



Auringonpimennyksen kuvauksen automatisointi

Ursa laitepäivät 2025

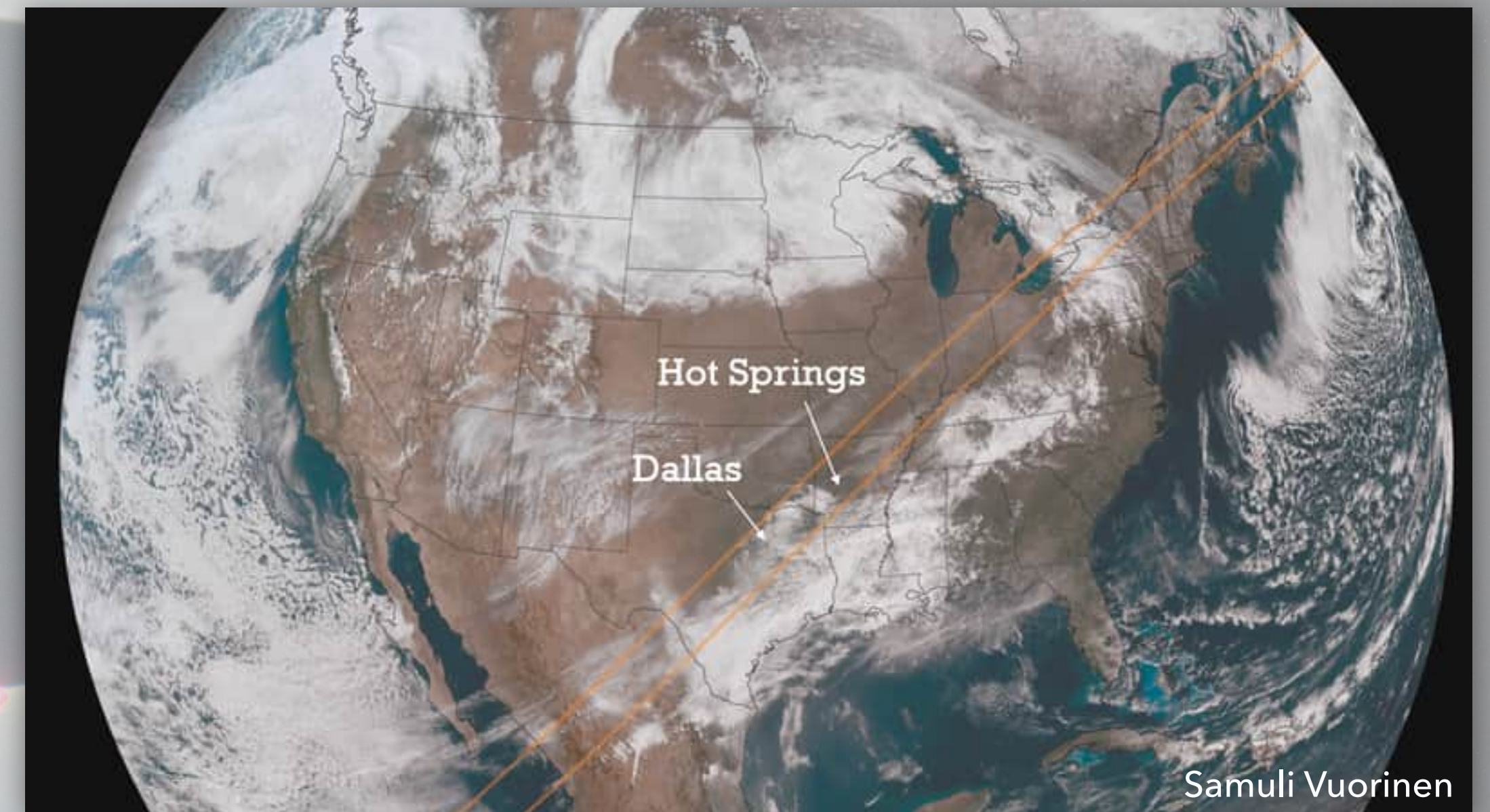
Auringonpimennys USA 2024



Auringonpimennys USA 2024



Liikkeelle neljältä aamulla, Lauri tähysti ennusteita



Pilvisyys pimennyksen aikaan

Walmart, ammattilaisten valinta 🧐



Pimennysreportaasi

Samulilla pidempi reissukuvaus blogissaan:

