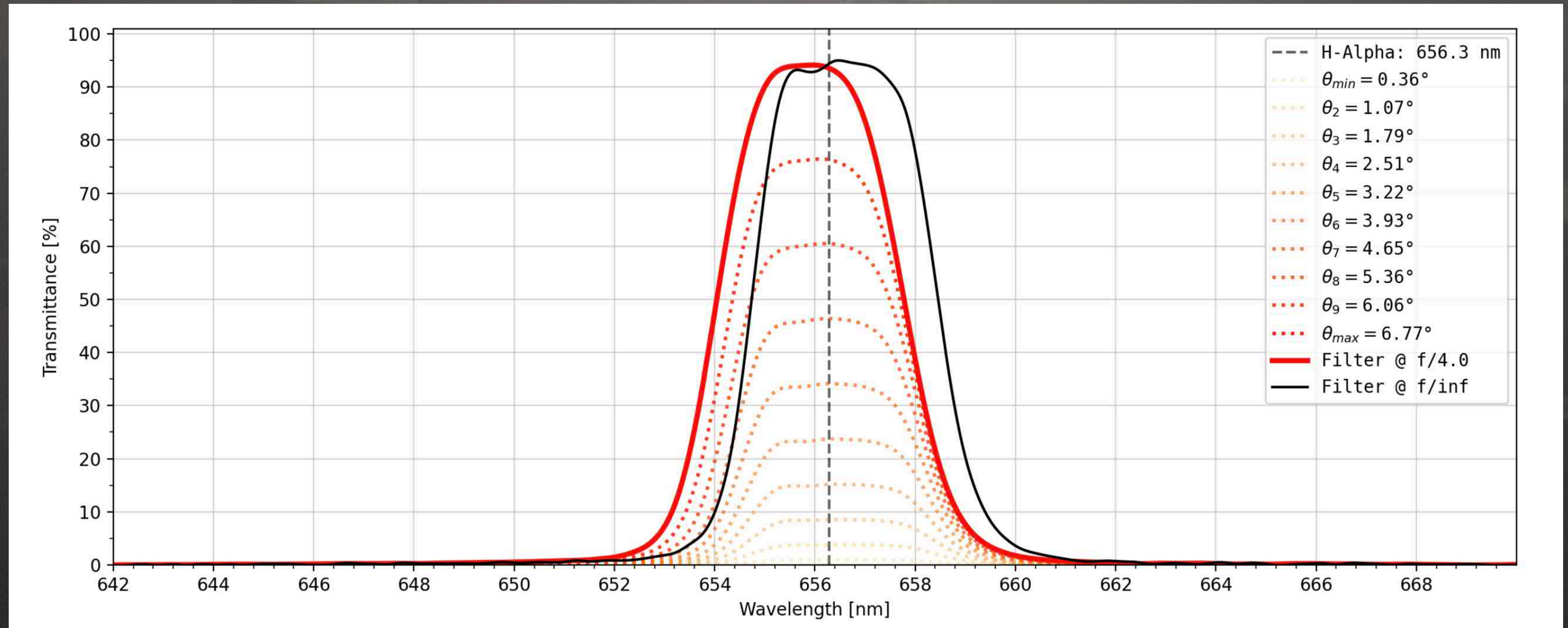


Valon tulokulma

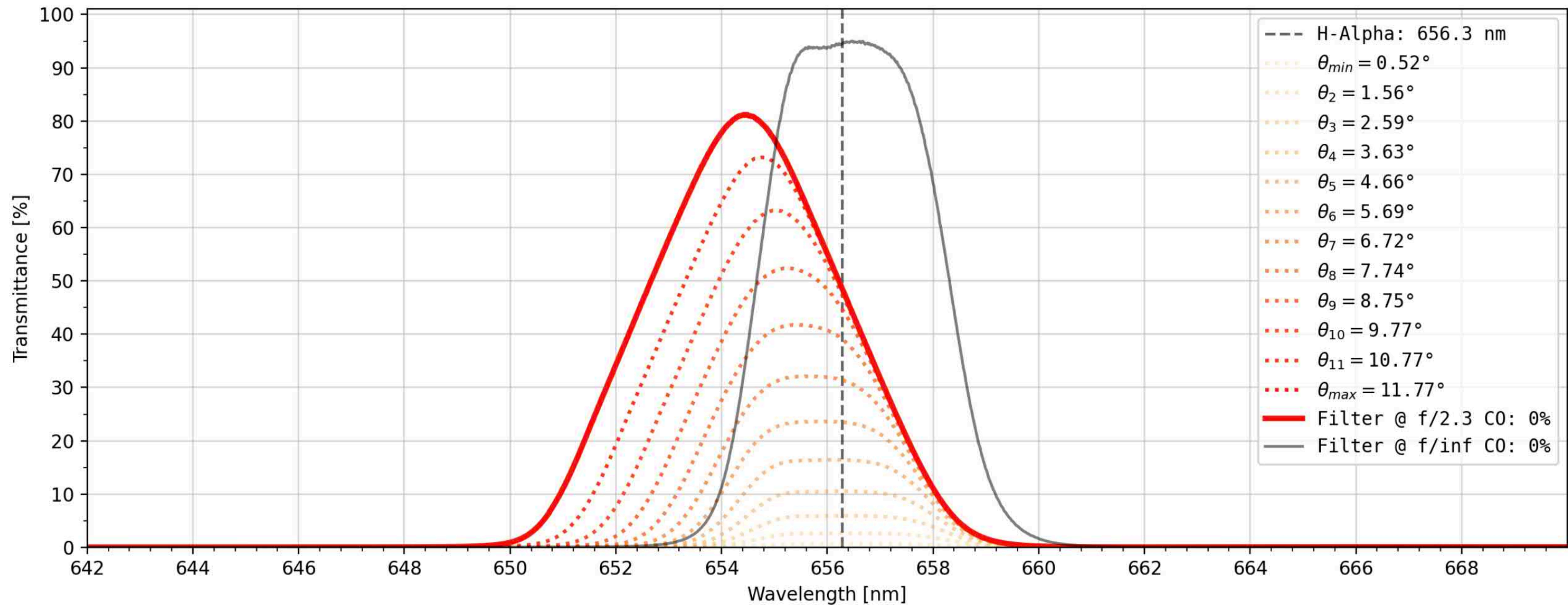
- Valon tulokulma riippuu optiikan aukkosuhteesta (f-luku) ja kuvakulmasta
- Tulokulmien jakaumaan vaikuttaa mahdollisen apupeilin peitto, jolloin suorimmat valonsäteet jäävät pois



