

# Промена сјаја 12 блазара од 2013. до 2019. године

Миљана Д. Јовановић

Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11060 Београд, Србија  
Математички факултет, Студентски трг 16, 11000 Београд, Србија

e-mail: [miljana@aob.rs](mailto:miljana@aob.rs)



## Семинар Катедре за астрономију

9. мај 2023.

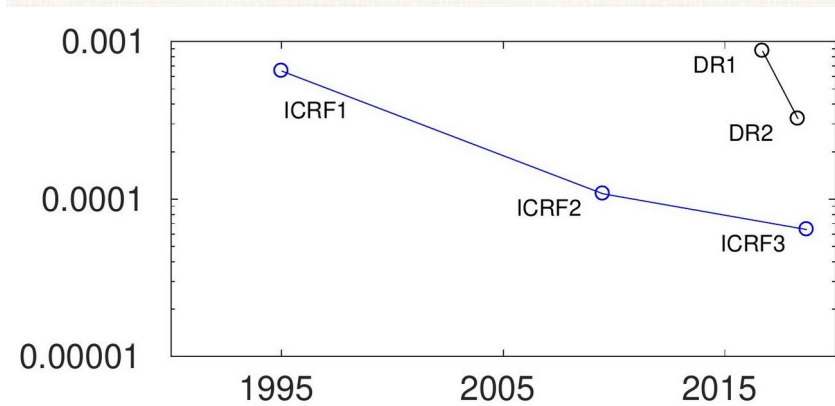
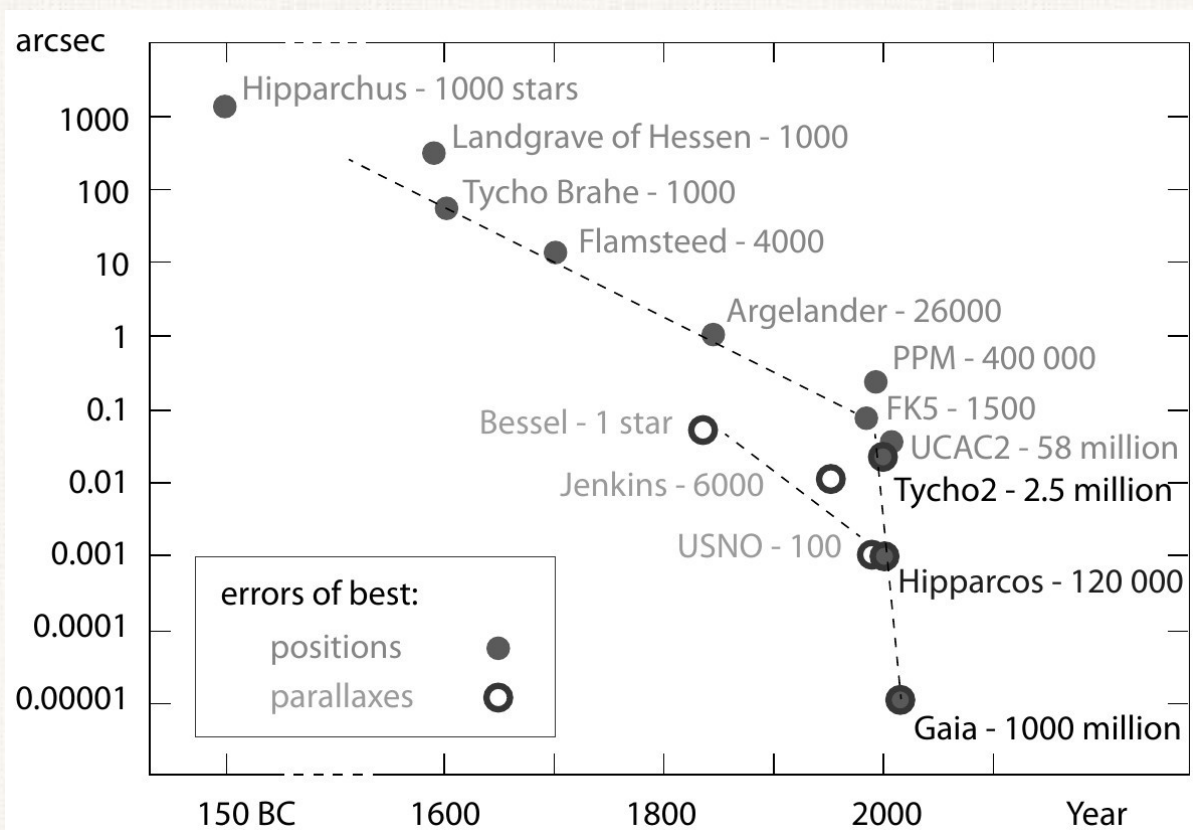


# Увод

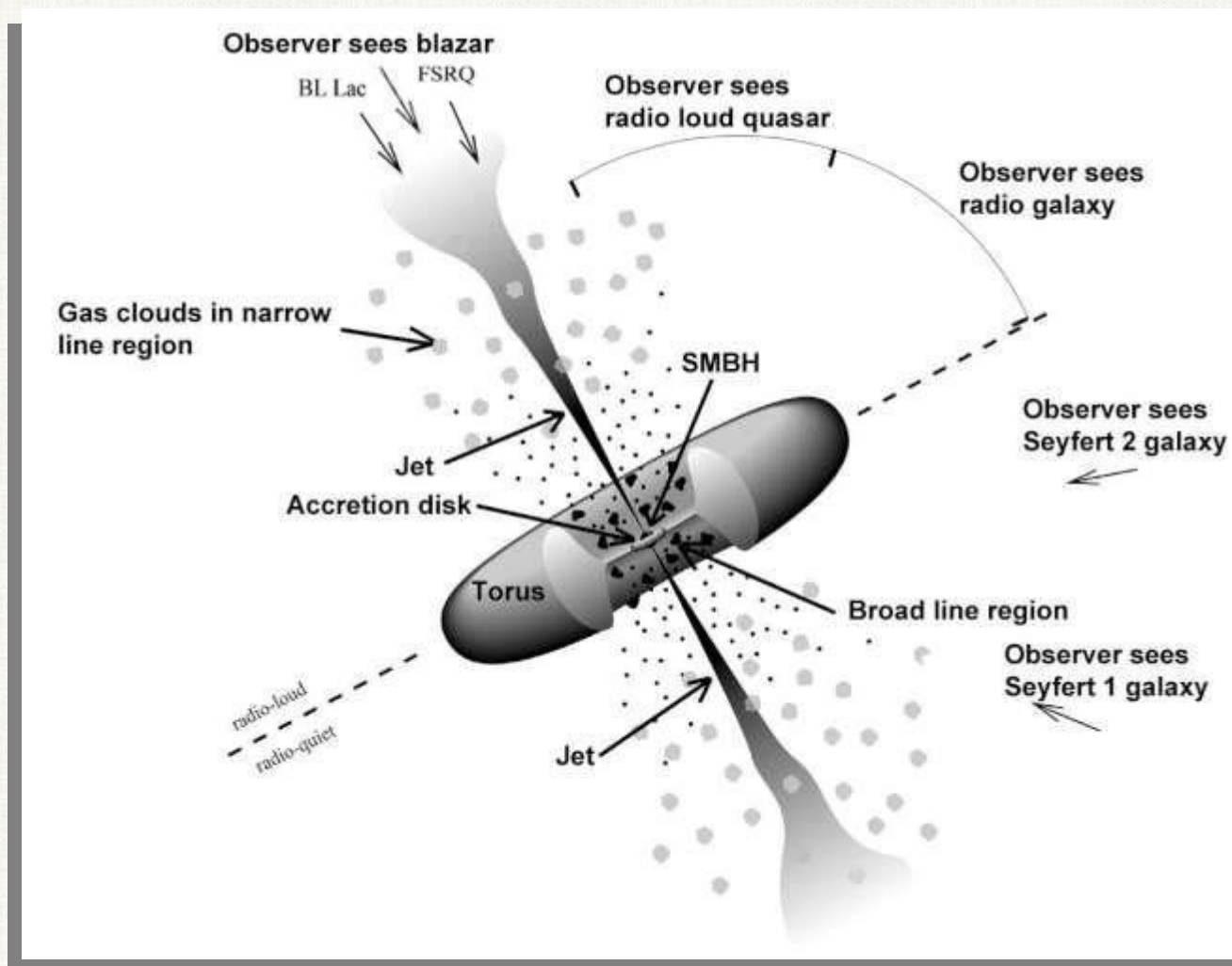
- Повезивање *GAIA CRF* са *ICRF* системом преко  $R$  и  $V$  магнитуда изабраних квазара – PhD теза (ментор др Г. Дамљановић)
- Астрометрија (положајна астрономија)
- Хипарх, FK1-5, ICRF1-3, GCRF,...