<https://www.othercomputer.com/blog/2024-05-12-total-solar-eclipse/>



Kuvauskalusto

- **Jalusta:** Sky-Watcher AZ-GTI, omalla kolmijalalla (kevyt!)
- **Optiikka:** Canon EF 300/2.8L IS
- **Suodatin:** AstroSolar -kalvo 3D-tulostetussa kehikossa
- **Tarkennin:** AstroMechanics ZWO EF adapteri
- **Kamera:** ZWO ASI2600MC Pro





Jalustan ongelmat

- AZ-GTI on ihan okei, mutta itse seurantapää on täysin tyhjä ja ajaa vain moottoreita eteenpäin
 - Tarvitsee joko käsikapulan tai kännykän ohjaukseen
 - Kännykän pitää jolla jatkuvasti auki, jotta AZ-moodissa osaa pitää kohteen paikallaan...
 - → mukana ylimääräinen kännykkä tätä varten
-

Kameran mahdollisuudet

- Nykyisistä CMOS-kameroista saa ulos raakavideota niin paljon kuin USB3 antaa myöten. Ajatus maksimoida pimennyksestä saatava data.
 - **ZWO ASI2600MC**
 - Täysi 6248 x 4176 @ 16bit kuva **3,5fps**
 - Crop 1920x1200 @ 16bit n. **12 fps**
 - Rolling shutter, kamera pystyy valottamaan jatkuvasti jos valotusaika enintään 1/fps
-

AstroMechanics EF adapter

- Sovituksena kameran ja lasin välissä AstroMechanicsin EF-sovitin
- Mekaanisen sovituksen lisäksi osaa ohjata Canonin lasien tarkennusmoottoreita
- ASCOM-ajurilla saatiin automaattitarkennus V-käyrällä käyttöön SharpCapissa 😎
 - Ei tuntunut olevan ihan 100% luotettava



Optiikan virittely

- Kuten aina tähtikameroiden kanssa niin haasteena saada (adapterista huolimatta) oikea backfocus
- Kameralasin kanssa voi käyttää järkkäriä (tässä EOS R) referenssinä
 - Lasi jalustakengästään kolmijalkaan, kriittinen tarkennus kaukaiseen kohteeseen
 - Kameran vaihto tähtikameraan, pysyikö tarkennus samana?
- 3D-tulostettu shimmi pitää oikean etäisyyden
- Optiikan edessä myös apertuurimaski, n. f/4 ilman diffraktiopiikkejä



Kuvausohjelma

- **SharpCap!** Yllättävä valinta?
 - Erittäin luotettava videon tallennukseen
 - Tukee kaikenlaisia kameroita
 - ASCOM-tuki muille laitteille
 - Skriptattavissa Pythonilla 🤔
 - <https://www.sharpcap.co.uk/>