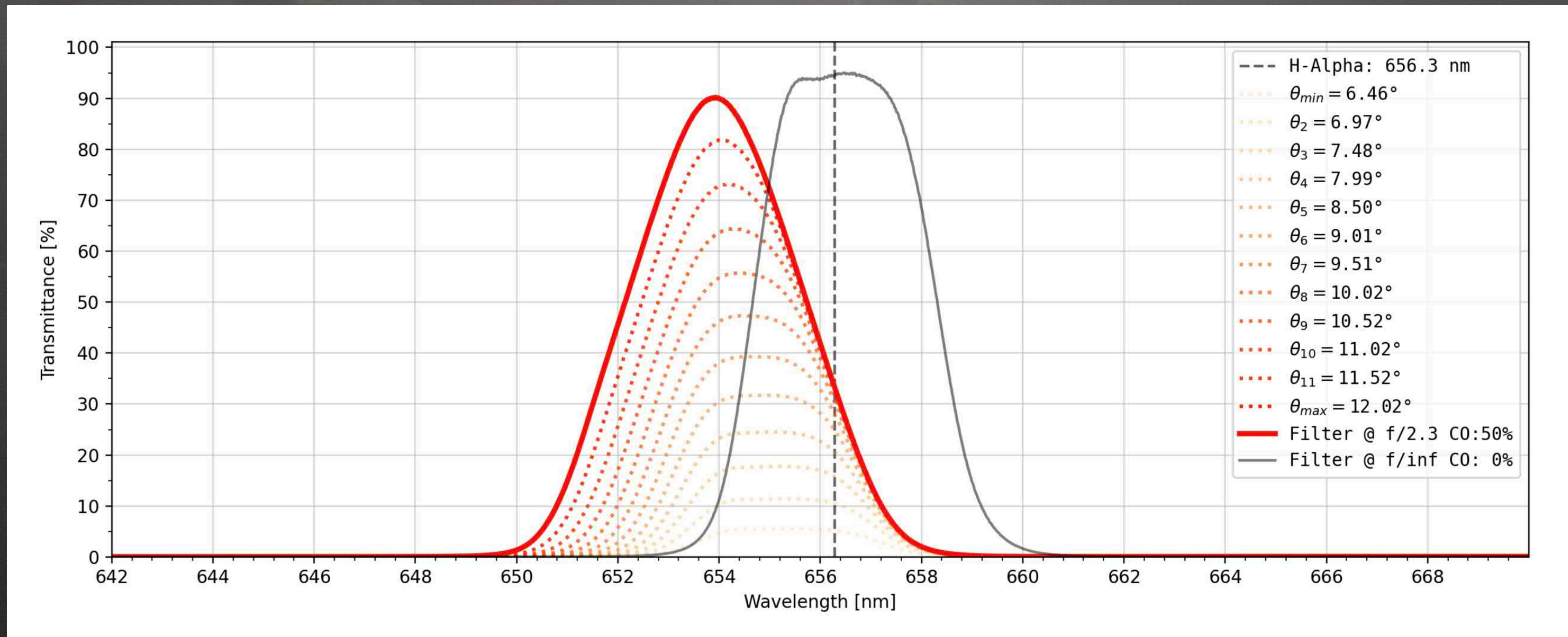
Valon tulokulma: 3,5nm + f/4



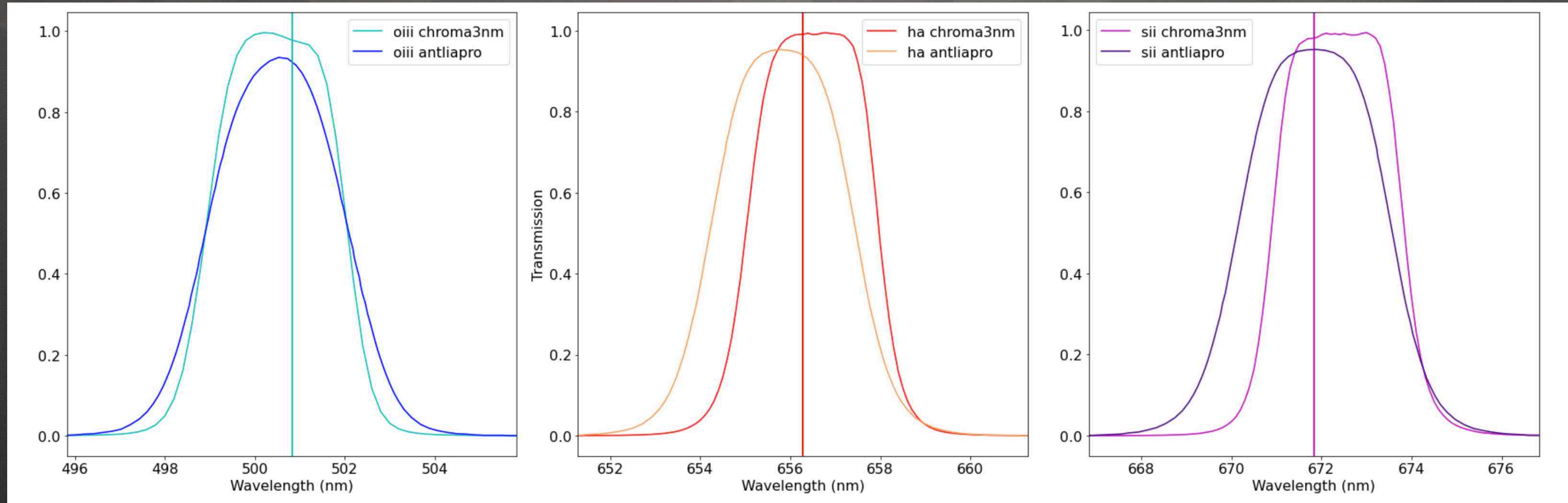
Valon tulokulma: 3,5nm + f/2,3