# УВОД

Слика 1: Прецизност астрометрије кроз време (Perryman 2012., Mayer 2018.)



# УВОД

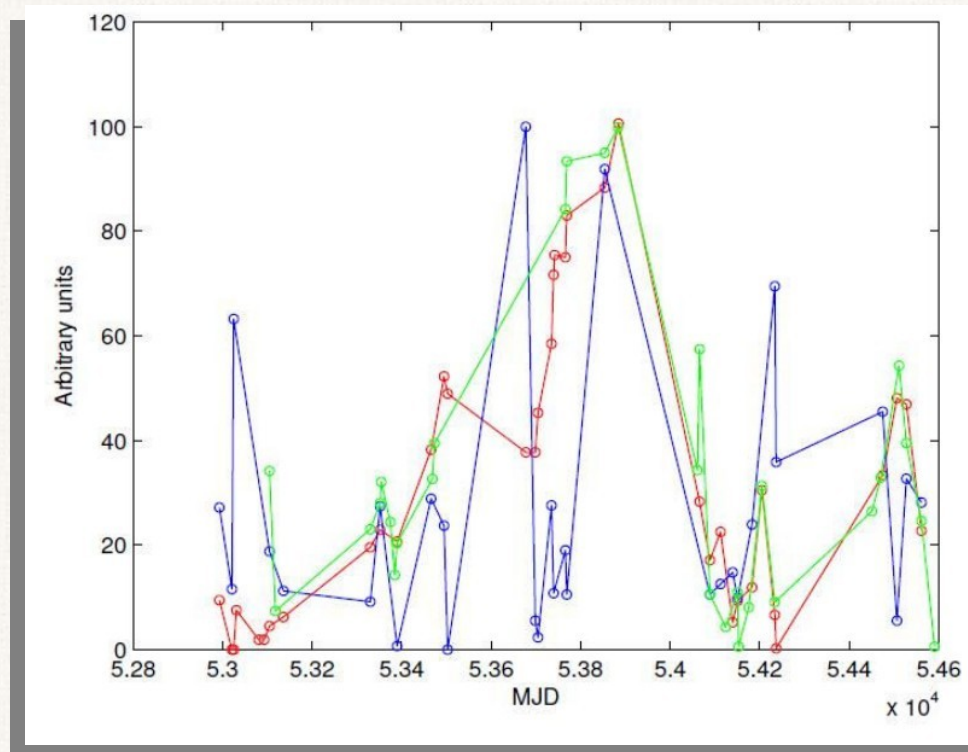


Слика 2: Унификациони модел АГЈ (<https://fermi.gsfc.nasa.gov>)

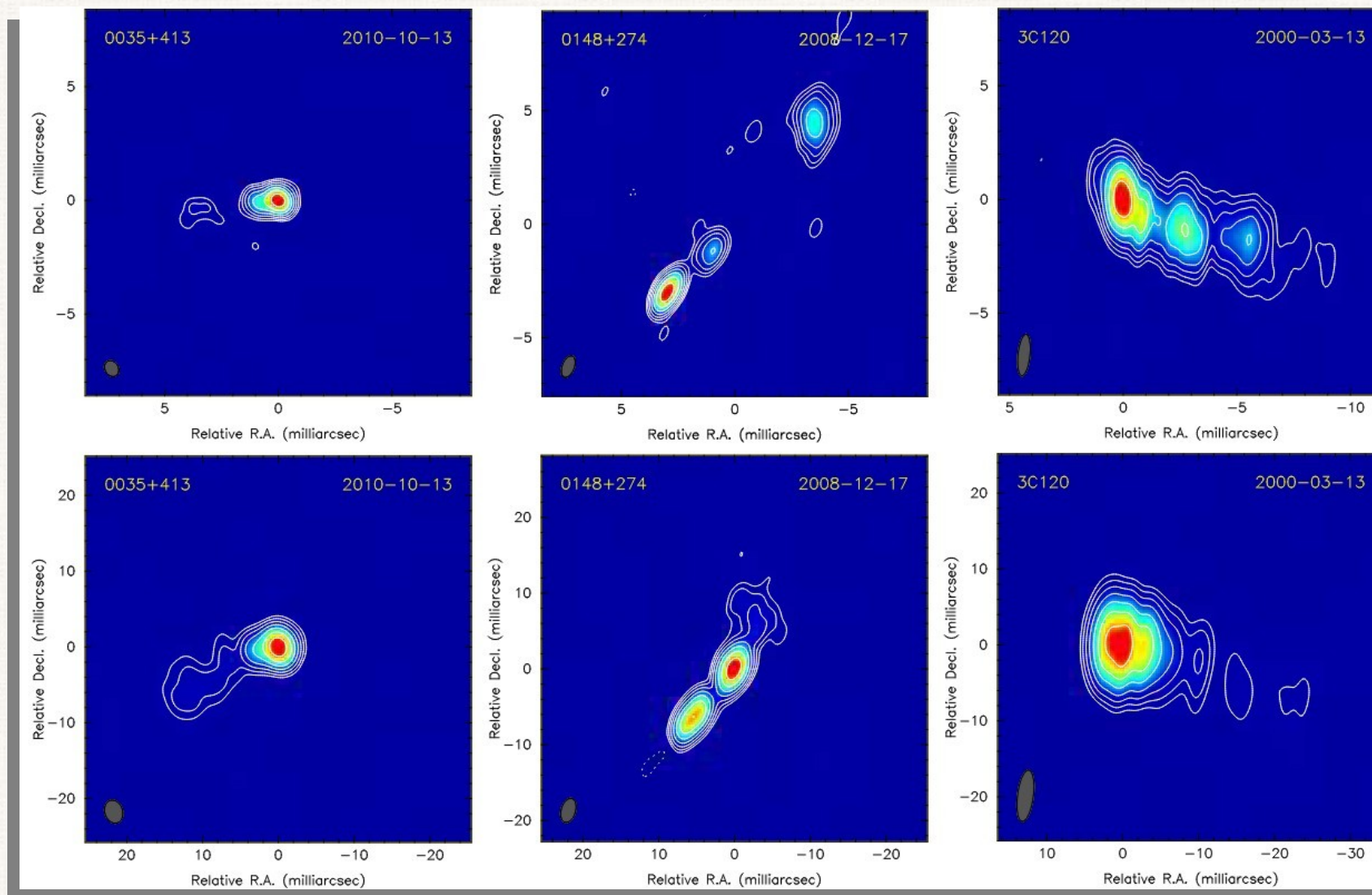
# УВОД

- Taris et al. 2011., Popovic et al. 2012

Слика 3: промена положаја са променом сјаја - QSO 39437 (Andrei 2012.)



# УВОД



Слика 4: VLBI мапе у X и S домену за објекте 0035+413, 0148+274 и 0430+052 из ICRF-3 (de Witt et al. 2022.)

