

Supernovahavainnot ja Tähtikalliolla

Toni Veikkolainen

Syvä taivas -tapaaminen

Tähtikallio, Orimattila, 16.9.2023

Yleistä supernovista

- Supernovat ovat tunnetuimpia avaruudessa tapahtuvia räjähdyksiä
- Niitä syntyy tähtien tullessa elinkaarensa päähän
- Tunnetussa maailmankaikkeudessa tapahtuu supernovaräjähdyks keskimäärin kerran kymmenessä sekunnissa
- Johannes Kepler havaitsi Linnunradassa paljain silmin supernovan vuonna 1604
- Sen koommin supernovia ei ole kotigalaksissamme suoraan nähty pääasiassa koska tähtienvälinen pöly estää näkymän tehokkaasti
- Chandra-röntgenteleskooppi on havainnut kuitenkin jäänteitä vuosisadan takaisesta Linnunradan supernovasta
- Suuressa Magellanin pilvessä supernova 1987A tarjosi mainion tilaisuuden tutkijoille sen läheisen sijainnin vuoksi



Suuren Magellanin pilven supernova.
Kuva: NASA

Supernovien syyt

- Supernova voi aiheutua, kun kaksoistähtijärjestelmässä valkoinen kääpiö kerää lähitähdeltään massaa niin paljon, että se ajautuu hallitsemattomaan ydinfuusioon ja lopulta tuhoutuu
- Tunnetumpi supernovan lähde on massiivinen tähti, jonka ydinpolttoaineen loppuessa ydinfuusio ei enää tuota ulospäin suuntautuvaa painetta ja samalla massaa kertyy ytimeen niin paljon, että ydin romahtaa oman painovoimansa vaikutuksesta
- Ensiksi mainitun supernovan syntymiseen riittää valkoisen kääpiön massaksi noin 1,4 Auringon massaa (Chandrasekharin raja) ja tähdestä jää neutronitähti jäljelle, kun massa on alle 3 Aurinkoa
- Toiseksi mainittu supernova vaatii vähintään 8 Auringon massaista emotähteä ja räjähdys jättää jälkeensä mustan aukon



Rapusumu on 6500 valovuoden päässä sijaitseva vuonna 1054 paljain silmin näkyneen supernovan jäännös.
Kuva: Toni Veikkolainen

Supernovien nimeäminen ja tyypit

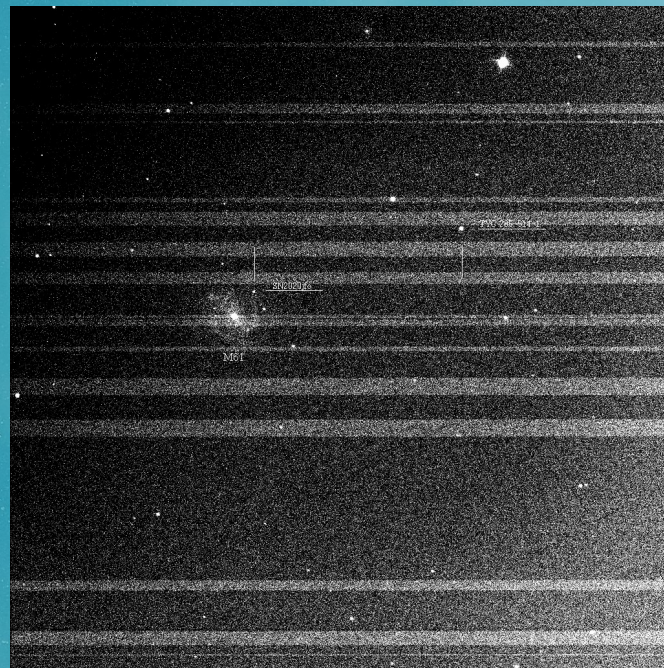
- Supernovalöytöjen nimeämisestä vastaa Kansainvälisen tähtitieteellisen unionin alainen Central Bureau for Astronomical Telegrams
- Nimen muodostaa lyhenne SN, jota seuraa löytövuosi, sitten iso kirjain A:sta Z:aan tai isojen kirjainten loputtua kaksi pientä kirjainta: aa, ab ym., tarvittaessa useampia pieniä kirjaimia
- Supernovat luokitellaan spektrin perusteella (taksonomisesti) kahteen tyyppiin: tyypin I supernovien spektrissä ei ole vetyä, tyypin II supernovissa puolestaan on
- Näillä on alatyyppejä alkuperän ja koostumuksen mukaan: esimerkiksi tyypin Ia supernovat ovat peräisin valkoisista kääpiöistä, spektriltään samanlaiset tyypin Ib supernovat puolestaan jättiläistähdistä



