

Holmesin-komeetan pölyvanahavaintojen tieteellinen merkitys

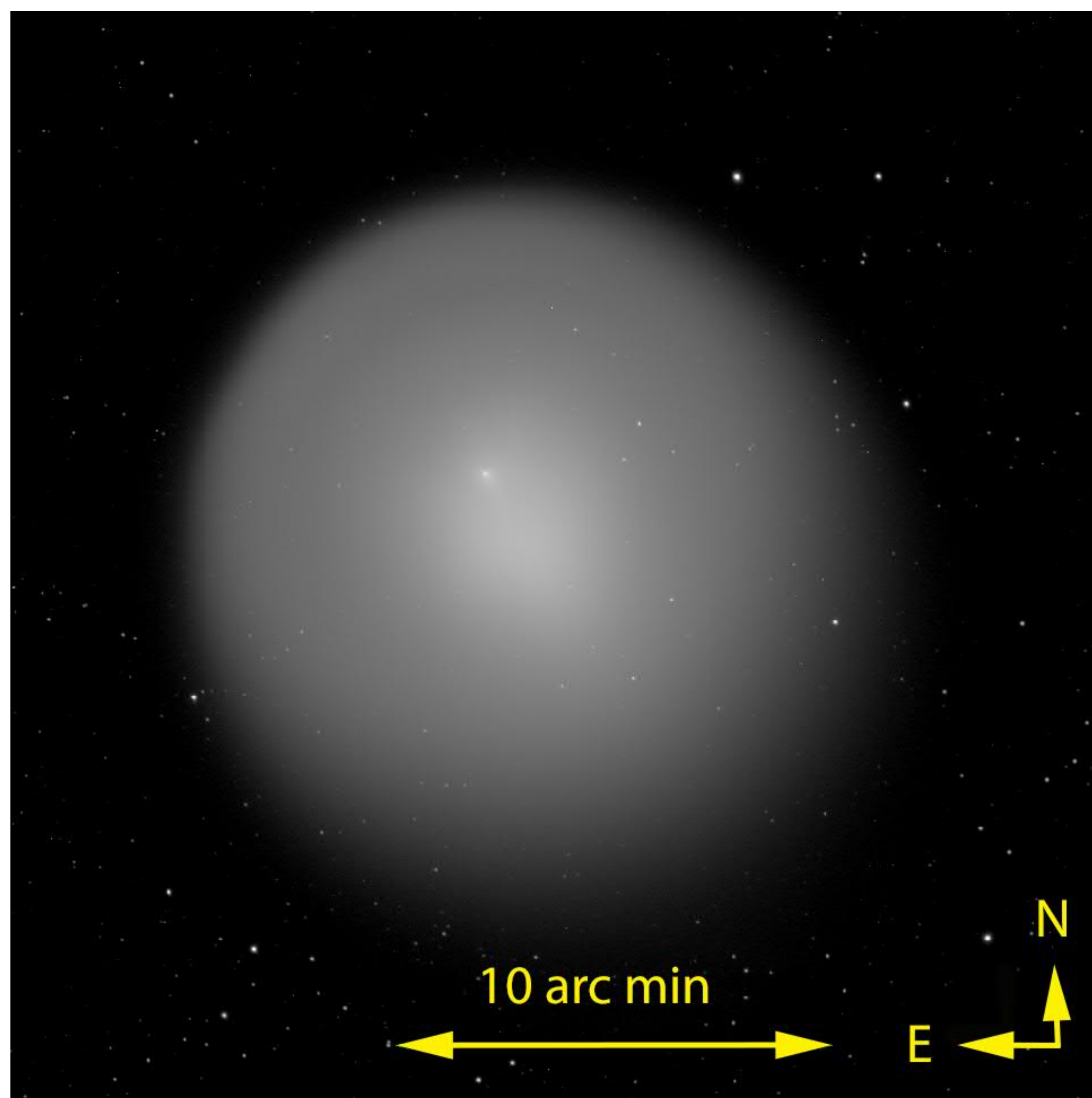
Ursan Aurinkokuntatapaaminen 2023

Markku Nissinen 11.2.2023

4.11.2007

Kuva: Arto Oksanen

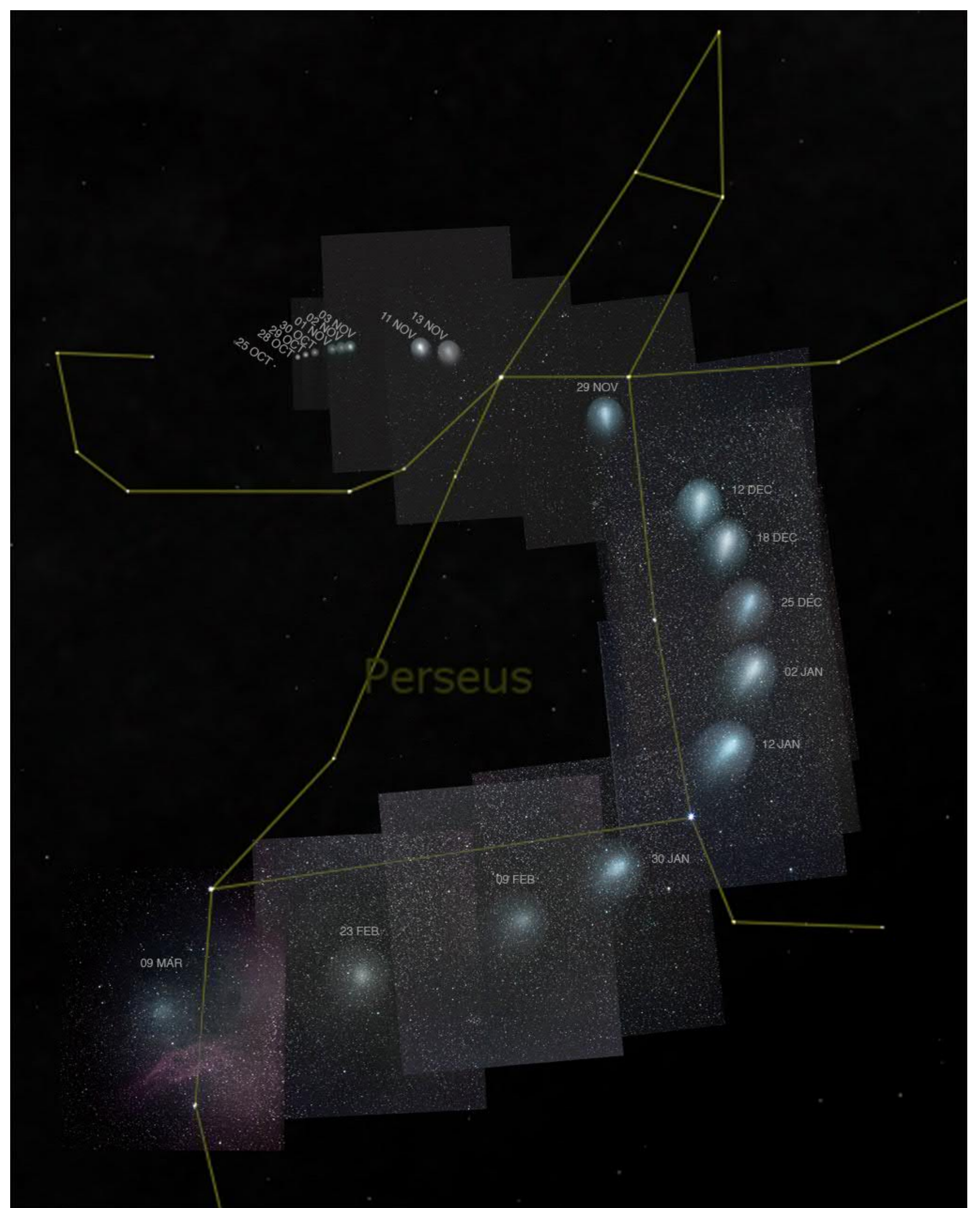
- 2007 Nov 4 16:30:06 UT
- Hankasalmi Observatory
- Valotus: 60 sekuntia
- SBIG STL-1001 CCD kamera