# УВОД

- 10% ICRF објеката погодно за астрометрију
- ~ 400 објеката (Bourda et al. 2010.)
- 47/105 АГЈ (Bourda et al. 2011.)  
34 ICRF3
- 6 BL Lac, 4 FSRQ, 2 BL Lac/FSRQ  
12/9 ICRF3

# УВОД

- 10% ICRF објеката погодно за повезивање
- ~ 400 објеката (Bourda et al. 2010.)
- 47/105 објеката АГЈ (Bourda et al. 2011.)
- 6 BL Lac, 4 FSRQ, 2 BL Lac/FSRQ

Табела 1: Списак објеката.

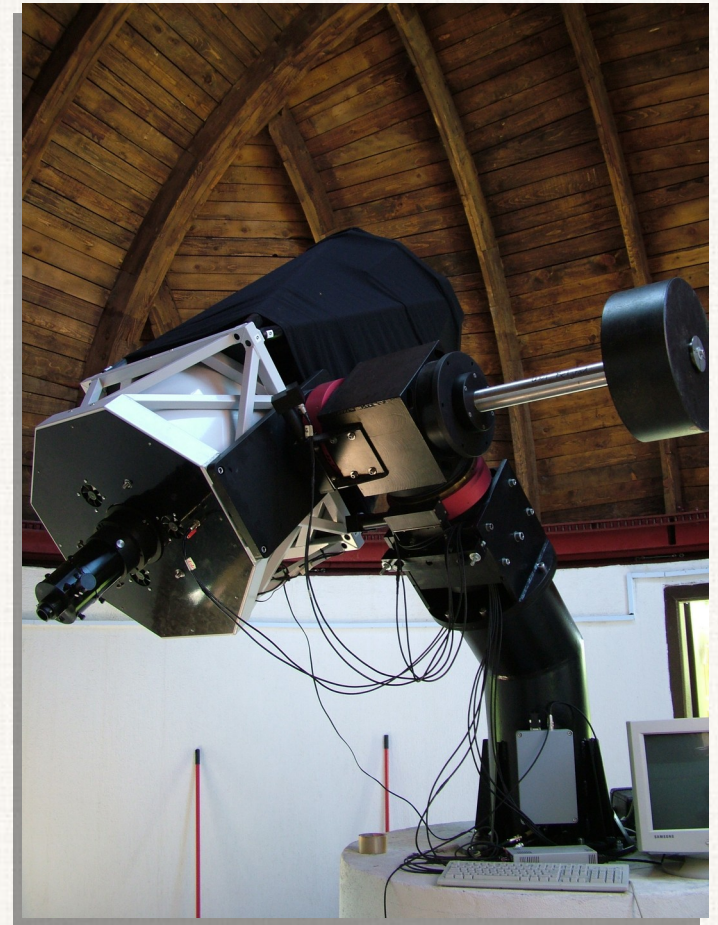
IERS назив	$\alpha_{J2000.0}(^{\circ})$	$\delta_{J2000.0}(^{\circ})$	$z$	АГЈ тип	Посматрани период		Број посматрања $V, R$
					од	до	
0049+003	13.02321	0.593930	0.399714	FSRQ	06 09 2013	08 08 2019	30, 40
0907+336	137.65431	33.49012	0.354000	BL Lac	14 04 2013	06 04 2019	39, 42
1034+574	159.43461	57.19878	1.095700	BL Lac	09 07 2013	07 04 2019	47, 47
1212+467	183.79143	46.45420	0.720154	FSRQ	09 07 2013	31 03 2019	50, 50
1242+574	191.29167	57.16510	0.998229	BL Lac	02 04 2014	06 08 2019	49, 57
1429+249	217.85787	24.70575	0.406590	BL Lac / FSRQ	04 04 2014	06 08 2019	40, 44
1535+231	234.31043	23.01127	0.462515	BL Lac / FSRQ	04 04 2014	06 08 2019	43, 44
1556+335	239.72993	33.38850	1.653598	FSRQ	04 04 2014	06 08 2019	41, 50
1607+604	242.08560	60.30784	0.178000	BL Lac	08 07 2013	06 08 2019	42, 48
1612+378	243.69564	37.76869	1.531239	FSRQ	09 07 2013	06 08 2019	37, 42
1722+119	261.26810	11.87096	0.340000	BL Lac	09 07 2013	08 08 2019	43, 47
1741+597	265.63334	59.75186	0.415000	BL Lac	09 07 2013	07 08 2019	55, 62



# Инструменти

На *Астрономској станици Видојевица* (АСВ) Астрономске опсерваторије у Београду:

- 60 cm Cassegrain (long.= $21.5^\circ$ , lat.= $43.1^\circ$ , h=1136m),



Слика 5: АСВ 60 cm у павиљону

# Инструменти

На *Астрономској станици Видојевица* (АСВ) Астрономске опсерваторије у Београду:

- 60 cm Cassegrain (long.=21.5°, lat.=43.1°, h=1136m),
- 1.4 m Ritchey-Chrétien (21.6, 43.1, 1143).



Слика 6: Павиљон АСВ 1.4 m телескопа

# Додељивање посматрачког времена *Telescope Time Allocation*

The screenshot shows a web browser displaying the AS Vidojevica website. The address bar shows the URL: `vidojevica.aob.rs/index.php?option=com_content&view=article&id=31&Itemid=149`. The page features a header banner with the text "AS Vidojevica" and "first light" images from a 1.4m telescope at ASV. Below the banner, there is a navigation menu on the left with links for Home, Telescopes, CCD cameras, Filters, Weather Forecast, and Instruments. The main content area is titled "Telescope Time Allocation" and contains the following text: "Time allocation for the telescopes at the Astronomical station Vidojevica is possible. For successful application, we strongly advice to read the [Rule-book](#) first which contains all relevant information regarding time allocation. Application forms can be downloaded [here](#). Characteristics of the telescopes and all the available instruments can be read [here](#). Example of applications in Serbian and English can be found [here](#)." Below this text is a link for "News and Events." On the right side of the page, there is a weather and time widget showing: "Current time: 24 Jan 2023 -- 11:10", "Time of measurement: 24 Jan 2023 -- 11:00", "Temperature = -1.8 °C", and "Preassure = 893.0 mb".

- **Doktorske Prijave (DP)** su prijave koje se podnose sa ciljem izrade doktorske teze iz oblasti astronomije/astrofizike, ili master teze u redim situacijama kada se tema nadovezuje na budući doktorat. Pored obaveznog formulara za prijavu, Komisiji mora da se dostavi potvrda o prihvaćenoj temi za izradu teze koja je izdata od strane fakulteta gde se teza brani. Komisija može da dodeli posmatračko vreme u narednom PC ukoliko je to potrebno za kompletiranje posmatranja za izradu teze.

# Инструменти

На *Астрономској станици Видојевица* (АСВ) Астрономске опсерваторије у Београду:

- 60 cm Cassegrain (long.=21.5°, lat.=43.1°, h=1136m),
- 1.4 m Ritchey-Chrétien (21.6, 43.1, 1143).

На *Observatori Astronòmic del Montsec*, Шпанија, роботизован Joan Oró Telescope (ТЈО):

- 80 cm Ritchey-Chrétien (0.7, 42.1, 1570).



Слика 7: ТЈО 80 см у павиљону

# Инструменти

На *Rozhen National Astronomical Observatory* of Bulgarian Academy of Sciences:

- 2 m Ritchey-Chrétien (24.7, 41.7, 1730),
- 60 cm Cassegrain (24.7, 41.7, 1759),
- 50/70 cm Schmidt-camera (24.7, 41.7, 1759).

На *Belogradchik Observatory*, у Бугарској:

- 60cm Ritchey-Chrétien (22.7, 43.6, 650).

На *Leopold Figl-Observatorium für Astrophysik*, у Бечу, у Аустрији:

- 1.5 m Ritchey-Chrétien (15.9, 48.1, 880).