Harsosumu on Rapusumua vanhempi ja laajemmalle levinnyt. Kuva: Toni Veikkolainen

Supernovahavainnot Tähtikalliolla

- Vuonna 2020 ehdotin, että koska Tähtikallion toimintaryhmällä on ollut pitkät perinteet asteroidien kirkkausmittauksissa, miksipä ei mitattaisi myös supernovia?
- Alluna RC 16 -kaukoputki (415/3320) Paramount -jalustalla oli silloin ja on edelleen käytössä mutta SBIG 1001E -kameran oireilu hillitsi suunnitelmia
- Kalibroidussa kuvassa Neitsyen M61 -galaksin tyypin II supernova SN2020jfo, valotettu 23.5.2020 klo 1.22-1.44, L-kanava 40 x 30 s, 14,6 mag (kalibrointi vaikeaa, kalibroimaton kuva antoi 14,0 mag)
- Loppukesällä 2020 Tähtikalliolle kuitenkin viimein saatiin uusi Moravian G4-16000 -kamera



Pohjalla oltiin vielä vuoden 2020 alkupuoliskolla! Kuva: Toni Veikkolainen, Oscar Kambiselis, mittaus Kari Laihia

Rutiinit haltuun uudella kameralla

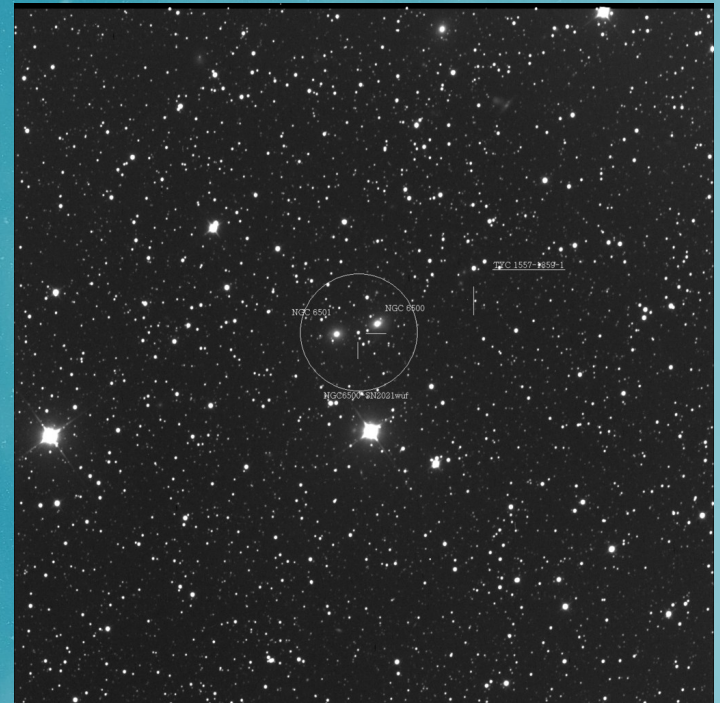
- Aloin seurata Rochesterin yliopiston ylläpitämää sivua, josta löytyy tiedot kaikista aktiivista yli 17 magnitudin supernovista vertailukuvineen:
<https://www.rochesterastronomy.org/supernova.html>
- Vastuullani oli yleensä kohteiden valinta ja valotukset, Kari Laihia puolestaan pinosi kuvat MaximDL:llä ja raportoi havainnot Taivaanvahtiin
- Haasteita tuli toisinaan vastaan; esimerkiksi kuvassa oleva Pegasuksen galaksin NGC 7814 (Pikku Sombrero) tyyppin Ia supernova SN2021rhu oli niin lähellä galaksin ydintä, että kuvaa oli pakko venyttää reilusti alaspäin
- Kuva otettu 20.8.2021 klo 23.37-23.58, L 11 x 120 s
- SN:n kirkkaus 13,8 mag, vertailutähti 12,0 mag