2007 purkaus

Kuva: John Pane

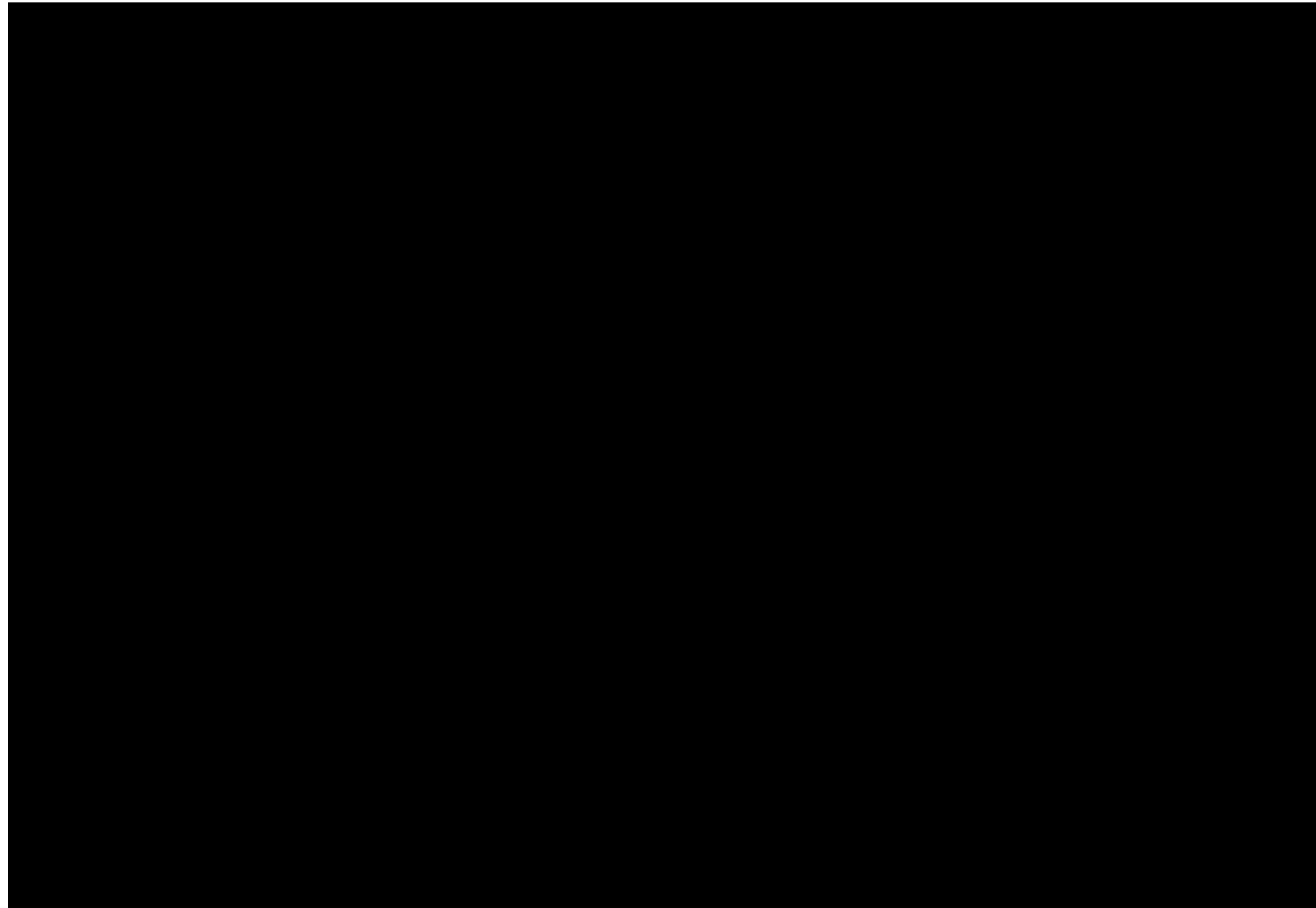
- Comet 17P/Holmes 19-night composite with constellation stick figure
- 25 October 2007 to 2008-03-09
- GNU Free Documentation License version 2.1
- Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- Photo by John Pane

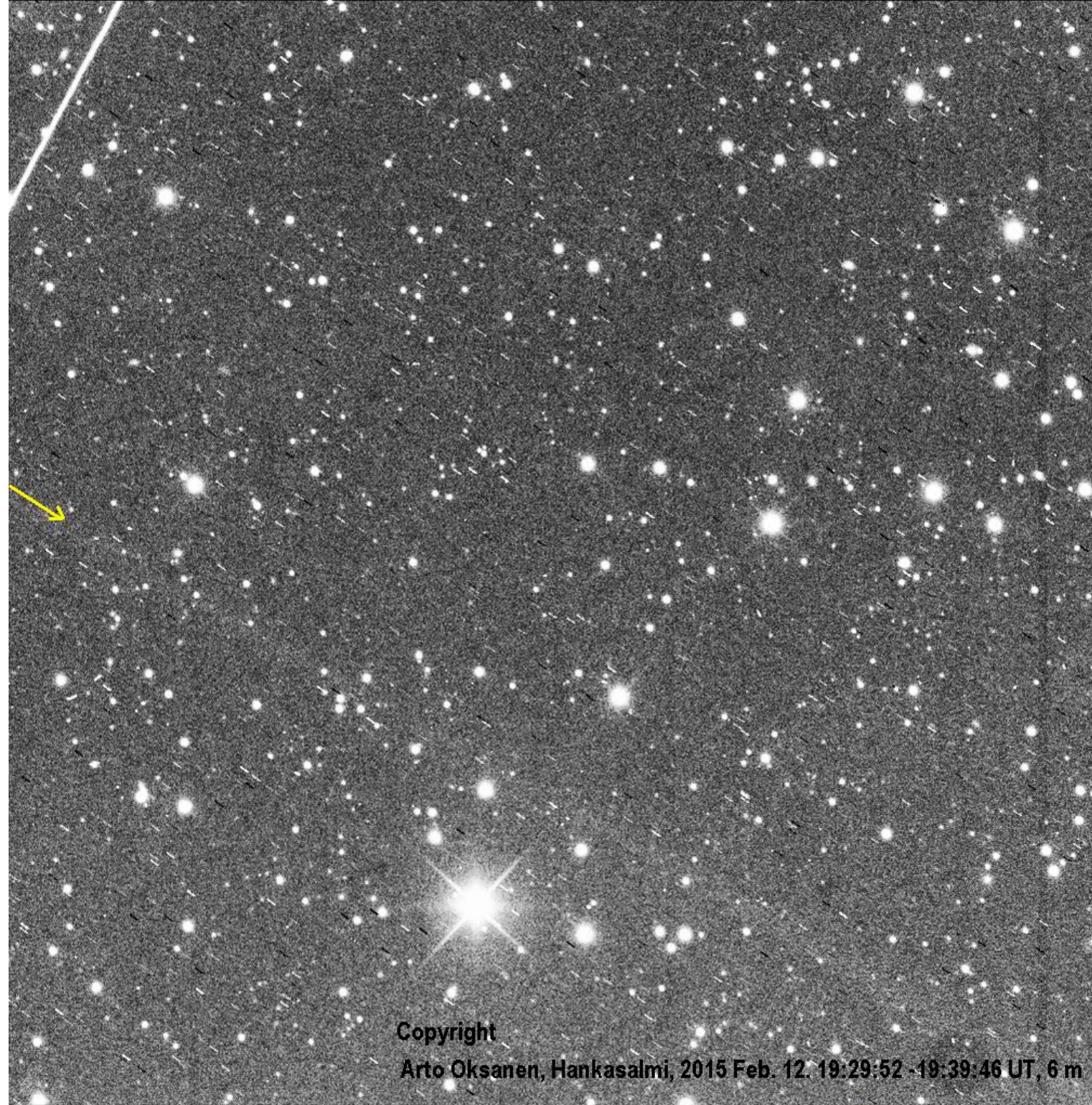


Pölyvana

Kuva: Arto Oksanen

- Kuva otettu Hankasalmen observatoriossa
- Kuva on otettu 2015 helmikuun 14 päivänä.
- Kuva on yhdistelmäkuva viidestä CCD kameralla otetusta yksittäiskuvasta.