# Инструменти



Слика 8: Телескопи Rozhen 2 m, 60 cm , 50/70 cm, Belogradchik 60 cm и LFOA 1.5 m

За слике заслужни су: П. Маркишки, Д. Колев

<https://nao-rozhen.org/>

<https://astro.bas.bg>

<https://foa.univie.ac.at/>



# Инструменти

Табела 2 : Телескопи и камере.

Телескоп, $D$	CCD камера	CCD резолуција	величина пиксела ( $\mu m$ )	покривеност неба (arcsec pix <sup>-1</sup> )	видно поље (arcmin)
ACB, 60cm	Apogee Alta U42	2048 × 2048	13.5 × 13.5	0.466	15.8 × 15.8
	SBIG ST10 XME	2184 × 1472	6.8 × 6.8	0.230	8.4 × 5.7
	Apogee Alta E47	1024 × 1024	13.0 × 13.0	0.450	7.6 × 7.6
ACB, 1.4m	Apogee Alta U42	2048 × 2048	13.5 × 13.5	0.243	8.3 × 8.3
	Andor iKon-L	2048 × 2048	13.5 × 13.5	0.244	8.3 × 8.3
TJO, 80cm	FLI PL4240-1-B	2048 × 2048	13.5 × 13.5	0.364	12.3 × 12.3
	Andor iKon-L	2048 × 2048	13.5 × 13.5	0.361	12.3 × 12.3
Rozhen, 2m	Andor iKon-L	2048 × 2048	13.5 × 13.5	0.176	6.0 × 6.0
	VersArray 1300B	1340 × 1300	20.0 × 20.0	0.261	5.6 × 5.6
Rozhen, 60cm	FLI PL09000	3056 × 3056	12.0 × 12.0	0.330	16.8 × 16.8
Rozhen, 50/70cm	FLI PL16803	4096 × 4096	9.0 × 9.0	1.080	73.7 × 73.7
Belogradchik, 60cm	FLI PL09000	3056 × 3056	12.0 × 12.0	0.335	16.8 × 16.8
LFOA, 1.5m	SBIG ST10 XME	2184 × 1472	6.8 × 6.8	0.150	5.6 × 3.8

# Обрада снимака

- 2 x CCD снимка у V и R филтеру
- Bias, Dark и Flat снимци
- IRAF scripting language
- Мапа лоших пиксела (Hot и dead)
- Мапа космичких зрака - Laplacian Cosmic Ray Identification method *L.A.Cosmic* (Pieter G. van Dokkum 2001)



# Диференцијална фотометрија

- MaxIm DL софтвер
- SDSS DR14 каталог (1722+119 Doroshenko et al. 2014)
- 2 x упоришне + контролне звезде
- Критеријуми: у близини објекта, сличне боје и сјаја као објекат, ...
- Трансформацијом из SDSS ugriz -> BVRI (Chonis & Gaskel 2008):

$$V = g - (0.587 \pm 0.022)(g - r) - (0.011 \pm 0.013),$$

$$R = r - (0.272 \pm 0.092)(r - i) - (0.159 \pm 0.022).$$

$$14.5 < g, r, i < 19.5, 0.08 < r - i < 0.5, \text{ and } 0.2 < g - r < 1.4$$

Табела 3: Координате,  $V$  и  $R$  магнитуде са стандардним грешкама објеката и њихових упоришних и контролних звезда; период Јул 2013. — Август 2019.

IERS назив звезда		$\alpha_{J2000.0} (^{\circ})$	$\delta_{J2000.0} (^{\circ})$	$V_C \pm \sigma_{V_C} (\text{mag})$	$R_C \pm \sigma_{R_C} (\text{mag})$	$V_O \pm \sigma_{V_O} (\text{mag})$	$N_{V_O}$	$R_O \pm \sigma_{R_O} (\text{mag})$	$N_{R_O}$
0049+003	2(A)	12.97558	0.60950	$16.721 \pm 0.039$	$15.830 \pm 0.068$	$16.715 \pm 0.026$	30	$15.835 \pm 0.013$	40
	3(B)	12.99098	0.63657	$16.303 \pm 0.036$	$15.680 \pm 0.042$	$16.307 \pm 0.018$	30	$15.673 \pm 0.010$	40
	4	13.02369	0.56957	$17.253 \pm 0.030$	$16.859 \pm 0.033$	$17.265 \pm 0.075$	26	$16.876 \pm 0.049$	36
	5	12.96617	0.54902	$16.367 \pm 0.038$	$15.547 \pm 0.053$	$16.333 \pm 0.044$	20	$15.509 \pm 0.034$	27
	6	12.99846	0.53368	$16.821 \pm 0.039$	$15.914 \pm 0.067$	$16.796 \pm 0.043$	15	$15.902 \pm 0.022$	24
	7	12.99423	0.62415	$16.988 \pm 0.026$	$16.655 \pm 0.027$	$16.973 \pm 0.060$	26	$16.637 \pm 0.035$	36
	8	13.05000	0.61540	$17.392 \pm 0.034$	$16.804 \pm 0.040$	$17.402 \pm 0.063$	26	$16.795 \pm 0.049$	35
	0907+336	2(A)	137.68218	33.49568	$16.947 \pm 0.027$	$16.493 \pm 0.032$	$16.983 \pm 0.041$	39	$16.535 \pm 0.031$
3(B)		137.65315	33.55212	$15.152 \pm 0.025$	$14.765 \pm 0.029$	$15.143 \pm 0.010$	36	$14.755 \pm 0.009$	39
4		137.57933	33.52884	$16.754 \pm 0.023$	$16.402 \pm 0.029$	$16.727 \pm 0.048$	37	$16.392 \pm 0.045$	38
6		137.62254	33.39133	$15.595 \pm 0.036$	$14.787 \pm 0.053$	$15.664 \pm 0.019$	14	$14.816 \pm 0.011$	14
7		137.67337	33.39007	$16.600 \pm 0.031$	$15.964 \pm 0.042$	$16.673 \pm 0.029$	13	$15.998 \pm 0.014$	13
8		137.69512	33.40002	$15.840 \pm 0.024$	$15.596 \pm 0.025$	$15.841 \pm 0.040$	14	$15.581 \pm 0.026$	14
9		137.74861	33.41535	$15.412 \pm 0.028$	$14.910 \pm 0.031$	$15.439 \pm 0.021$	11	$14.920 \pm 0.011$	11
10		137.76623	33.44946	$16.320 \pm 0.028$	$15.817 \pm 0.033$	$16.349 \pm 0.024$	5	$15.831 \pm 0.025$	5
1034+574	2(A)	159.43831	57.20934	$16.764 \pm 0.028$	$16.252 \pm 0.036$	$16.770 \pm 0.025$	47	$16.262 \pm 0.024$	47
	5(B)	159.48269	57.18367	$15.874 \pm 0.029$	$15.329 \pm 0.040$	$15.872 \pm 0.011$	47	$15.323 \pm 0.011$	47
	3	159.39357	57.20304	$16.654 \pm 0.032$	$15.993 \pm 0.046$	$16.662 \pm 0.041$	47	$15.999 \pm 0.027$	47
	4	159.46188	57.17536	$15.714 \pm 0.031$	$15.103 \pm 0.042$	$15.708 \pm 0.024$	47	$15.088 \pm 0.014$	47
	6	159.51361	57.24663	$15.351 \pm 0.027$	$14.904 \pm 0.034$	$15.349 \pm 0.048$	41	$14.918 \pm 0.032$	41
	7	159.59133	57.18112	$16.480 \pm 0.038$	$15.688 \pm 0.056$	$16.509 \pm 0.035$	25	$15.709 \pm 0.016$	24
	1212+467	3(A)	183.70101	46.41680	$16.053 \pm 0.028$	$15.760 \pm 0.030$	$16.036 \pm 0.020$	49	$15.749 \pm 0.020$
2(B)		183.77226	46.45566	$15.782 \pm 0.029$	$15.445 \pm 0.032$	$15.802 \pm 0.017$	50	$15.460 \pm 0.019$	50
4		183.93530	46.42732	$16.455 \pm 0.033$	$16.089 \pm 0.035$	$16.404 \pm 0.029$	16	$16.036 \pm 0.021$	16
5		183.84232	46.37444	$17.171 \pm 0.031$	$16.715 \pm 0.035$	$17.124 \pm 0.057$	25	$16.671 \pm 0.047$	25
1242+574		3(A)	191.25047	57.14550	$15.605 \pm 0.036$	$15.123 \pm 0.031$	$15.620 \pm 0.012$	49	$15.138 \pm 0.008$
	6(B)	191.25146	57.19683	$16.806 \pm 0.034$	$16.428 \pm 0.032$	$16.770 \pm 0.029$	43	$16.383 \pm 0.022$	51
	2	191.25798	57.15121	$16.184 \pm 0.035$	$15.773 \pm 0.031$	$16.186 \pm 0.021$	49	$15.781 \pm 0.023$	57
	4	191.22685	57.15156	$15.837 \pm 0.034$	$15.462 \pm 0.029$	$15.840 \pm 0.023$	49	$15.459 \pm 0.017$	57
	5	191.23555	57.13461	$15.190 \pm 0.031$	$14.790 \pm 0.029$	$15.146 \pm 0.018$	49	$14.761 \pm 0.016$	56
	7	191.37149	57.15773	$16.593 \pm 0.039$	$16.227 \pm 0.029$	$16.559 \pm 0.026$	42	$16.192 \pm 0.033$	50
	8	191.17292	57.21066	$15.869 \pm 0.044$	$14.974 \pm 0.071$	$15.857 \pm 0.066$	42	$14.935 \pm 0.060$	47
	1429+249	2(A)	217.90576	24.71909	$16.336 \pm 0.034$	$15.778 \pm 0.039$	$16.340 \pm 0.028$	40	$15.787 \pm 0.032$
6(B)		217.83619	24.75416	$17.459 \pm 0.032$	$17.019 \pm 0.033$	$17.449 \pm 0.037$	33	$16.991 \pm 0.031$	37
3		217.74829	24.64108	$16.622 \pm 0.033$	$16.102 \pm 0.039$	$16.586 \pm 0.038$	29	$16.053 \pm 0.054$	29
4		217.73247	24.70287	$17.391 \pm 0.028$	$17.042 \pm 0.032$	$17.373 \pm 0.065$	20	$16.988 \pm 0.057$	21
5		217.76278	24.74408	$16.377 \pm 0.032$	$15.999 \pm 0.030$	$16.344 \pm 0.039$	32	$15.973 \pm 0.047$	32
8		217.93664	24.73984	$16.753 \pm 0.031$	$16.378 \pm 0.031$	$16.712 \pm 0.031$	28	$16.340 \pm 0.036$	28