Huomattavasti parempaa jälkeä! Mittaus: Kari Laihia, kuvaamassa Toni Veikkolainen ja Veikko Mäkelä

Jatkoa seurasi

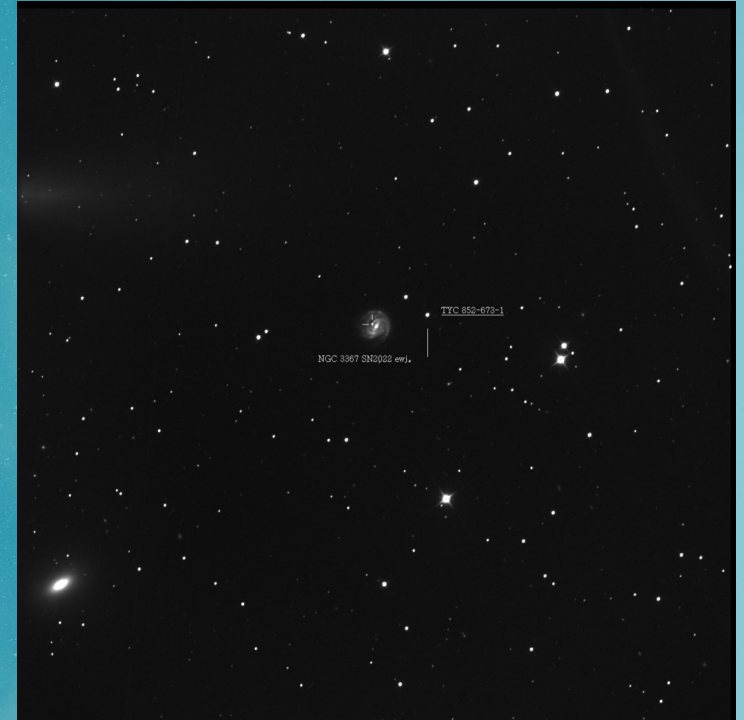
- Toisinaan supernova näkyy olevan galaksin kiekon ulkopuolella ja vieläpä niin, että kuvasta ei voi suoraan päätellä mihin galaksiin se kuuluu
- Näin oli esimerkiksi Herkuleen galaksiparin NGC 6500-6501 kanssa
- Kuvassa oleva tyypin Ia supernova SN2021wuf kuului todellisuudessa NGC 6500:aan
- Löytö 23.8.2021 ATLAS NEO -asteroidien etsintäohjelmassa
- Kuvaus 3.9.2021 klo 23.05-23.26, L 11 x 120 s
- Pilvet haittasivat havaintoja joten mittaustulos otettiin kolmen kuvan keskiarvona
- SN:n kirkkaus 14,1 mag, vertailutähti 12,3 mag