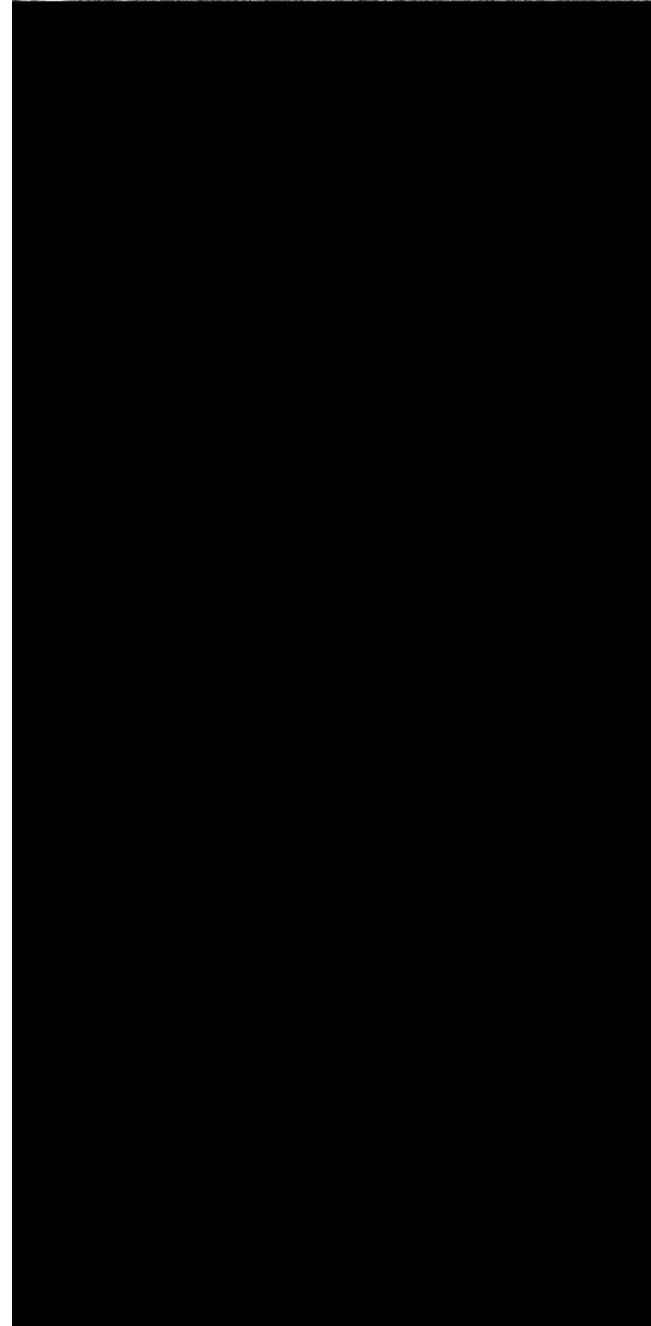
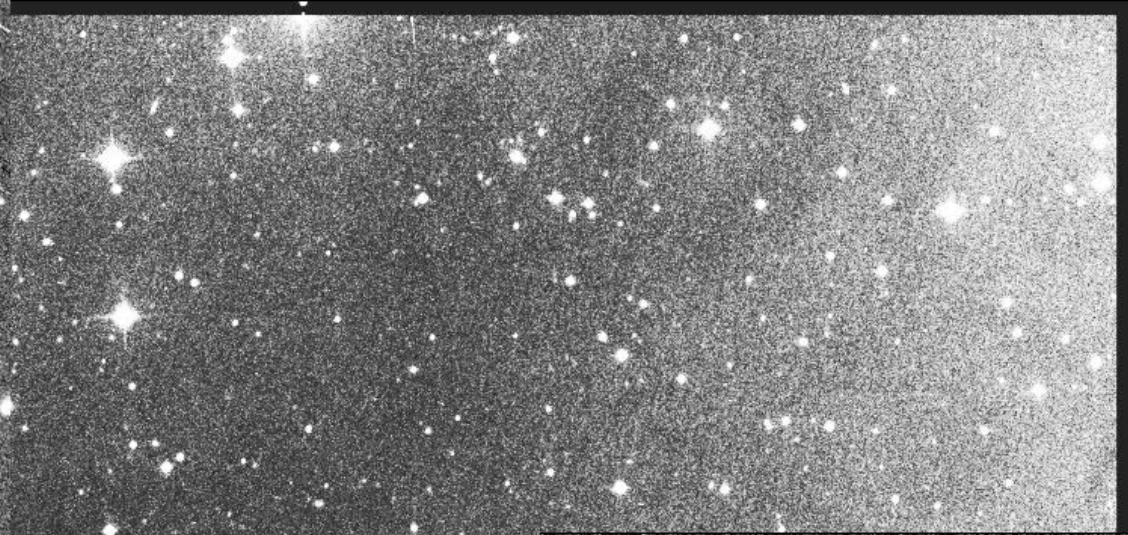




Copyright
Arto Oksanen, Hankasalmi, 2015 Feb. 12. 19:29:52 - 19:39:46 UT, 6 m

N
↑
17P/Holmes dustrail from the 2007 explosion
converging at the explosion site one revolution
later.

image stacking and combining Esko Lyytinen



Copyright
iTelescope T24, California, 2015 Feb. 13 03:31:56 - 04:15:47 UT, 30 minutes Markku Nissinen



Copyright
Arto Oksanen, Hankasalmi, 2015 Feb. 12 19:46:26 - 20:08:09 UT, 11 min

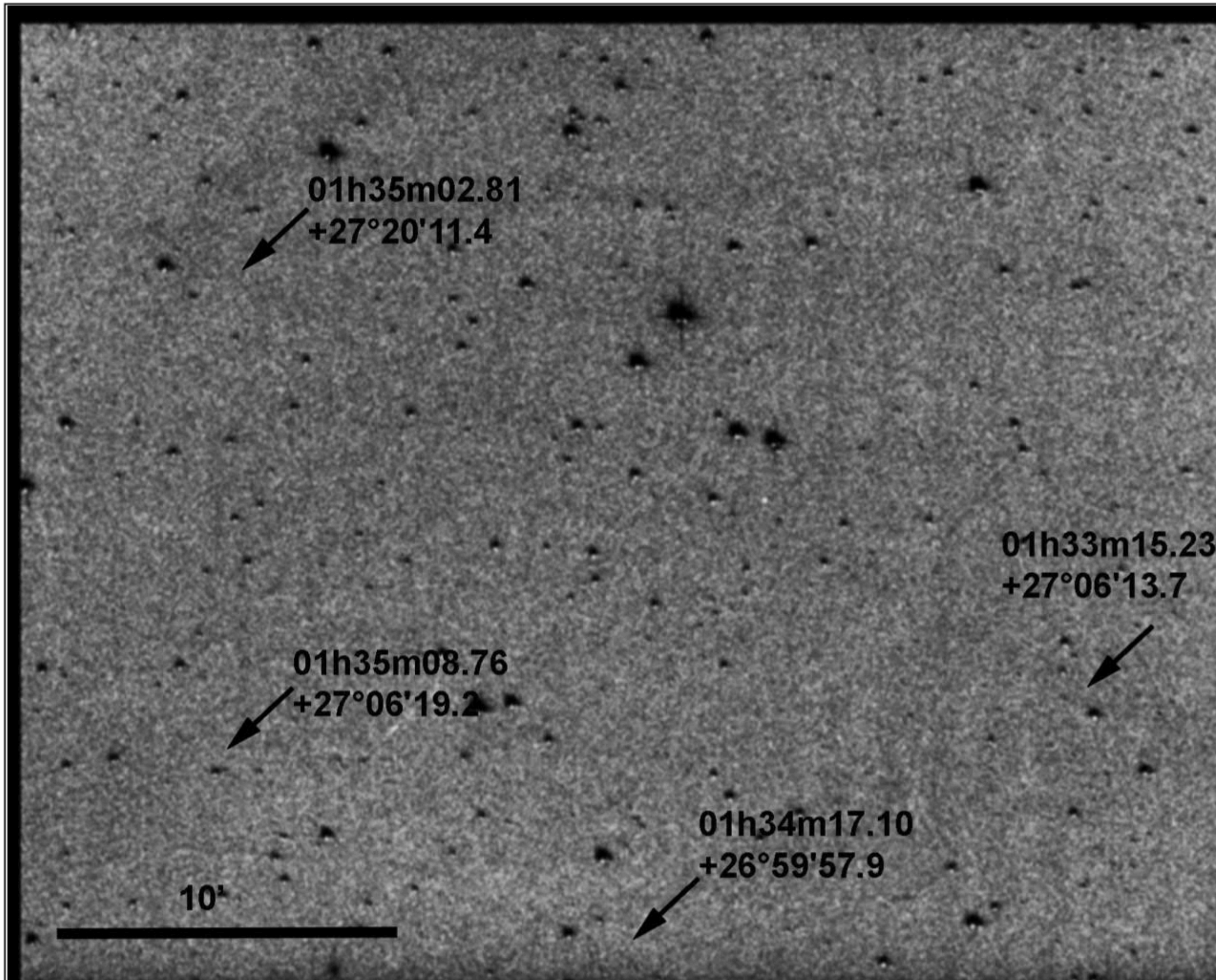


Figure 2: Subtracted image of 17P/Holmes dust trails with measured positions, upper dark dust trail 26.2.2022, lower light dust trail 28.2.2022, J. Ryske. Observations separation is 48 hours.