Табела 3: Координате,  $V$  и  $R$  магнитуде са стандардним грешкама објеката и њихових упоришних и контролних звезда; период Јул 2013. — Август 2019.

IERS назив звезда	$\alpha_{J2000.0}(^{\circ})$	$\delta_{J2000.0}(^{\circ})$	$V_C \pm \sigma_{V_C}(\text{mag})$	$R_C \pm \sigma_{R_C}(\text{mag})$	$V_O \pm \sigma_{V_O}(\text{mag})$	$N_{V_O}$	$R_O \pm \sigma_{R_O}(\text{mag})$	$N_{R_O}$	
1535+231	2(A)	234.31491	23.01831	$17.200 \pm 0.031$	$16.658 \pm 0.038$	$17.229 \pm 0.031$	43	$16.688 \pm 0.034$	44
	4(B)	234.25178	23.01917	$16.232 \pm 0.024$	$15.867 \pm 0.029$	$16.225 \pm 0.012$	43	$15.850 \pm 0.019$	44
	3	234.30004	23.02486	$15.983 \pm 0.030$	$15.633 \pm 0.031$	$16.002 \pm 0.022$	43	$15.646 \pm 0.028$	44
	7	234.29312	22.96096	$16.470 \pm 0.027$	$15.973 \pm 0.036$	$16.447 \pm 0.029$	13	$15.960 \pm 0.021$	31
	8	234.35917	23.01592	$15.860 \pm 0.035$	$15.149 \pm 0.050$	$15.837 \pm 0.030$	21	$15.148 \pm 0.031$	39
1556+335	2(A)	239.71950	33.39110	$17.336 \pm 0.030$	$16.850 \pm 0.038$	$17.354 \pm 0.032$	41	$16.883 \pm 0.034$	50
	3(B)	239.69035	33.40959	$16.381 \pm 0.027$	$16.095 \pm 0.030$	$16.369 \pm 0.024$	41	$16.074 \pm 0.021$	50
	4	239.75080	33.44101	$16.440 \pm 0.029$	$16.014 \pm 0.037$	$16.429 \pm 0.016$	22	$16.008 \pm 0.020$	23
	5	239.76798	33.38778	$16.271 \pm 0.030$	$15.916 \pm 0.031$	$16.284 \pm 0.024$	41	$15.931 \pm 0.022$	50
	6	239.74561	33.39003	$16.198 \pm 0.030$	$15.825 \pm 0.031$	$16.224 \pm 0.023$	19	$15.876 \pm 0.021$	27
	7	239.74317	33.37370	$15.552 \pm 0.030$	$15.188 \pm 0.031$	$15.568 \pm 0.023$	19	$15.223 \pm 0.017$	27
	8	239.73398	33.37219	$15.743 \pm 0.040$	$14.897 \pm 0.064$	$15.763 \pm 0.032$	19	$14.966 \pm 0.016$	27
	8	239.73398	33.37219	$15.743 \pm 0.040$	$14.897 \pm 0.064$	$15.763 \pm 0.032$	19	$14.966 \pm 0.016$	27
1607+604	2(A)	242.02882	60.28951	$17.068 \pm 0.027$	$16.619 \pm 0.031$	$17.070 \pm 0.027$	42	$16.616 \pm 0.031$	48
	3(B)	242.02526	60.31162	$16.864 \pm 0.025$	$16.423 \pm 0.032$	$16.876 \pm 0.018$	42	$16.441 \pm 0.025$	48
	4	241.97352	60.35552	$15.195 \pm 0.025$	$14.781 \pm 0.031$	$15.165 \pm 0.041$	37	$14.729 \pm 0.040$	42
	5	242.09638	60.34816	$15.630 \pm 0.031$	$14.965 \pm 0.044$	$15.621 \pm 0.045$	42	$14.938 \pm 0.036$	48
	7	242.16854	60.37746	$16.856 \pm 0.024$	$16.467 \pm 0.031$	$16.840 \pm 0.044$	25	$16.425 \pm 0.060$	27
1612+378	4(A)	243.68317	37.76964	$17.007 \pm 0.032$	$16.489 \pm 0.041$	$17.020 \pm 0.032$	31	$16.515 \pm 0.022$	36
	2(B)	243.67568	37.74841	$15.529 \pm 0.028$	$15.225 \pm 0.033$	$15.530 \pm 0.014$	37	$15.223 \pm 0.018$	42
	3	243.68553	37.73414	$15.096 \pm 0.029$	$14.739 \pm 0.034$	$15.082 \pm 0.012$	37	$14.722 \pm 0.022$	42
	5	243.75125	37.72934	$16.433 \pm 0.029$	$16.070 \pm 0.034$	$16.407 \pm 0.039$	37	$16.024 \pm 0.048$	42
	8	243.63855	37.79195	$15.039 \pm 0.030$	$14.627 \pm 0.035$	$15.033 \pm 0.032$	31	$14.609 \pm 0.038$	36
1722+119	2(A)	261.30458	11.86519	$14.823 \pm 0.008$	$14.691 \pm 0.012$	$14.822 \pm 0.011$	36	$14.686 \pm 0.005$	40
	C4(B)	261.28958	11.85344	$15.665 \pm 0.009$	$15.164 \pm 0.013$	$15.667 \pm 0.024$	43	$15.167 \pm 0.021$	47
	C2	261.27167	11.86997	$13.173 \pm 0.005$	$12.570 \pm 0.006$	$13.201 \pm 0.034$	40	$12.622 \pm 0.025$	40
	C3	261.24375	11.86636	$14.078 \pm 0.012$	$13.600 \pm 0.008$	$14.095 \pm 0.025$	43	$13.628 \pm 0.024$	42
	1	261.31208	11.89125	$13.445 \pm 0.009$	$12.848 \pm 0.010$	$13.466 \pm 0.037$	34	$12.873 \pm 0.027$	34
	5	261.25667	11.91311	$15.873 \pm 0.010$	$15.385 \pm 0.016$	$15.880 \pm 0.047$	36	$15.387 \pm 0.027$	40
	9	261.23333	11.87083	$15.809 \pm 0.008$	$15.332 \pm 0.014$	$15.815 \pm 0.027$	36	$15.346 \pm 0.020$	40
	10	261.23875	11.87083	$16.142 \pm 0.011$	$15.699 \pm 0.019$	$16.144 \pm 0.023$	36	$15.716 \pm 0.021$	39
	10	261.23875	11.87083	$16.142 \pm 0.011$	$15.699 \pm 0.019$	$16.144 \pm 0.023$	36	$15.716 \pm 0.021$	39
	10	261.23875	11.87083	$16.142 \pm 0.011$	$15.699 \pm 0.019$	$16.144 \pm 0.023$	36	$15.716 \pm 0.021$	39
1741+597	3(A)	265.57081	59.75387	$16.673 \pm 0.029$	$16.314 \pm 0.031$	$16.653 \pm 0.025$	55	$16.300 \pm 0.029$	62
	4(B)	265.68412	59.76861	$16.376 \pm 0.034$	$15.795 \pm 0.037$	$16.387 \pm 0.026$	55	$15.800 \pm 0.025$	62
	2	265.62329	59.75176	$15.565 \pm 0.029$	$15.204 \pm 0.032$	$15.581 \pm 0.034$	55	$15.237 \pm 0.038$	62
	5	265.61457	59.79547	$16.154 \pm 0.031$	$15.704 \pm 0.033$	$16.163 \pm 0.030$	46	$15.725 \pm 0.019$	52
	6	265.68282	59.71901	$16.126 \pm 0.038$	$15.684 \pm 0.043$	$16.102 \pm 0.030$	55	$15.655 \pm 0.029$	62
	7	265.59766	59.71686	$16.633 \pm 0.039$	$16.124 \pm 0.046$	$16.609 \pm 0.026$	46	$16.076 \pm 0.021$	53
	7	265.59766	59.71686	$16.633 \pm 0.039$	$16.124 \pm 0.046$	$16.609 \pm 0.026$	46	$16.076 \pm 0.021$	53