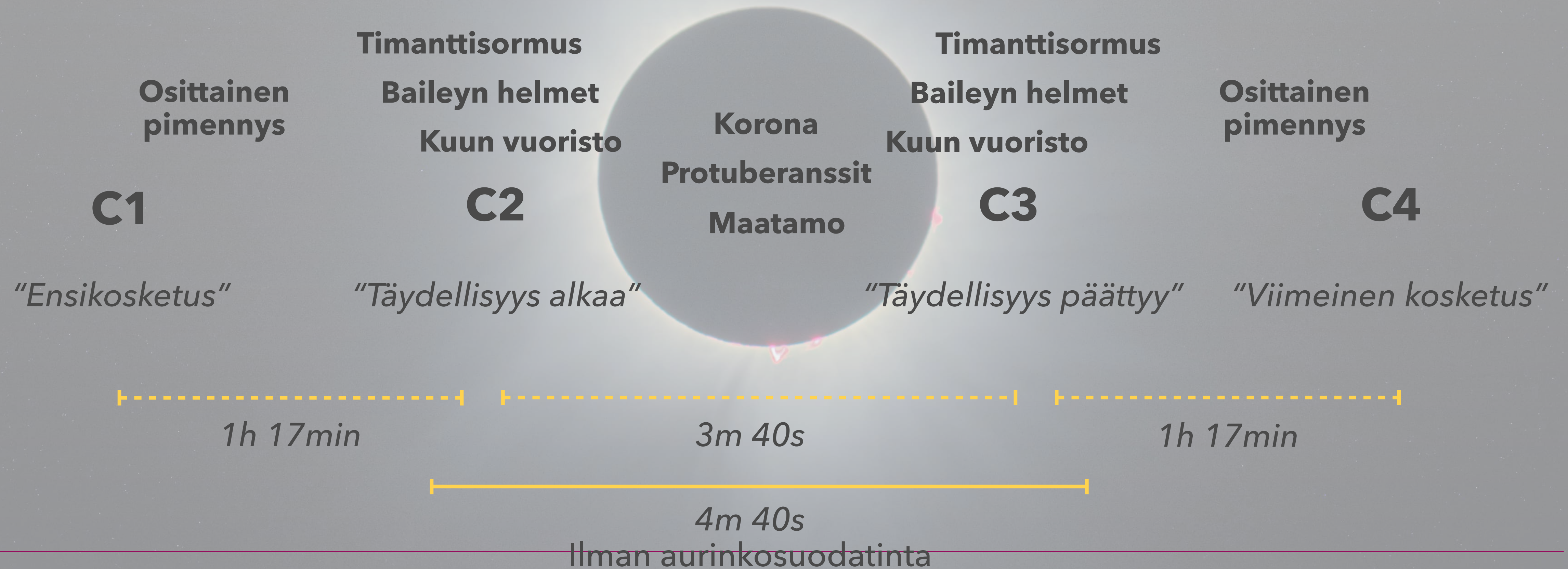
Pimennyksen vaiheet



Kuvattavia ilmiöitä



Kuvattavia ilmiöitä



Lopullinen kuvaussuunnitelma

- Osittaiset vaiheet: **0,8ms** yksittäisvalotuksia 15s välein. Koko kuvakenttä (= seurannan ei tarvitse olla tarkkaa)
- Täydellisyyden alku ja loppu: **0,032ms** (minimi) videota 1920x1200 crop @ **12fps**
Eri ilmiöiden havainnointi venytyksellä/pinoamalla
- Täydellisyys, **HDR**-bracketointia **1ms - 50ms - 300ms** noin 3min ajan. Koko kuvakenttä.



Pimennyksen ajoittaminen

- Pimennyksen tarkka hetki ja kesto riippuu omasta sijainnista
- Tiedot voi kaivaa netistä, mutta meillä oli nörttejä matkassa..
- Lauri laski itse pimennyksen ajoituksen tekemällä tarvittavat geometriset laskut käyttäen lähdeaineistona JPL:n Solar System Dynamics -osaston julkaisemia DE405-efemeridejä.
- Miksei, kun voi? 🙄

**"Eikä ole edes valmiita
Besselin elementtejä
käytetty" – Lauri Kangas**

SharpCapin skriptaus

- Tehtiin käytännössä oma kuvausautomaatio SharpCapin päälle
- Ajaa itsenäisesti koko pimennyksen läpi, käyttäjän vastuulla operoida aurinkokalvoa
- **Koodit löytyy <https://github.com/komakallio/eclipse2024>**
"If it breaks you get to keep both pieces"

SharpCapin skriptaus

```
def start_video_capture(exposure_ms):
    if simulate:
        print(f'[camera simulator] Starting video capture, exposure={exposure_ms:0.3f}')
        return
    if SharpCap.SelectedCamera == None:
        print('CAMERA DISCONNECTED')
        return

    SharpCap.SelectedCamera.Controls.OutputFormat.Value = 'FITS file (*.fits)'
    SharpCap.SelectedCamera.Controls.Exposure.Value = exposure_ms/1000
    SharpCap.SelectedCamera.CaptureConfig.CaptureLimitType = SharpCap.SelectedCamera.CaptureConfig.CaptureLimitType.Unlimited
    SharpCap.SelectedCamera.PrepareToCapture()
    SharpCap.SelectedCamera.RunCapture()
```

```
if current_block == 'contacts':
    camera.start_video_capture(exposure)
    print(tf(now()), f'{current_block}: prepared and started video')

    while now() < next_break:
        seconds_left = (next_break - now()).total_seconds()
        print(tf(now()), f'{current_block}: waiting for {seconds_left:.0f} s until {next_break.strftime("%H:%M:%S")} for video to finish..')
        time.sleep(1)

    camera.stop_video_capture()
    print(tf(now()), f'{current_block}: stopped video')
    continue
```