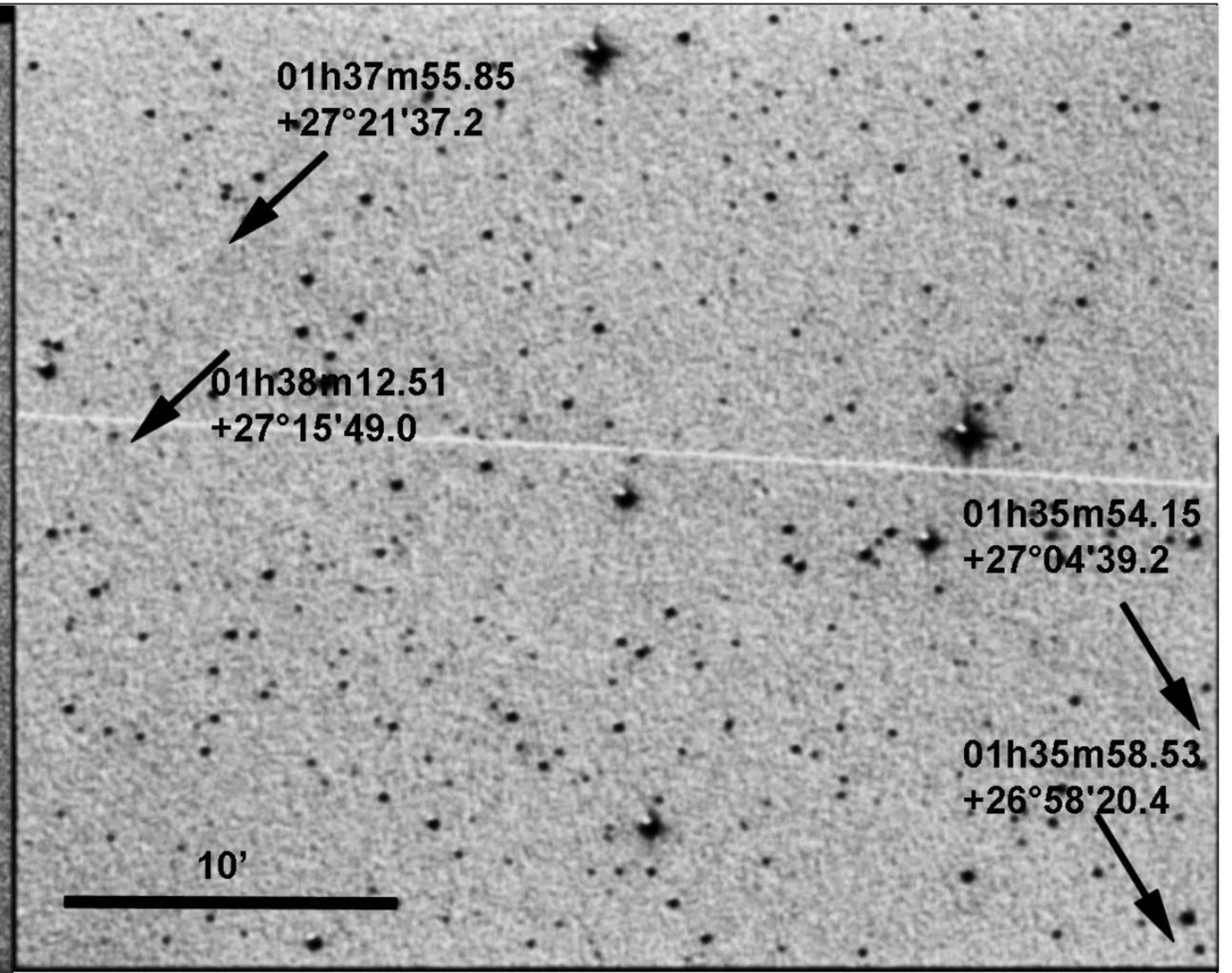


Figure 3: Subtracted image of 17P/Holmes dust trails with measured positions, upper dark dust trail 1.3.2022, lower light dust trail 2.3.2022, J. Ryske. Observations separation is 24 hours. Two satellite tracks in image.

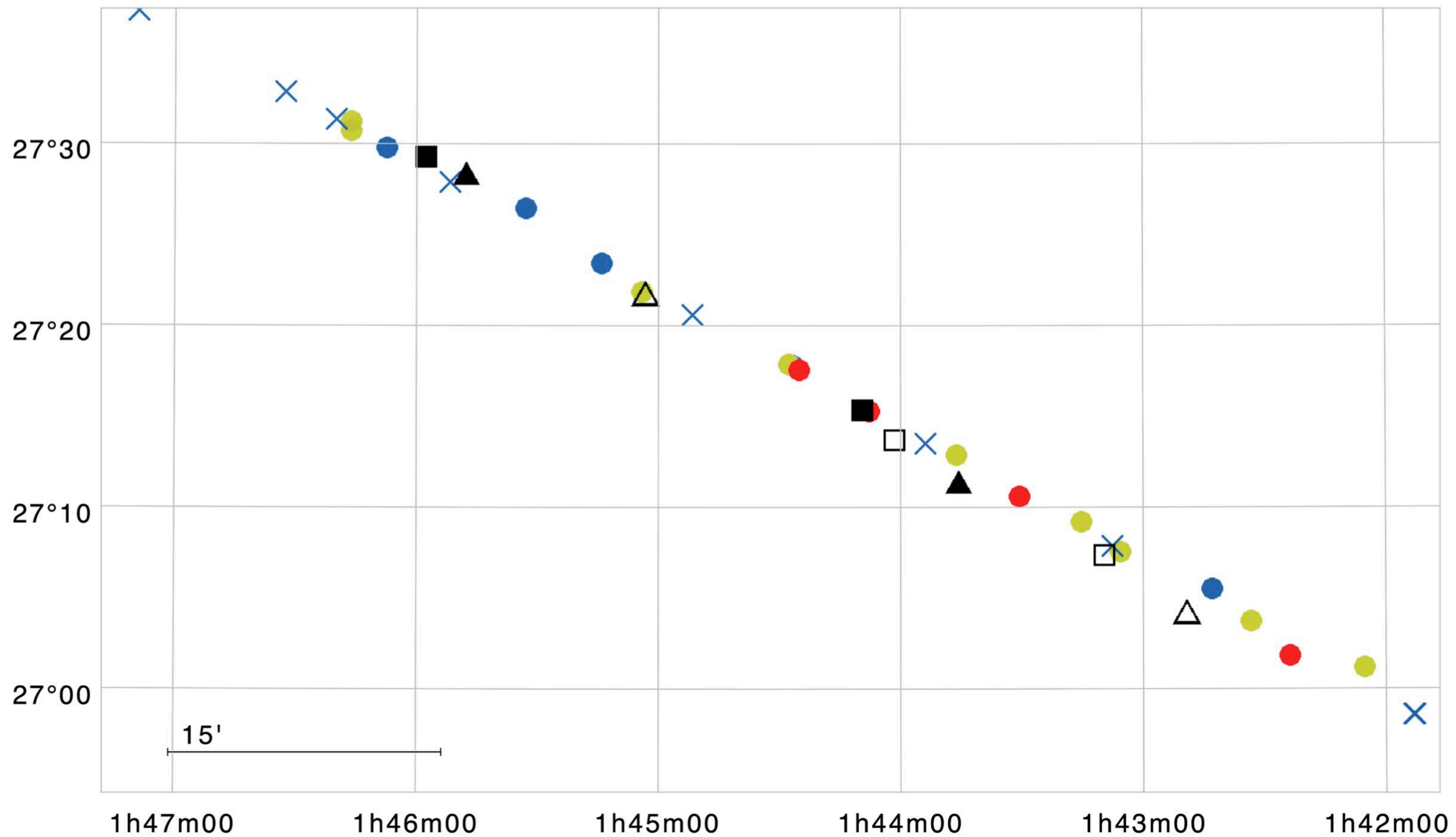
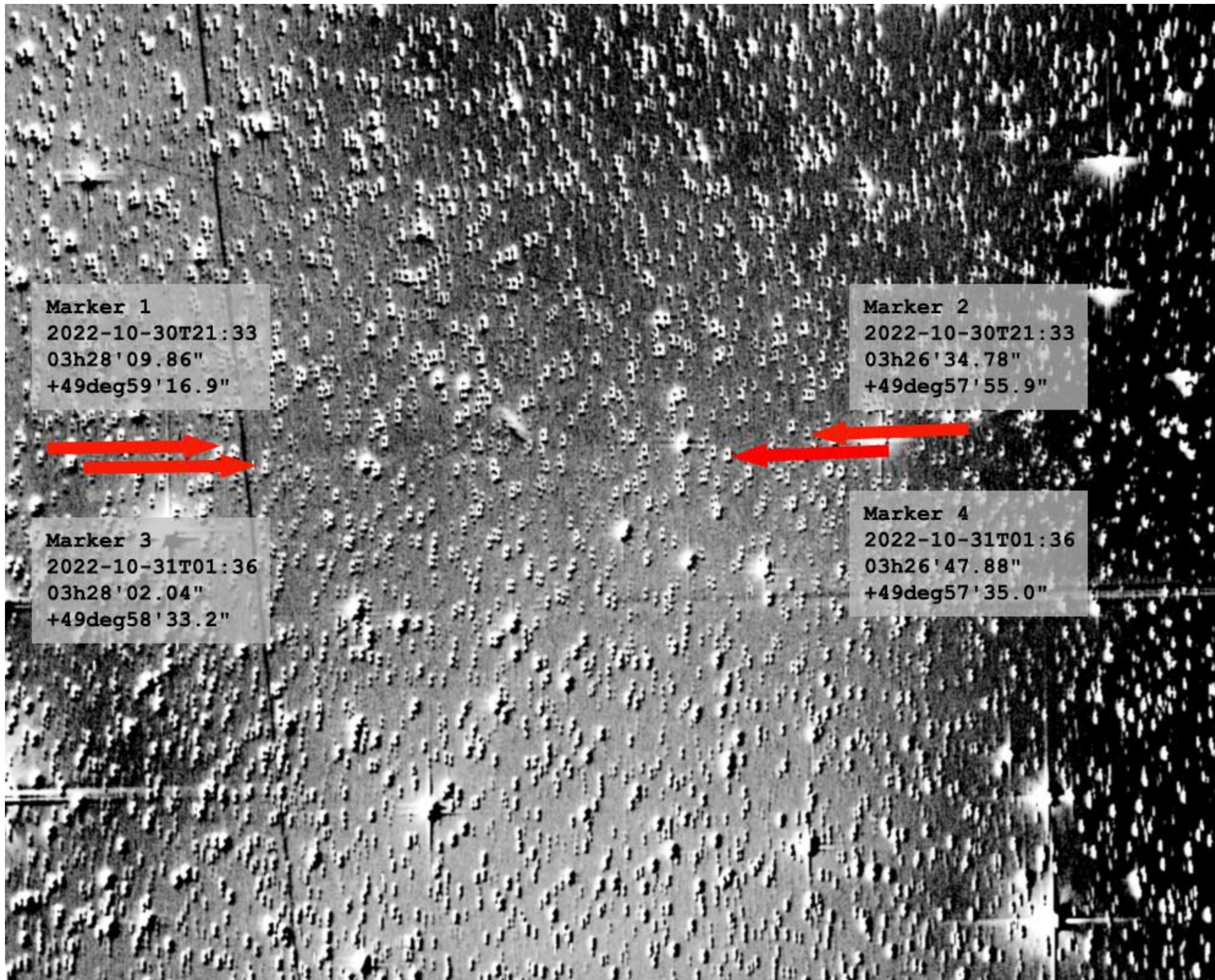