# Анализа

- 3-σ правило, Шапиро-Вилков тест нормалности (Razali et al. 2011),
- Абеов критеријум (Hald 1952; Djurovic 1979; Spano et al. 2011; Malkin 2013)

$$q = \frac{\sigma_{AV}}{\sigma_D} = \frac{\frac{1}{2(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1} - x_i)^2}{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{1}{2} \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1} - x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$q_c = 1 + u_\alpha / \sqrt{n + 0.5(1 + u_\alpha)^2}$$

Хипотеза о стохастичкој независности је прихваћена уколико је

$$q > q_c$$

# Анализа

- 3-σ правило, Шапиро-Вилков тест нормалности (Razali et al. 2011),
- Абеов критеријум (Hald 1952; Djurovic 1979; Spano et al. 2011; Malkin 2013)
- F – тест

$$H_0 : VarX = VarY$$

$$H : VarX > VarY$$

$$F = \frac{VarX}{VarY}$$

$$F_A = \frac{Var(S - A)}{Var(A - B)}$$

$$F_B = \frac{Var(S - B)}{Var(A - B)}$$

$$F_{A/B} = \frac{F_A}{F_B}$$

$H_{A,B,A/B}$  се одбацују уколико су  $F_{A,B,A/B} > F_c = F_n^{0.001}$ .

# РЕЗУЛТАТИ (Jovanovic 2019. и Jovanovic et al. 2023.)

Табела 4: Статистички подаци промене сјаја објеката.

IERS назив	филтер	$n$	Абеов критеријум			F-тест				$M_{MAX}$ (mag)	$M_{MIN}$ (mag)	$M_{AV} \pm \sigma_M$ (mag)	$A$ (mag)	$VAP$ %	Променљив
			$q_A, q_B, q_C$	$F_{A/B}, F_A, F_B, F_C$											
0049+003	V	30	0.18, 0.15, 0.48	1.30, 20.64, 15.92, 3.29					16.731	16.166	16.461 $\pm$ 0.185	0.565	56.40	V	
	R	40	0.15, 0.15, 0.54	1.23, 48.16, 39.14, 2.76					16.292	15.835	16.100 $\pm$ 0.147	0.457	45.61	V	
0907+336	V	36	0.18, 0.19, 0.52	1.05, 11.54, 11.02, 2.93					16.704	15.899	16.226 $\pm$ 0.180	0.805	80.51	V	
	R	39	0.13, 0.09, 0.54	1.05, 25.25, 24.10, 2.80					16.445	15.559	15.911 $\pm$ 0.191	0.886	88.56	V	
1034+574	V	47	0.20, 0.21, 0.57	1.00, 83.77, 83.96, 2.54					16.919	15.545	16.086 $\pm$ 0.335	1.374	137.16	V	
	R	47	0.23, 0.22, 0.57	1.01, 96.54, 97.13, 2.54					16.504	15.253	15.744 $\pm$ 0.328	1.251	124.82	V	
1212+467	V	49	0.23, 0.23, 0.58	1.02, 51.11, 50.25, 2.49					18.150	17.282	17.645 $\pm$ 0.203	0.868	86.13	V	
	R	49	0.19, 0.17, 0.58	1.06, 36.06, 33.89, 2.49					17.900	17.181	17.499 $\pm$ 0.186	0.719	71.54	V	
1242+574	V	43	0.25, 0.26, 0.56	1.04, 28.77, 27.66, 2.66					18.167	17.371	17.710 $\pm$ 0.223	0.796	78.85	V	
	R	51	0.24, 0.27, 0.59	1.10, 58.77, 64.44, 2.44					17.816	16.990	17.353 $\pm$ 0.229	0.826	82.01	V	
1429+249	V	33	0.49, 0.51, 0.50	1.32, 3.49, 4.61, 3.09					17.614	17.134	17.417 $\pm$ 0.107	–	–	NV	
	R	37	0.51, 0.50, 0.52	1.10, 2.56, 2.82, 2.89					17.343	17.076	17.197 $\pm$ 0.073	–	–	NV	
1535+231	V	43	0.30, 0.31, 0.56	1.11, 31.34, 34.81, 2.66					19.036	18.133	18.472 $\pm$ 0.233	0.903	89.81	V	
	R	44	0.15, 0.18, 0.56	1.12, 16.41, 18.34, 2.63					18.610	17.797	18.193 $\pm$ 0.214	0.813	80.68	V	
1556+335	V	41	0.43, 0.57, 0.55	1.18, 2.80, 2.37, 2.73					17.581	17.350	17.459 $\pm$ 0.064	–	–	NV	
	R	50	0.77, 0.63, 0.58	1.44, 1.23, 1.77, 2.46					17.080	16.886	16.988 $\pm$ 0.052	–	–	NV	
1607+604	V	42	0.26, 0.27, 0.55	1.12, 23.81, 21.33, 2.69					17.677	17.152	17.400 $\pm$ 0.127	0.525	52.18	V	
	R	48	0.38, 0.41, 0.58	1.23, 8.55, 6.97, 2.51					17.140	16.747	16.956 $\pm$ 0.095	0.393	39.02	V	
1612+378	V	31	0.15, 0.15, 0.49	1.27, 12.90, 10.16, 3.22					17.128	16.686	16.895 $\pm$ 0.137	0.442	44.16	V	
	R	36	0.11, 0.10, 0.52	1.02, 13.16, 12.93, 2.93					16.661	16.271	16.474 $\pm$ 0.111	0.390	38.94	V	
1722+119	V	36	0.11, 0.12, 0.52	1.05, 202.59, 192.64, 2.93					16.780	14.888	15.571 $\pm$ 0.467	1.892	189.06	V	
	R	40	0.11, 0.11, 0.54	1.00, 1389.46, 1387.88, 2.76					16.343	14.371	15.083 $\pm$ 0.477	1.972	197.16	V	
1741+597	V	55	0.26, 0.27, 0.60	1.05, 40.03, 41.84, 2.36					18.435	16.837	17.975 $\pm$ 0.313	1.598	159.37	V	
	R	62	0.21, 0.21, 0.62	1.03, 33.84, 34.79, 2.24					18.145	16.447	17.513 $\pm$ 0.310	1.698	169.71	V	