Skriptin asetukset

```
margins = {
  "outside_eclipse": 5,
  "outside_total": 30,
  "inside_total": 25
}

exposures = {
  "partial": [0.800],
  "contacts": [0.032],
  "middle": [1.0, 50.0, 300.0]
}

rois = {
  "partial": "6248x4176",
  "contacts": "1920x1200",
  "middle": "6248x4176",
}

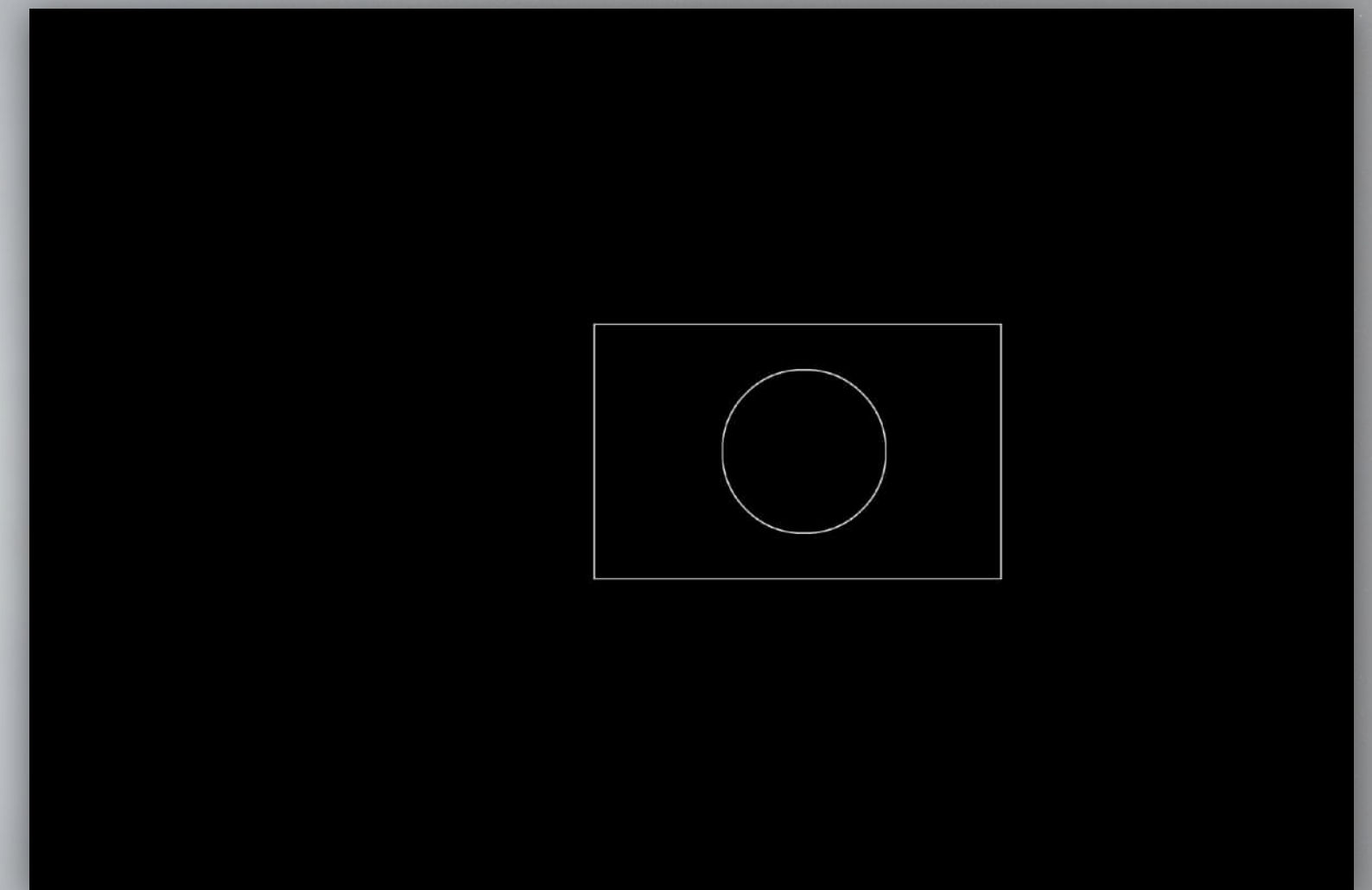
partial_interval = 15

pans = {
  "partial": 0,
  "contacts": 500+6248/2-1920/2,
  "middle": 0,
}
```

```
{
  "times": {
    "C1": "2024-04-08T17:22:44.8Z",
    "C2": "2024-04-08T18:40:04.0Z",
    "MAX": "2024-04-08T18:42:15.3Z",
    "C3": "2024-04-08T18:44:26.5Z",
    "C4": "2024-04-08T20:02:28.6Z"
  }
}
```


Miten meni?