Figure 4: The 17P Dust Trail kit model positions (markers as small, medium, big and toward the Sun particles and observations positions (square and triangle markers) for dates 26.2. & 28.2.2022 and 1.3. & 2.3.2022. The X-axis shows RA and the Y-axis DEC. Model calculations M. Nissinen, M. Gritsevich, observations J. Ryske.

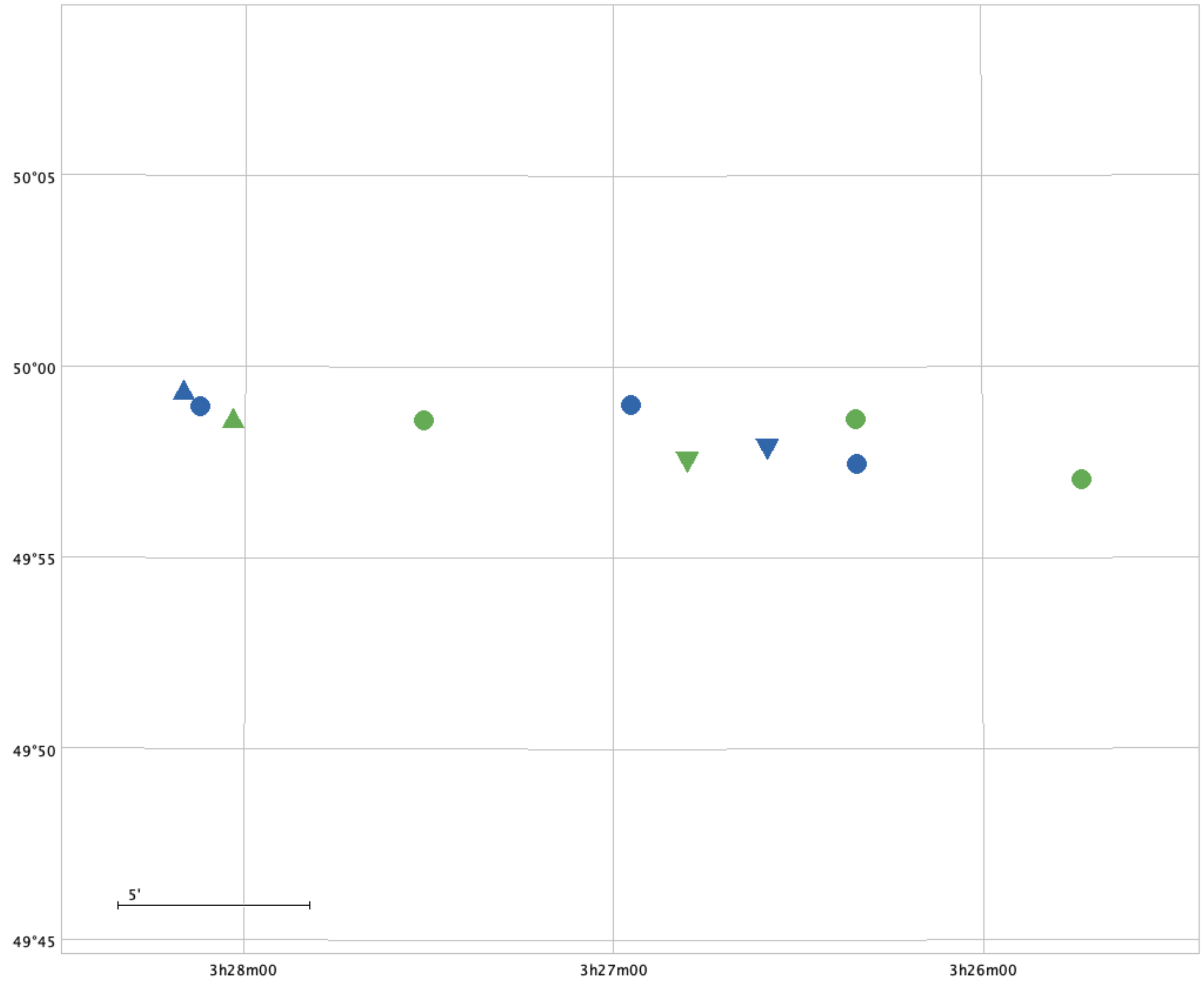


Marker 1
2022-10-30T21:33
03h28'09.86"
+49deg59'16.9"

Marker 3
2022-10-31T01:36
03h28'02.04"
+49deg58'33.2"

Marker 2
2022-10-30T21:33
03h26'34.78"
+49deg57'55.9"

Marker 4
2022-10-31T01:36
03h26'47.88"
+49deg57'35.0"



iTelescope T11 510mm New Mexico

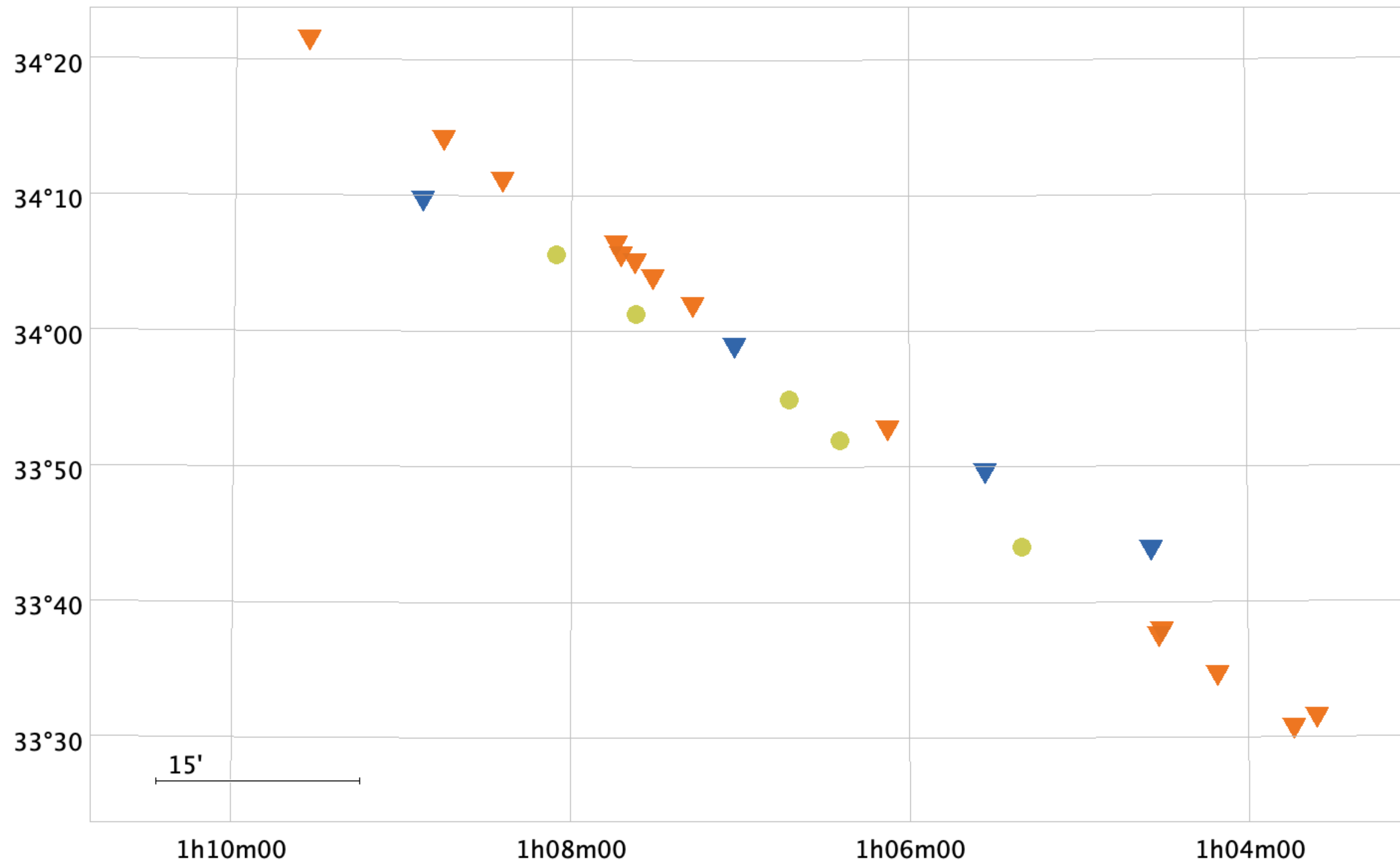
Exposure time about 90 minutes, 300s exposures