Kummissa galaksissa? Kuva: Toni Veikkolainen, Veikko Mäkelä, mittaus Kari Laihia

Myös kevättaivaalta

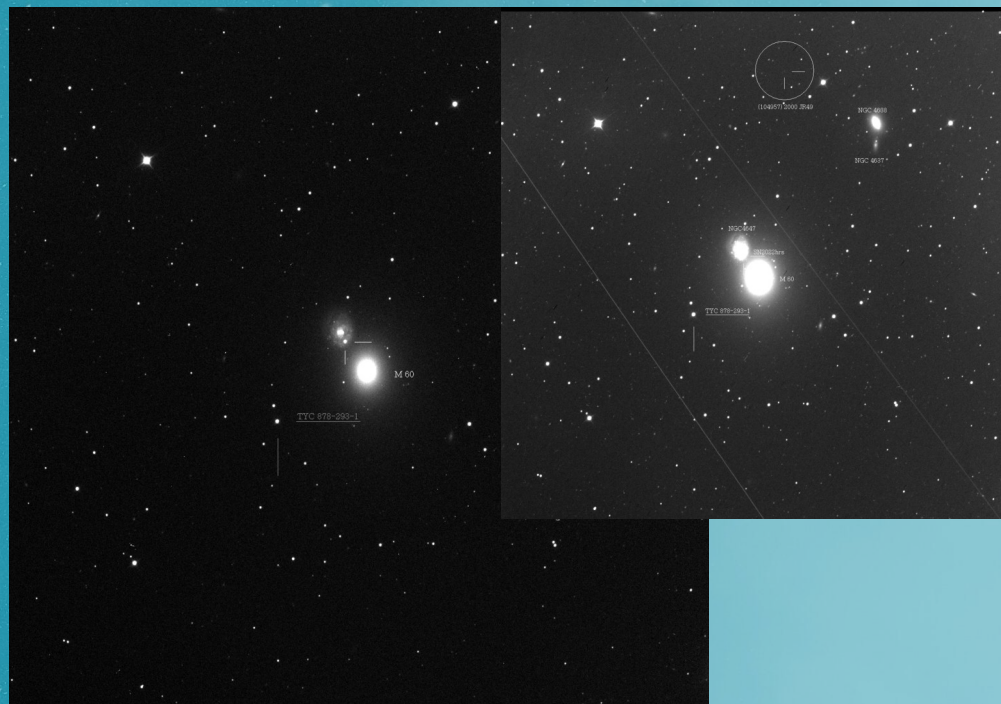
- Havainnot ovat keskittyneet talkoiden yhteyteen ja perustuneet yksittäisen valotussarjan mittauksiin
- Siis valokäyriä ei ole toistaiseksi koostettu
- Kuvassa Leijonan galaksissa NGC 3367 näkynyt tyypin II supernova SN2022ewj
- Löytänyt 19.3.2022 tähtiharrastaja Koichi Itakagi, hänen käsialaa myös kolmen asteroidin sekä komeetan C/2009 E1 (Itakagi) löydöt
- Kuvaus 27.3.2022 klo 00.26-00.47, L 11 x 120 s
- Saman kuvan laidassa myös asteroidi 8029 Miltthompson (17,9 mag)
- SN:n kirkkaus 15,6 mag, vertailutähti 12,5 mag
- Kuvattiin uudestaan 23.4.2022, silloin mag 15,9 mag



Spiraalihaaran juuressa. Havaintoryhmä: K. Laihia, V. Mäkelä, T. Veikkolainen, C.O. Kambiselis, O.-P. Joronen, J. Blad

Toinen Itakagin löytö

- Pääsimme loppukeväällä jälleen valottamaan galaksiparia supernovan vuoksi
- Tässä Neitsyen galaksissa NGC 4647 räjähtänyt tyypin Ia supernova SN2022hrs
- Löytynyt 16.4.2022, valotettu 23.4.2022 klo 00.03-00.25, L 11 x 120 s
- Samassa kuvassa myös asteroidi (104957) 2000 JR49 (19,6 mag), liike näkyi kuvasarjassa hieman
- SN:n kirkkaus 12,7 mag, vertailutähti 11,8 mag



Neitsyen galaksijoukossa. Asteroidi esiin summakuvasta. Havaintoryhmä: K. Laihia, T. Veikkolainen, C.O. Kambiselis, O.-P. Joronen, J. Blad