# Резултати

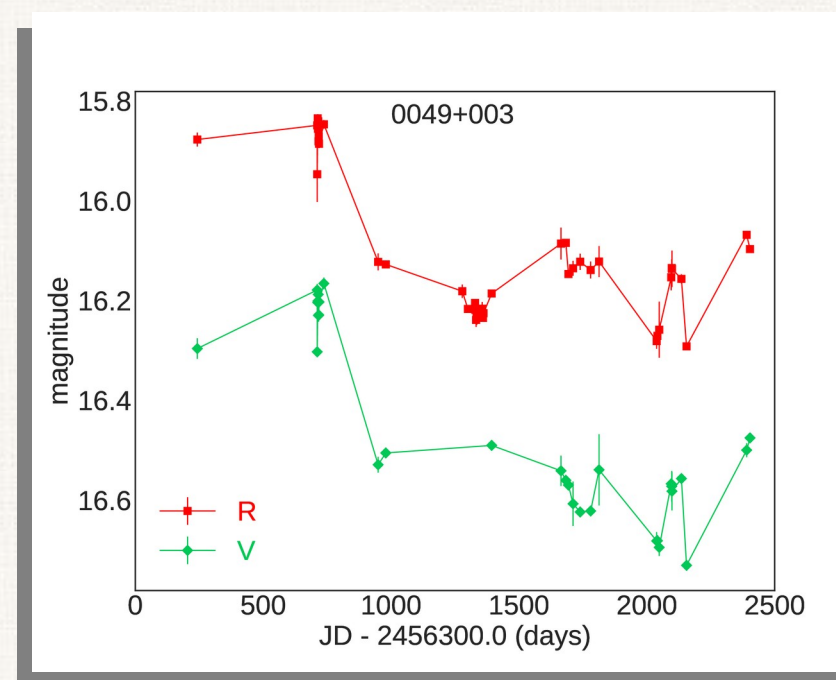
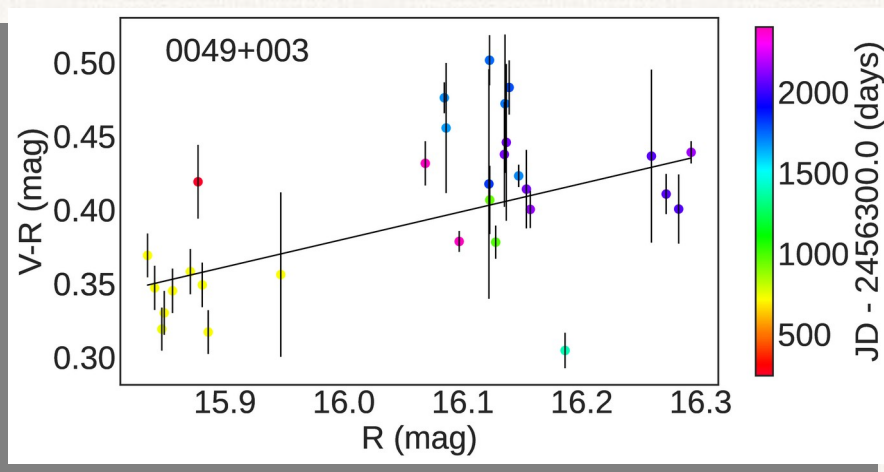
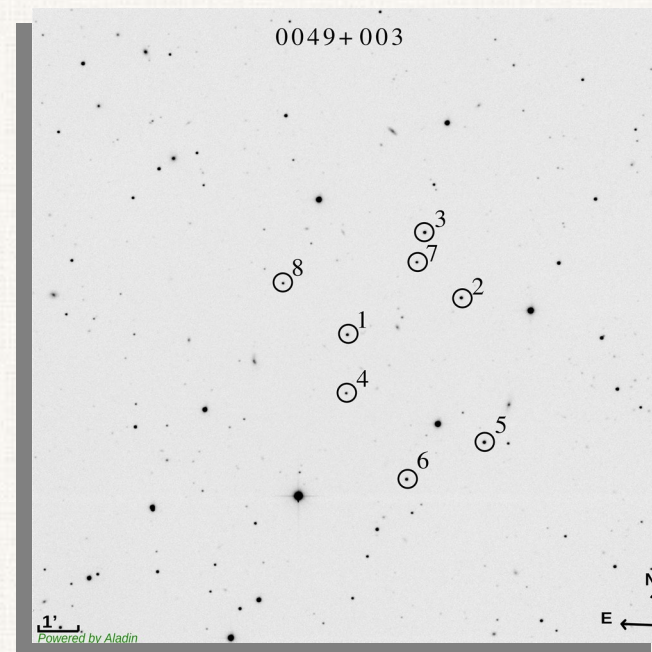
## 0049+003

Откривен: 1996

Тип: FSRQ (2007)