Middle point 2022-12-27T03:15:35

Luminance, 8 images subtracted from 9 images.

01 07 18.04
34 05 45.5

01 06 07.15
33 58 33.4



Komeetta 17P/Holmes

- Edwin Holmes löysi marraskuun 6 päivänä 1892 vastaavanlaisen purkauksen ansiosta, mitä esiintyi vuonna 2007. Sattumalta päivä on Esko Lyytisen syntymäpäivä.
- Kiertoaika 6,9 vuotta. Jupiterin komeettaperheeseen kuuluva komeetta.
- Radan inkliinaatio 19,1 astetta.
- Aphelin etäisyys Auringosta 5,18 AU
- Perihelin etäisyys Auringosta 2,05 AU
- Ainoa tunnettu komeetta, joka purkautuu vuoden 2007 purkausta vastaavasti. Tällaisia isoja purkauksia on ollut ainakin 3 kappaletta. Marraskuussa 1892, tammikuussa 1893 sekä lokakuussa 2007.

MNRAS artikkeli

Lähtökohdat ja tehdyt mallinnukset ja lisäykset

- Esko Lyytisen visio purkauksesta ja pölyvanan käyttäytymisestä.
- Havaintoja vuodesta 2013 asti tehty säännöllisesti partikkelien ratojen molemmissa solmupisteissä eteläisellä ja pohjoisella taivaalla.
- Yhdistettyä mallinnusta, joka olisi käyttökelpoinen tähän, ei ollut olemassa, vaan se piti itse tehdä.
- MNRAS artikkeli on Open Access artikkeli.

- Yhdistetty elementtejä Spitzer avaruusteleskoopin avulla (Reach W. T., Vaubaillon J., Lisse C. M., Holloway M., Rho J., 2010, Icarus, 208, 276) tehdystä purkauksen mallinnuksesta meillä jo olleisiin malleihin.
- Malleja oli tehty Excelillä ja Excel solverilla sekä käytettävissä oli meteoriparvien partikkelimallinnusohjelmistot, joissa olin itse mukana kehityksessä ja mallinnuksessa esimerkiksi Leonidien meteoriparven mallinnuksessa.
- Mallinnus tehtiin uudelleen alusta asti käyttäen Orekit kirjastoa ja Javaa. Koordinaatisto muuttui samalla moderniin ICRF koordinaatistoon. Integraattoriksi valittiin Runge-Kutta pohjainen integraattori, jolla tarkkuus erittäin hyväksi.
- Käytettävissä oli myös Jari Suomelan tekemä PHP ohjelma koordinaattien laskemiseen, jota oli käytetty jo 2013 WGN artikkelissa. Sillä laskettiin uudelleen ennusteen koordinaatit, jotka on supplementary materiaalissa.
- Vuonna 2015 helmikuussa vanan leveys oli kapeimmasta kohdastaan n. 15 kaarisekuntia ja kirkkaus 25 mag / arcsec².

Table 1. Particle radius in mm, ejection velocity in m s^{-1} after (Reach et al. 2010) and the ratio of radiation pressure to gravity β after (Burns et al. 1979; Landgraf et al. 2000).

r , mm	Ejection velocity (m s^{-1})	β
1	330	0.0002
0.1	515	0.0022
0.01	610	0.022
0.001	640	0.280

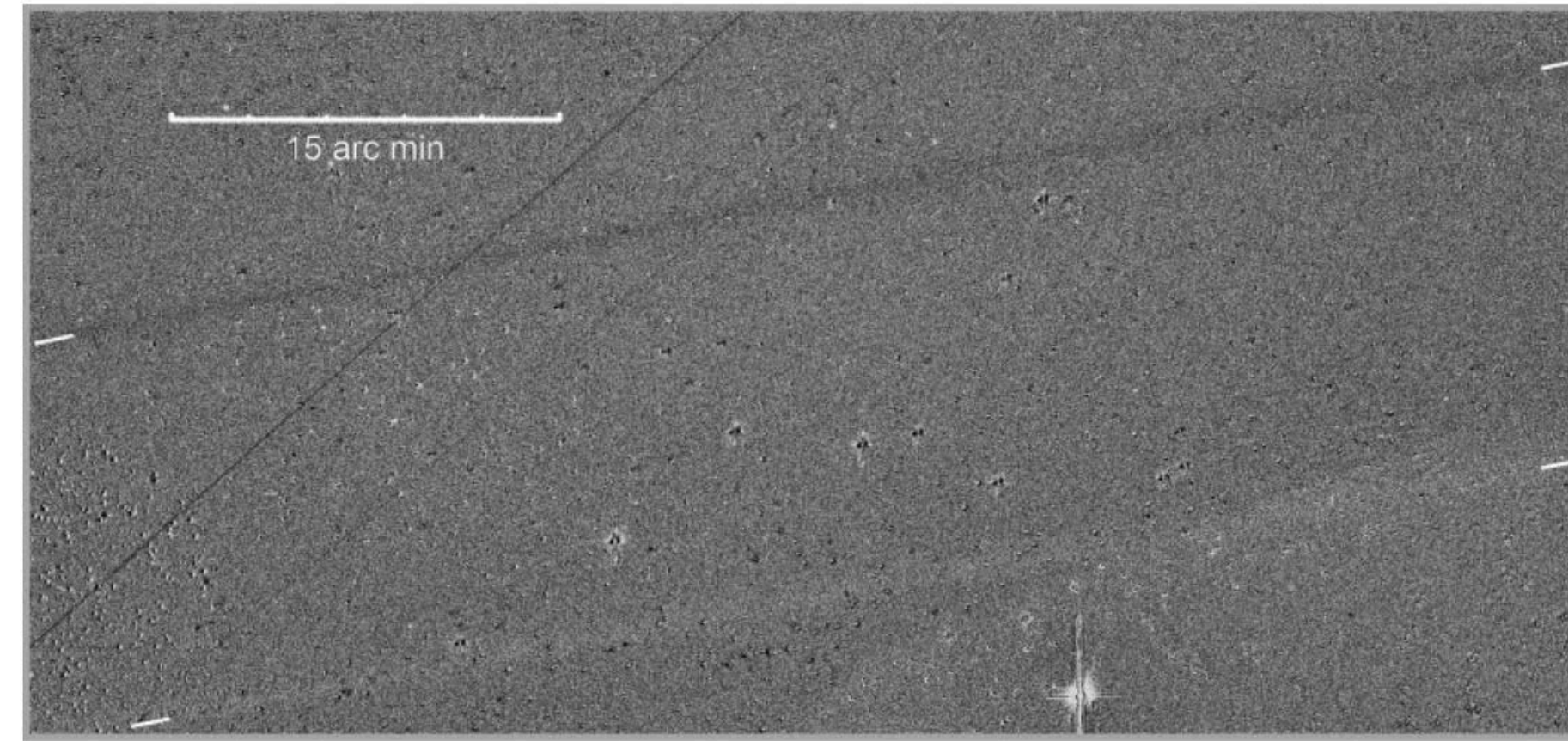


Figure 5. Observation made on 2013 February (M2). Darker trail is 17 February observation. Lighter trail is 19 February observation. Adopted from Lytinen et al. (2013).