- Automaatio toimi kuten pitikin
- Seuranta ei täydellistä, mutta riittävää
 - Tuli tönäistyä jalustaa pari kertaa osittaisen vaiheen aikana
- Viimeinen tarkennus ja asemointi täydellisyyden croppivideota varten 5min ennakkoon
- Tarkennus ei osunut aivan täysin kohdalleen



Auringon sijoitusmaski
overlayna SharpCapissa



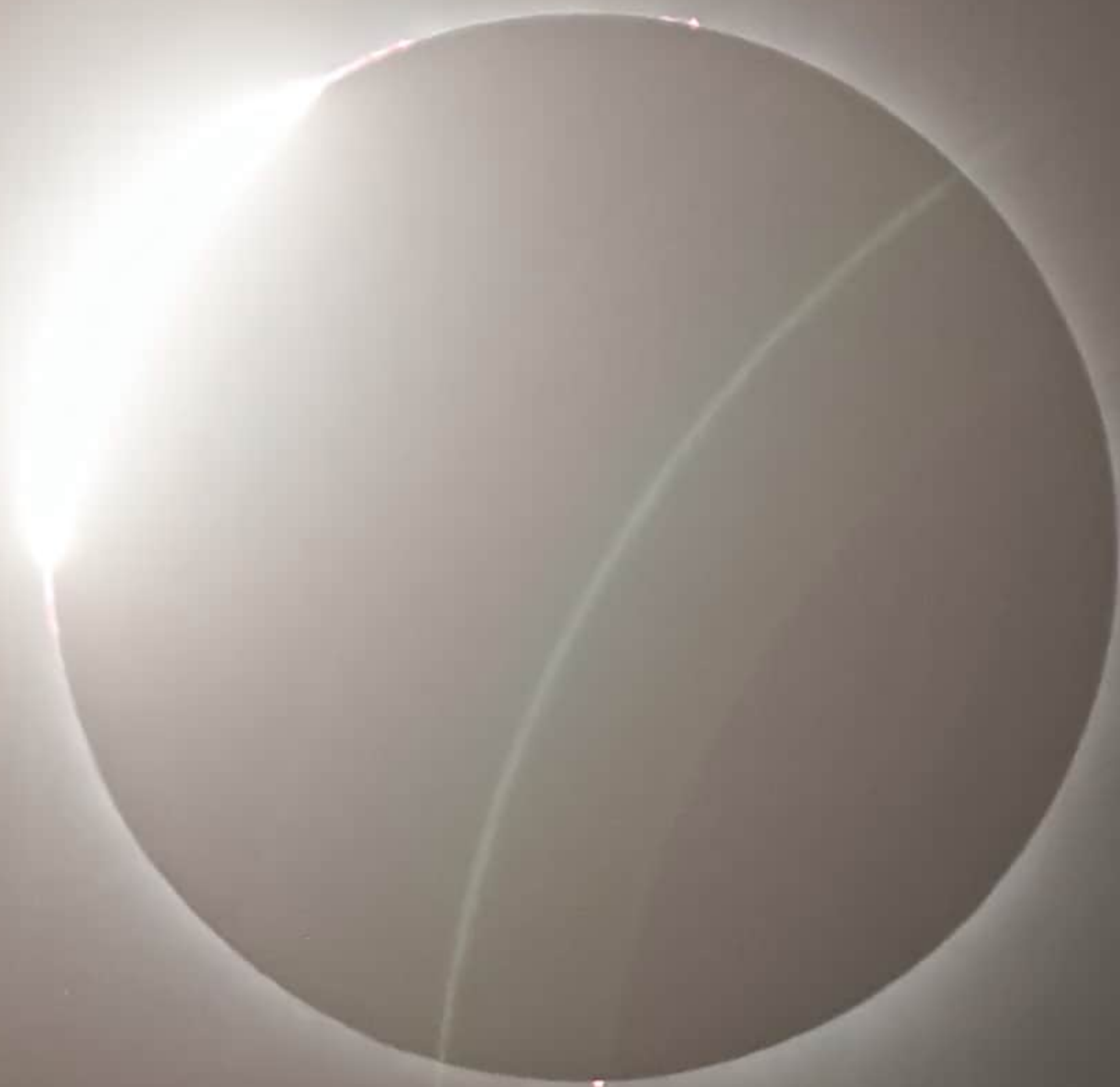
0,8ms valotus, vähän venytetty



raakavideo 0,032ms / frame, debayeroitu



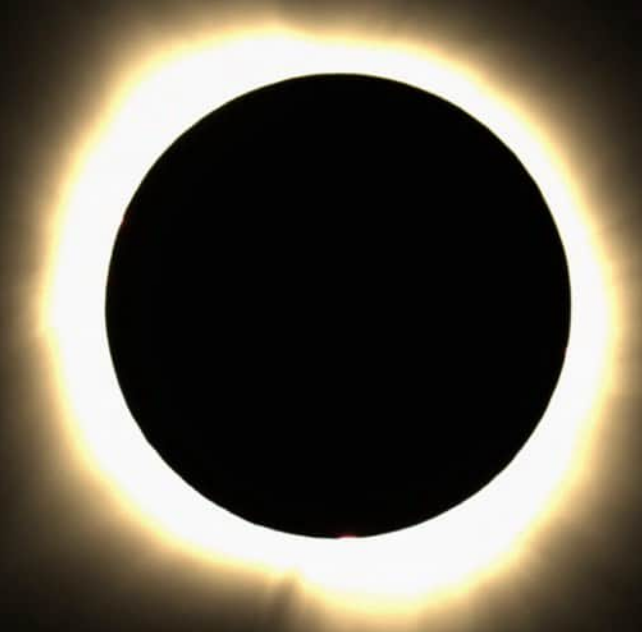
raakevideo 0,032ms / frame, debayeroitu



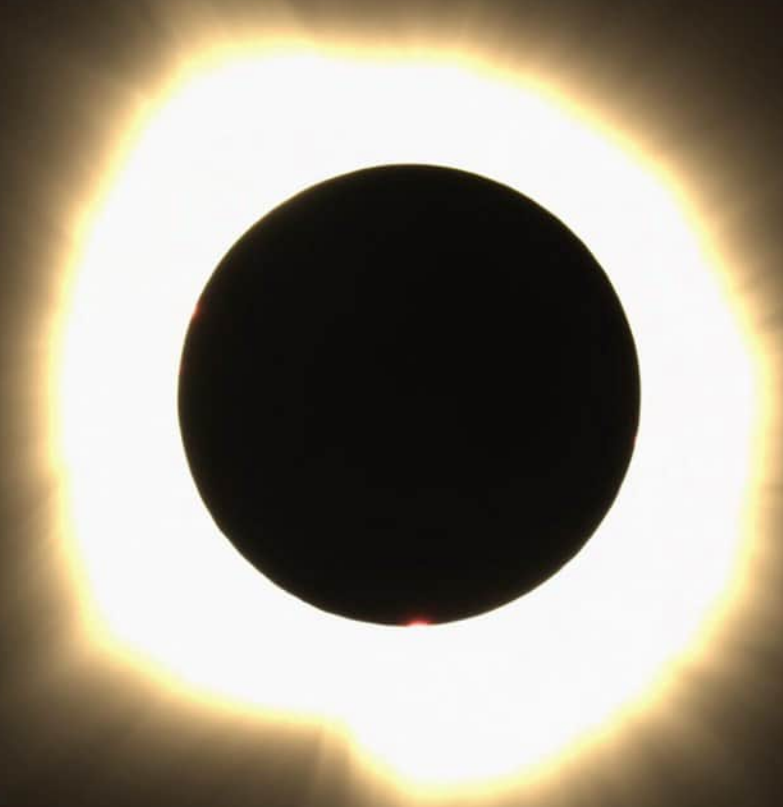
Käsitelty video



1ms valotus, lineaarinen kuva



50ms valotus, lineaarinen kuva



300ms valotus, lineaarinen kuva

Miten meni koronan kanssa?

- Talteen jäi 3min ajalta 95 hdr-valotusta, eli n. 30s "kokonaisvalotusaika" (tehollinen 1,6fps)
- Koronapinon käsittely "hieman" haastavaa, lyhimmissä valotuksissa ei tähtiä kohdistusta varten. Pilvet myös vaivasivat
- HDR-pinossa dynamiikkaa yli 1:10000000000 🤖
- Ideaalisti tarvitaan kohdistus sekä koronan että kuun mukaan
- Tuli ahnehdittua liikaa 1:50:300ms valotusajoilla, fiksumpaa esim 1:8:50:300ms. Kirkas protu paloi 1ms:llä kuitenkin puhki



HDR-pino tähtien mukaan

KIITOS!

Kysyttävää?

jari.saukkonen@gmail.com
<https://instagram.com/jarisaukkonen>
<https://astrob.in.com/users/vehnae>