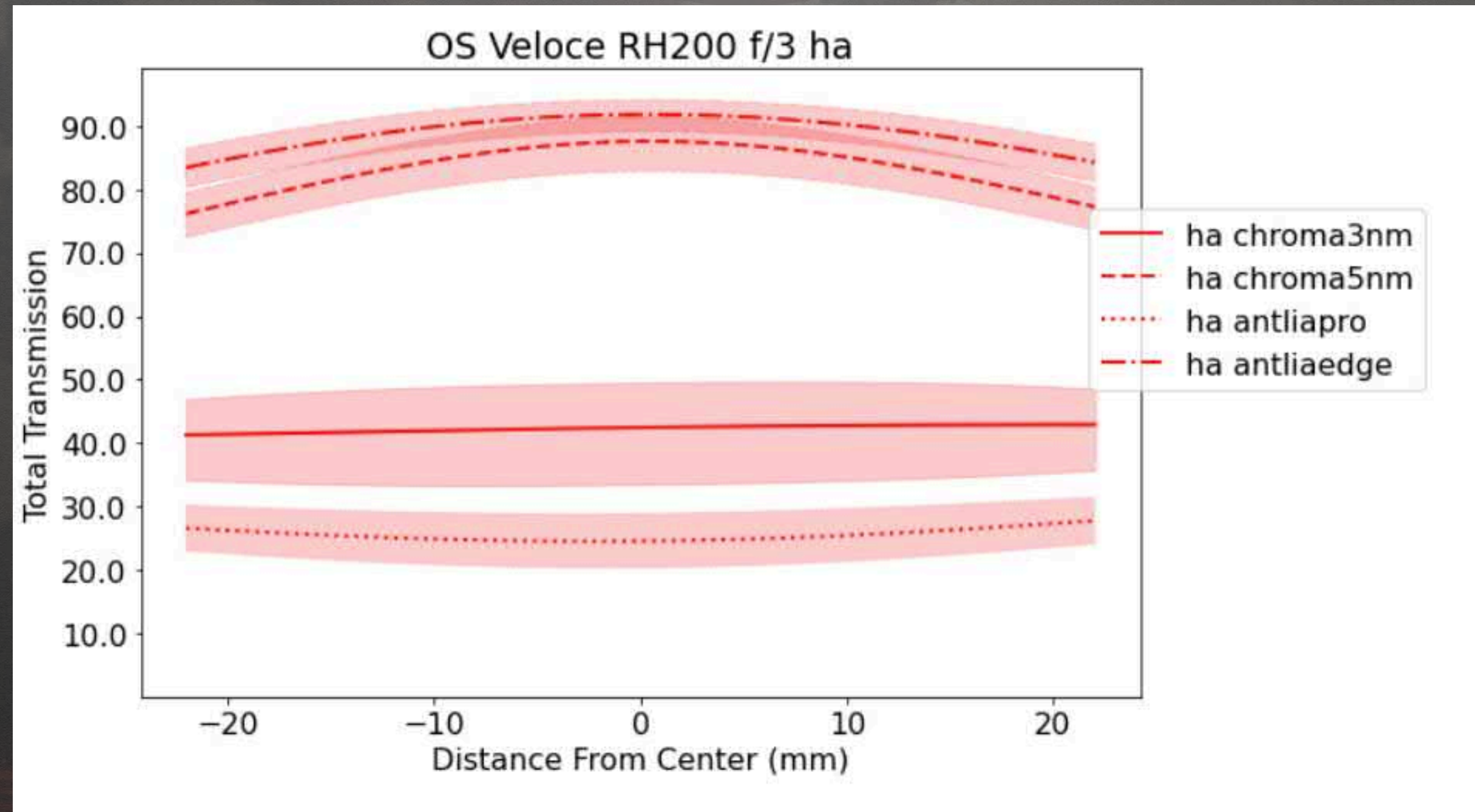
Valon tulokulma: 3,5nm + f/2,3 + 50% CO



Suodattimissa on myös eroja



Suodattimissa on myös eroja



Miten tämä ilmenee kuvassa?