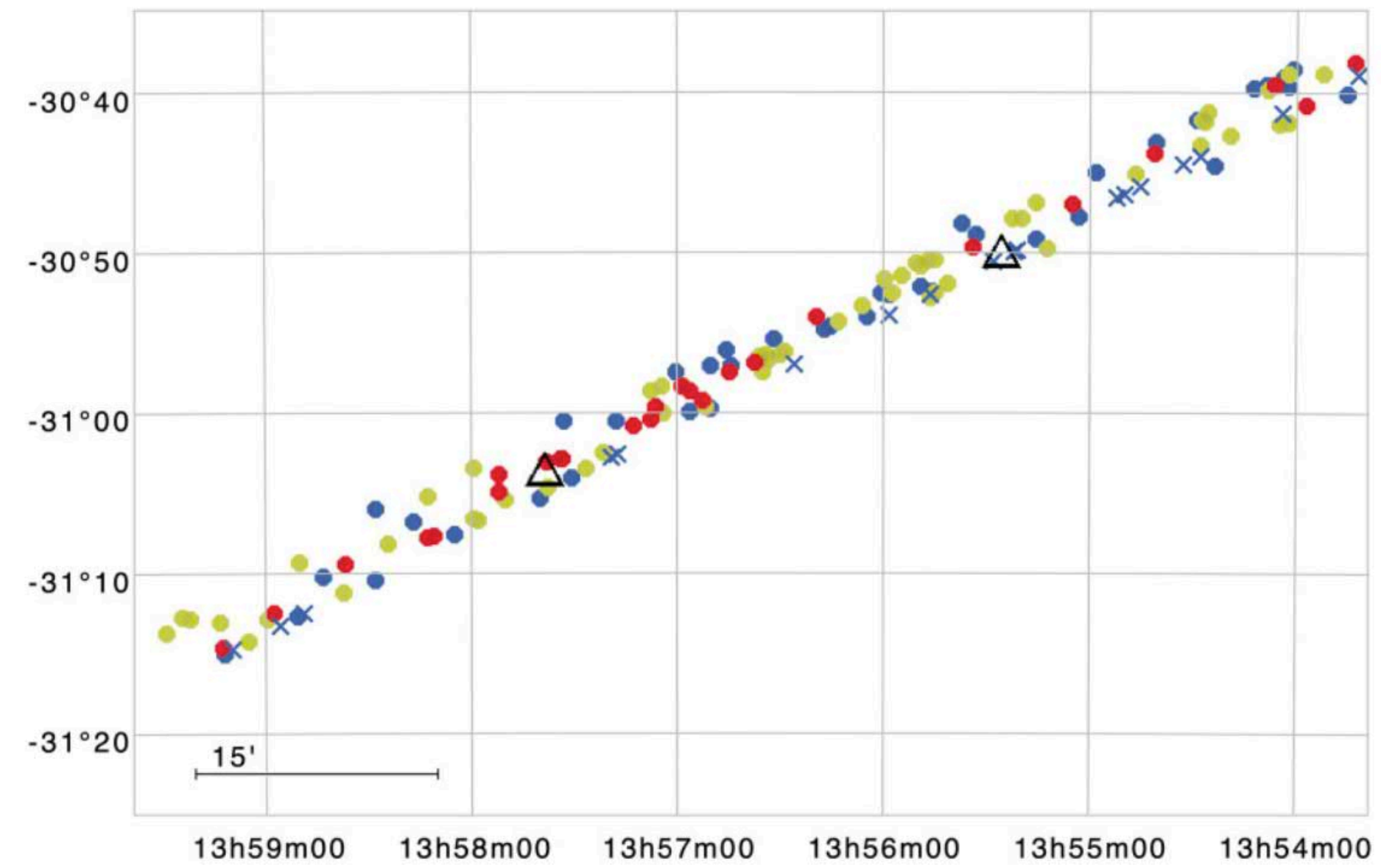


Figure 6. The ‘Dust Trail kit’ modelling for 2013 August 24 output is consistent with the observations of (M3). X-axis shows RA and Y-axis DEC. The colour coding is used to illustrate different size particles. Blue: SPs. Yellow: MPs. Red: BPs. Black triangles: the observed start and end positions of the trail. Particles ejected towards the Sun are marked with crosses.

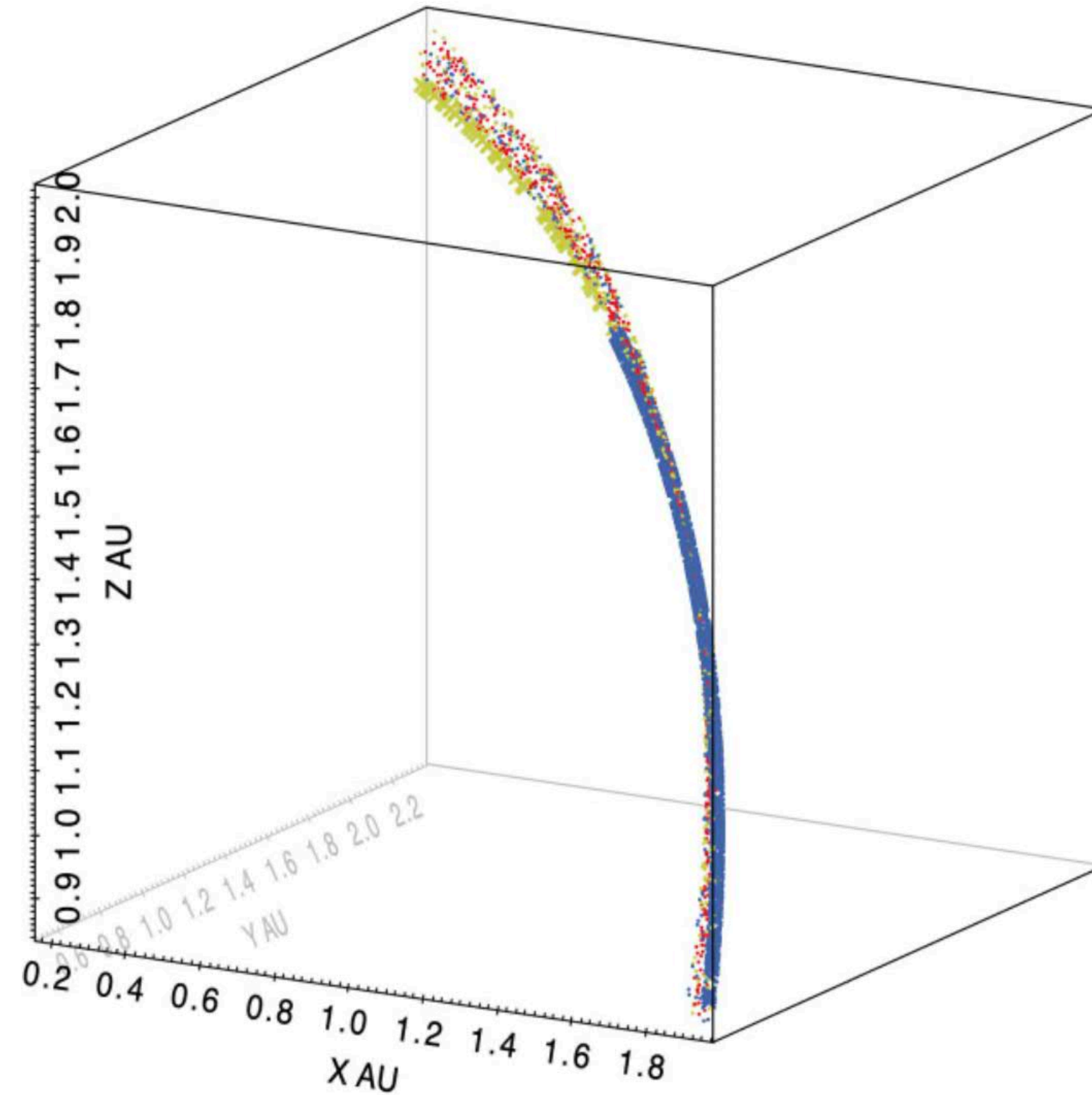


Figure 17. Modelling results versus observation made in the northern node in 2015 February 14 (M13). The particles are shown in the ICRF coordinates XYZ. Colour code stands for particle size. Blue: SPs. Yellow: MPs. Red: BPs.