Syksyllä lisää

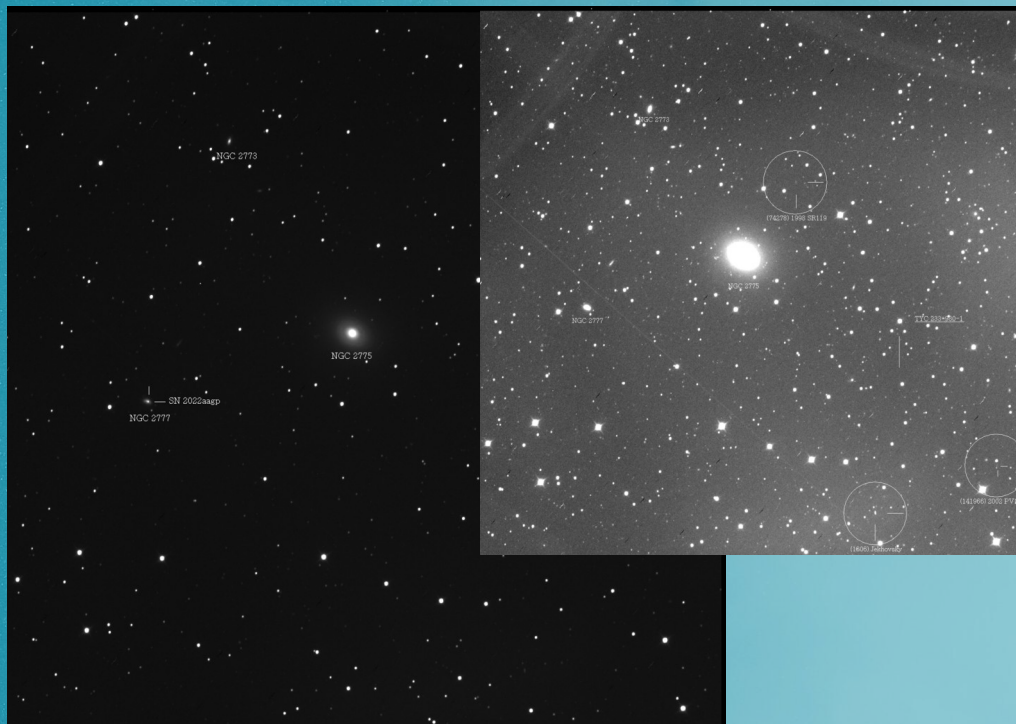
- Tämän kohteen löysi Zwicky Transient Facility (ZTF) 22.7.2022, kyseessä on laajakenttäinen nopeasti muuttuvien kohteiden etsintäohjelma, joka käyttää Samuel Oschinin 48" Schmidt-kaukoputkea
- Supernova SN2022pgf on tyypin II erikoinen (peculiar) kohde ja sijaitsee Lohikäärmeen tähdistössä galaksissa NGC 5894
- Tällaisten kohteiden kirkkaus usein nousee vielä viikkojen ajan räjähdysten jälkeen, kuvattiin siis maksimin lähellä
- Valotettu 13.8.2022 klo 02.37-02.58, L 11 x 120 s
- Supernovan kirkkaus 13,9 mag, vertailutähti 12,2 mag
- Kuvassa ei asteroideja alle 24,0 mag



Tyhjän näköisellä taivaanseudulla.
Havaintoryhmä: K. Laihia, T. Veikkolainen,
V. Mäkelä

Ja sydäntalvella

- ZTF:n 14.11.2022 löytämä kohde
- Kohde SN 2022aagp tyyppiä II, sijainti Kravun amorfisessa spiraaligalaksissa NGC 2777
- Valotettu 21.1.2023 klo 01.33-01.54, L 11 x 120 s
- Kuvasarjassa useita asteroideja: (1606) Jekhovsky, 17,2 mag, liike näkyy; (74278) 1998 SR119, 19,0 mag, liike ei näy, (141966) 2002 PV122, 19,9 mag, liike ei näy
- Supernovan kirkkaus 15,8 mag, vertailutähti 12,8 mag



Asteroideja jälleen hyvin esiin vaikka kuvaa rääkäten.
Havaintoryhmä: K. Laihia, T. Veikkolainen, H. Määttänen

Saatiin talteen nopeasti!