- Kohteen kontrasti yleisesti matalampi
- Kohteen kontrasti heikkenee reunoja kohti
- Vähemmän räikeitä ongelmia ei välttämättä huomaa ilman vertailukohtaa..



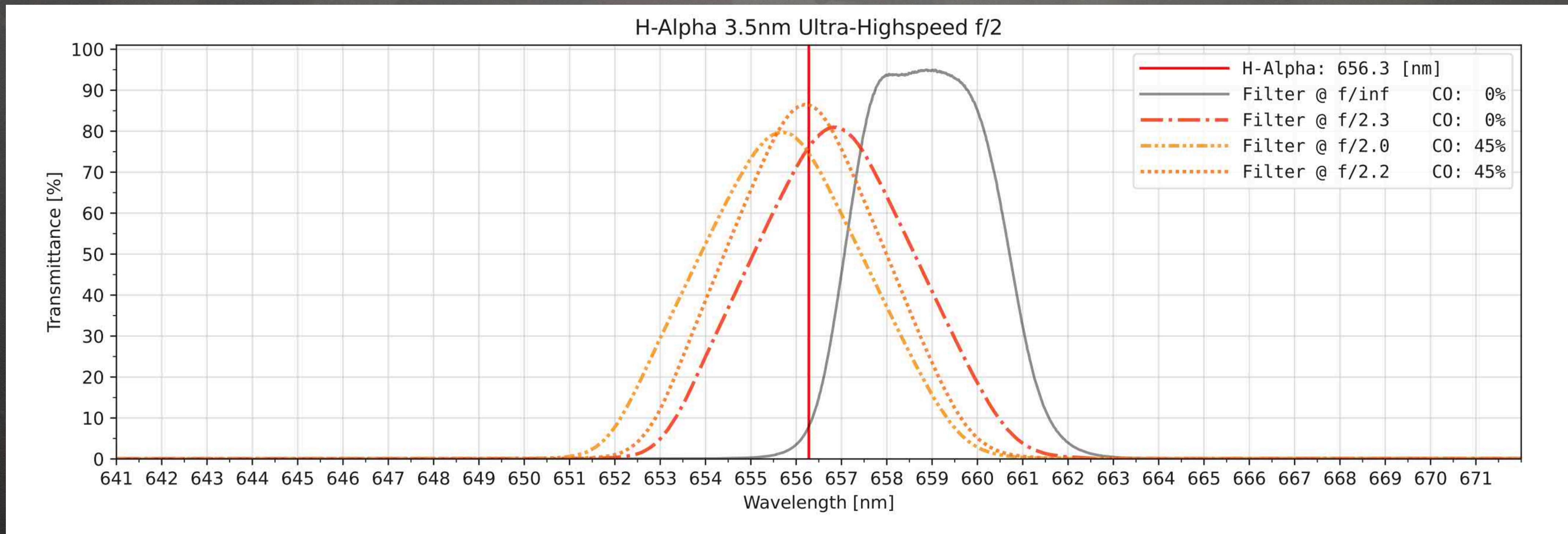


Ratkaisu? 🤔

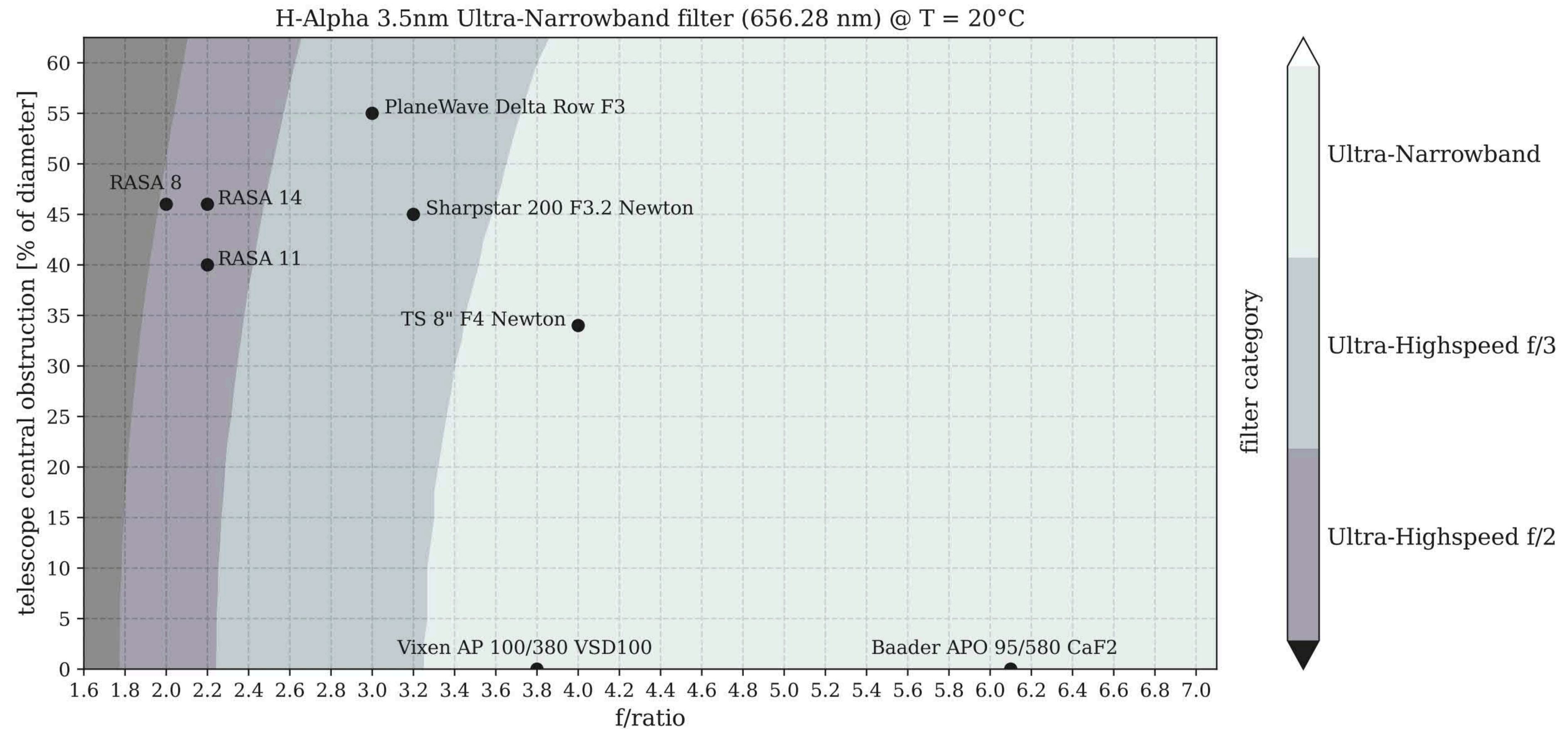
Käytä joko:

- hitaampia suodattimia (3nm ok n. $f/3,5$ asti)
- suodattimia minkä suunnittelussa on huomioitu päästökaistan siirtyminen
- Baader päätynyt tarjoamaan kahta eri 3,5nm sarjaa nopeille putkille aukkosuhteen mukaan ($\sim f/2$, $\sim f/3$)

.. mutta yksi ratkaisu ei toimi kaikkialla



Baaderin white paper 🙌



A close-up photograph of a microscope, likely a compound microscope, with a semi-transparent dark overlay in the center. The overlay contains the text "Kiitos!". The background is dark, and the microscope's components, including the objective lenses and eyepiece, are visible. The lighting is dramatic, highlighting the metallic and glass parts of the instrument. In the foreground, there are several small, round, reddish-orange objects, possibly microorganisms or cells, arranged on a surface. The overall scene suggests a scientific or laboratory setting.

Kiitos!