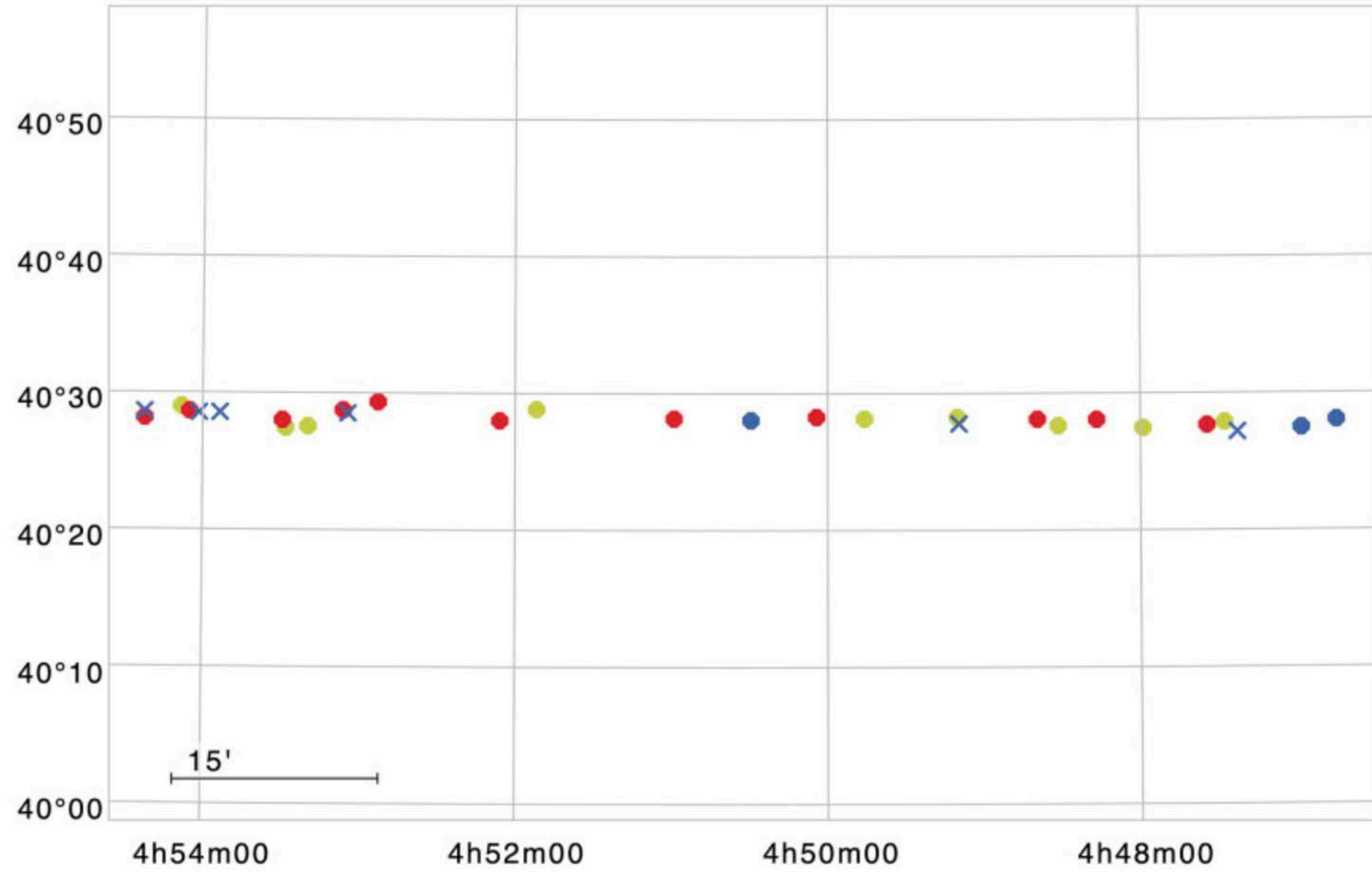


Figure 29. Modelling of the dust trail in 2022 August (2022–08-18T12:00:00) (F9). The X axis shows RA and the Y axis DEC. Blue: SPs. Yellow: MPs. Red: BPs. Particles ejected towards the Sun are marked with crosses.

Tutkimuskohteita

- Auringon säteilypaineen vaikutus hiukkasiin ja hiukkasten kokojakaumaan.
- Epäsäännölliset säteilypaine-efektit ja ns. seasonal tyyppiset efektit hiukkasiin.
- Pölyvanan partikkelien koosta riippuvan jakauman ajallinen evoluutio.
- 2007 räjähdysten symmetrisyyden tutkiminen.
- Tutkitaan, voisiko samanlainen ilmiö olla havaittavissa vielä 1892/1893 räjähdyksestä.
- Tulevaisuudessa nähtävissä mahdollisesti kaksi vanaa yhtäaikaan.

Tutkimuskohteita

- Tulevien outburstien parempi ymmärtäminen ja ennustaminen.
- Mallin edelleen kehittäminen.
- Partikkelien kokojakautaman selvittäminen.
- Hiukkasten häviäminen
- Hiukkasten fragmentoituminen
- Vanhojen outburstien tutkiminen mallinnuksen kautta.

Tutkimuskohteita

- Partikkelien materiaali.
- Spektroskopia.
- Meteoroidien populaatio aurinkokunnassa.
- Materiaalin, josta komeetta on muodostunut, selvittäminen tarkemmin.
- Tulevien outburstien ennustaminen.

”Dust Trail kit”

Dust Trail kit

- Parannettu mallinnus pölyvanoille ja muulle aurinkokunnassa olevalle pölylle ja erilaisille objekteille, joista pölyä irtaantuu.
- Holmesin pölyvanahavaintoja voi hyvin käyttää parannetun mallin testaamiseen.

17P/Holmes outbursts

17P/Holmes outbursts

- Tarkempi outburstien mallinnus.
- Pölyvanahavaintoja käytetään parannetun mallin testaamiseen.
- Vanhat outburstit myös mukana.
- Uusi artikkeli tekeillä.

Referenssit

- Gritsevich, M., Nissinen, M., Oksanen, A., Suomela, J., & Silber, E. A. (2022). Evolution of the dust trail of comet 17P/Holmes. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 513(2), 2201-2214. <https://doi.org/10.1093/mnras/stac822>
- M. Nissinen, M. Gritsevich, E. A. Silber, A. Oksanen, J. Suomela, J. Ryske (2022). Fates of the Particles Released in the 2007 Outburst of the Comet 17P/Holmes. Poster session C. <https://fireballs.ndc.nasa.gov/meteoroids2022/> Meteoroids 2022 Conference
- Jorma Ryske, Maria Gritsevich and Markku Nissinen. Validation of the Dust Trail kit model with the recent observations of the comet 17P/Holmes dust trail (February – March 2022). *EPSC Abstracts*. Vol. 16, EPSC2022-60, 2022. <https://doi.org/10.5194/epsc2022-60> Europlanet Science Congress 2022
- M. Nissinen, M. Gritsevich, J. Ryske. Recent Observations of the 17P/Holmes Dust Trail. LPSC 2023 Conference. <https://www.hou.usra.edu/meetings/lpsc2023/pdf/1541.pdf>
- Maria Gritsevich, Markku Nissinen, Jorma Ryske, Jari Suomela, Arto Oksanen, Veikko Mäkelä, Elizabeth Silber and Josep Maria Trigo-Rodriguez. Wherever You Go, There You Are - Evolution of Cometary Dust Trails Produced by Outbursts. EGU General Assembly 2023

- Lyytinen E., Lehto H. J., Nissinen M., Jenniskens P., Suomela J., 2013, Centr. Bur. Electron. Telegrams, 3633
- Lyytinen E., Nissinen M., Lehto H. J., 2013, J. Intern. Meteor. Organ., 41, 77
- Lyytinen E., Nissinen M., Oksanen A., 2015, Astron. Telegrams, 7062
- Lyytinen E., Nissinen M., Van Flandern T., 2001, J. Intern. Meteor. Organ., 29, 110
- Lyytinen E., Nissinen M., Lehto H. J., Suomela J., 2014, Centr. Bur. Electron. Telegrams, 3969
- Nissinen M., Gritsevich M., Oksanen A., Suomela J. 2021a. LPI Contrib., 2609, 6010
- Nissinen M., Gritsevich M., Oksanen A., Suomela J. 2021b. Dust Trail Observations of Comet 17P/Holmes and Predictions for 2021-2022, European Planetary Science Congress, 13–24 Sep 2021, EPSC2021–86
- Nissinen M., Gritsevich M., Oksanen A., Suomela J. Modeling of Cometary Dust Trails. 84th Annual Meeting of The Meteoritical Society. August 15-21. 2021 Chicago, Illinois.
- Reach W. T., Vaubaillon J., Lisse C. M., Holloway M., Rho J., 2010, Icarus, 208, 276

Lehdistötiedote ja uutisartikkeleita

Maanmittauslaitoksen lehdistötiedote

- <https://www.maanmittauslaitos.fi/ajankohtaista/komeetan-jattimaisen-purkauksen-jaljet-havaittavissa-kesalla>
- Mediassa on ollut paljon uutisia tästä tutkimuksesta ja kiinnostusta on ollut paljon. Poimittuja uutisartikkeleita lehdistötiedotteen perusteella:
- <https://www.livescience.com/comet-17p-holmes-dust-trail>
- <https://www.space.com/comet-17p-outburst-debris-visible-from-earth>

Aiemmat esitykset

- Aurinkokuntatapaaminen 2021. Holmes-komeetan pölyvanan havaitseminen 2021. <https://www.ursa.fi/aurinkokuntatapaaminen2021.html>
- Aurinkokuntatapaaminen 2022. Orekit Open Source -kirjasto meteoriparvien partikkelimallinnuksessa sekä harrastajapostereita tiedekokouksiin esitykset. <https://www.ursa.fi/aurinkokuntatapaaminen2022.html>
- Cygnus 2022. Komeetta 17P/Holmesin pölyvanan tutkimus ja harrastajien havaintomahdollisuudet. <https://www.ursa.fi/c2022/ohjelma/sunnuntai.html>