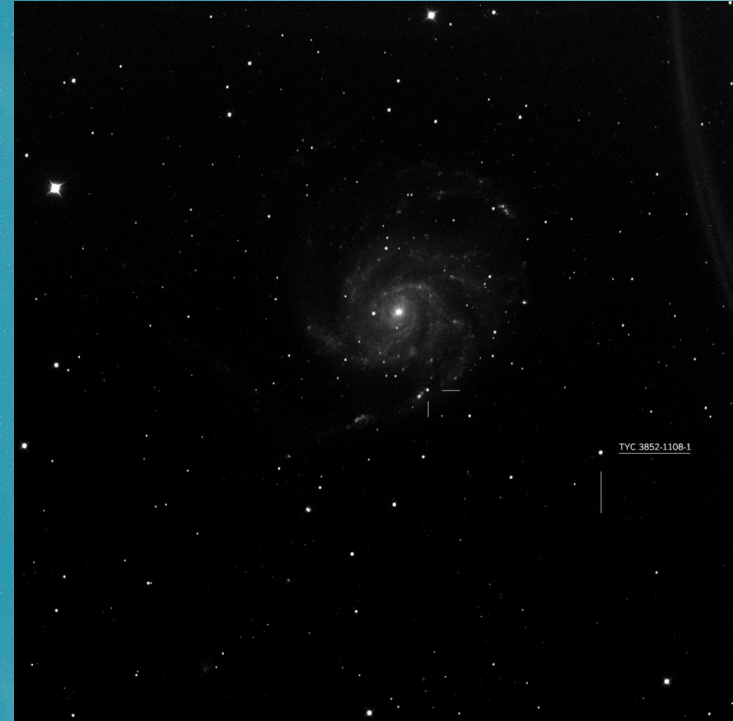
- Asteroidietsintään tarkoitettun ATLAS-ohjelman saalis 20.4.2023
- Kyseessä Neitsyen galaksin NGC 4995 supernova SN 2023gfo, tyyppiä II
- Valotettu 23.4.2023 klo 02.37-02.58, L 11 x 120 s
- Kuvasarjassa useita asteroideja: (6414) Mizunuma, 16,0 mag, liike näkyy; (16043) Yichenzhang, 17,4 mag, liike näkyy; (72647) 2001 FO42, 18,7 mag, liike ei näy
- Supernovan kirkkaus 14,6 mag, vertailutähden 11,8 mag



Satelliittiviiruja lisämausteena. Havaintoryhmä: K. Laihia, V. Mäkelä, T. Veikkolainen

Klassikkogalaksikin sai omansa!

- Koichi Itakagi havaitsi 19.5.2023 M101:stä tyypin II supernovan SN 2023ixf, kyseessä vahvistus ZTF:n 2 vrk aiemmin tekemälle 15,9 mag:n löydölle
- Itakagin havainnossa kirkkaus 14,9 mag, kohde kirkkaimmillaan 23.5.2023 peräti 10,8 mag
- Valotettu Tähtikalliolla 13.8.2023 klo 01.35-01.56, L 11 x 120 s
- Supernovan kirkkaus kuvassa 13,4 mag, vertailutähden 11,5 mag
- Jorma Ryske onnistui kuvaamaan Viestikallion tontilla 24.5.2023 klo 00.30-01.20 kohteen sen ollessa 11,2 mag
- Taivaanvاهدissa 10 suomalaishavaintoa kohteesta



Hieman sivussa galaksin kiekosta mutta silti painovoiman vaikutuspiirissä.
Havaitsijat: K. Laihia, T. Veikkolainen

**Kiitos
mielenkiinnosta!**

Kysyttävää?