$z = 0.4$ ,  $M_i = -25.48$ ,  $\Delta r = 0.44$  mag

Промена сјаја  $\sim 0.5$  mag, боје  $\sim 0.2$  mag,  
BWB promena



# Резултати

**0907+336**

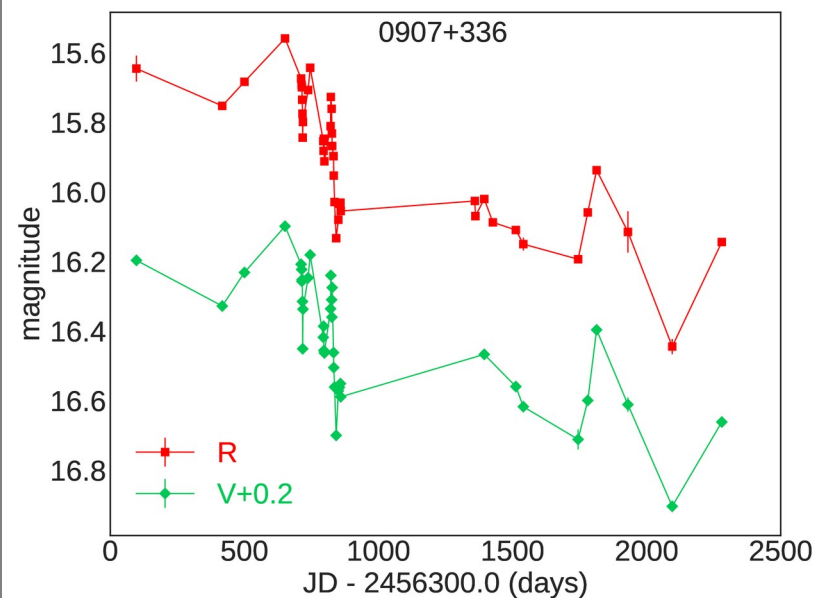
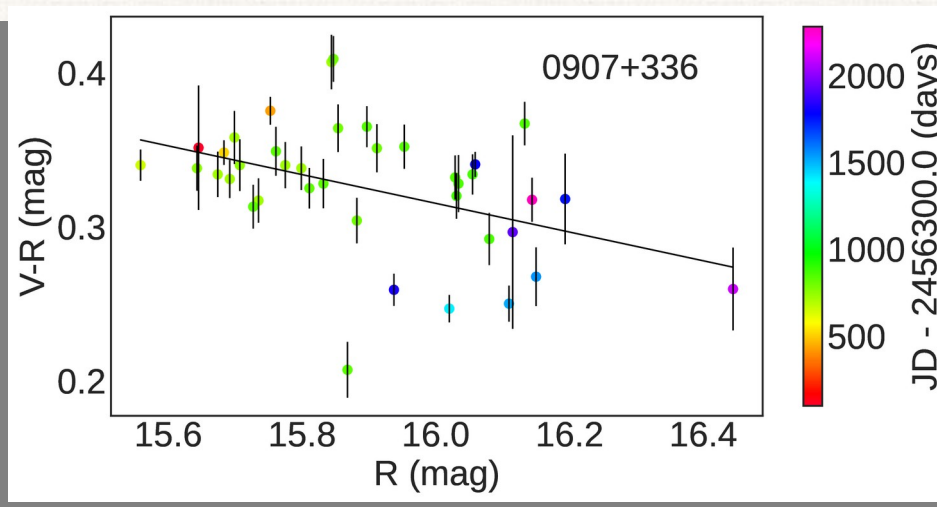
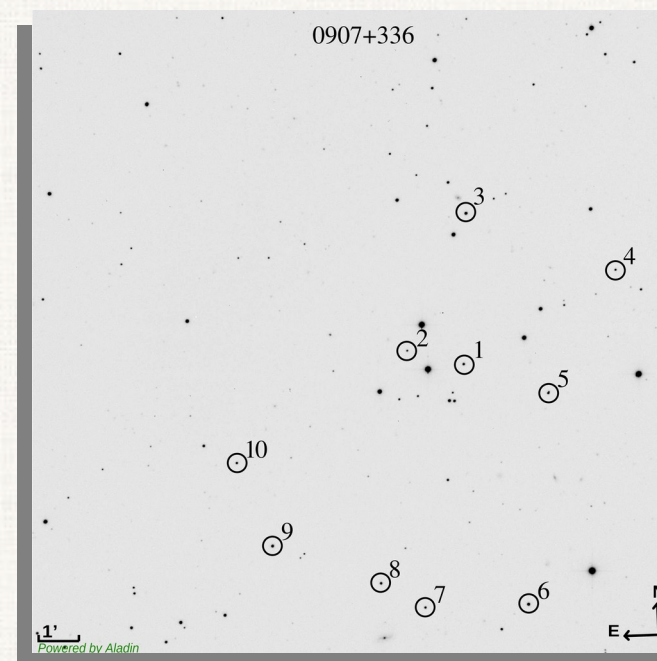
Top 1015

Откривен:  $B = 16$  mag (1959)

Тип: BL Lac

$z = 0.4$

Промена сјаја  $\sim 0.8$  mag, боје  $\sim 0.2$  mag,  
RWB промена





# Резултати

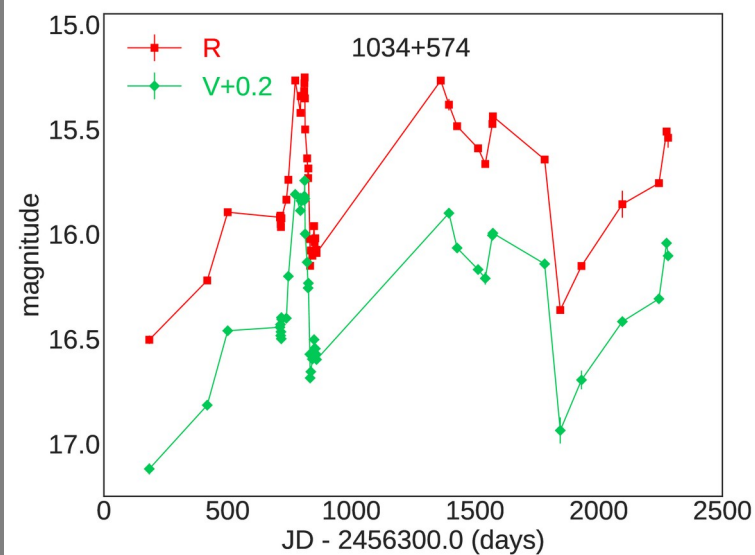
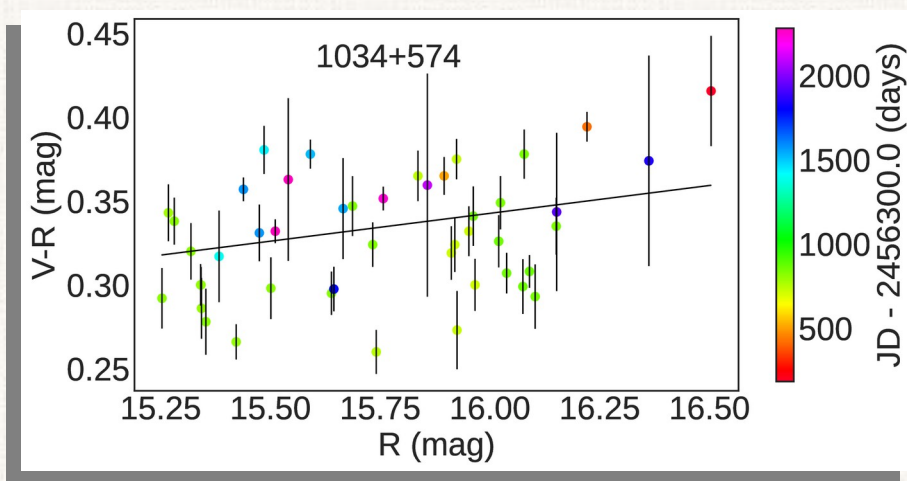
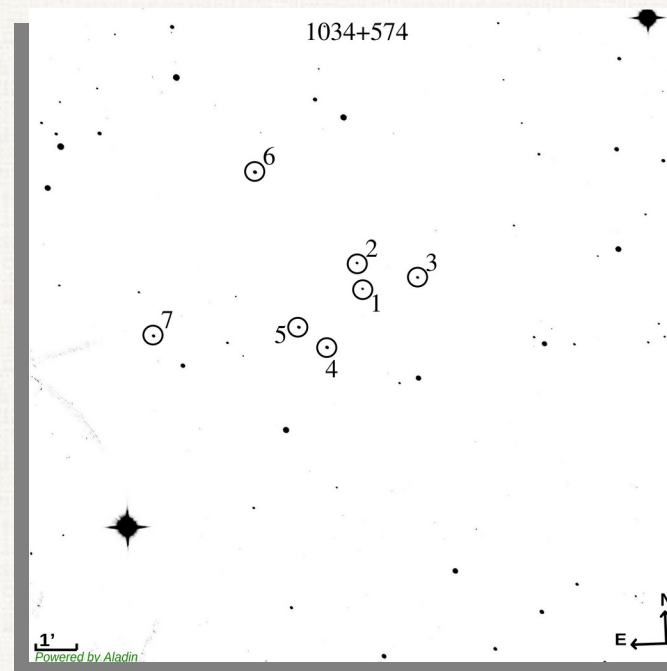
## 1034+574

Откривен: Green Bank 4.85 GHz претраге са  
NRAO 91 m телескопом – '86, '87, '88

Тип: BL Lac, R= 15.99 mag (1998)

$z = 1.1$ ,  $M_i = -28.8$ ,  $M_{\text{BH}} = 10^{9.9} M_{\odot}$

Промена сјаја  $\sim 1.3$  mag, боје  $\sim 0.3$  mag  
BWB склоност



# Резултати

## 1212+467

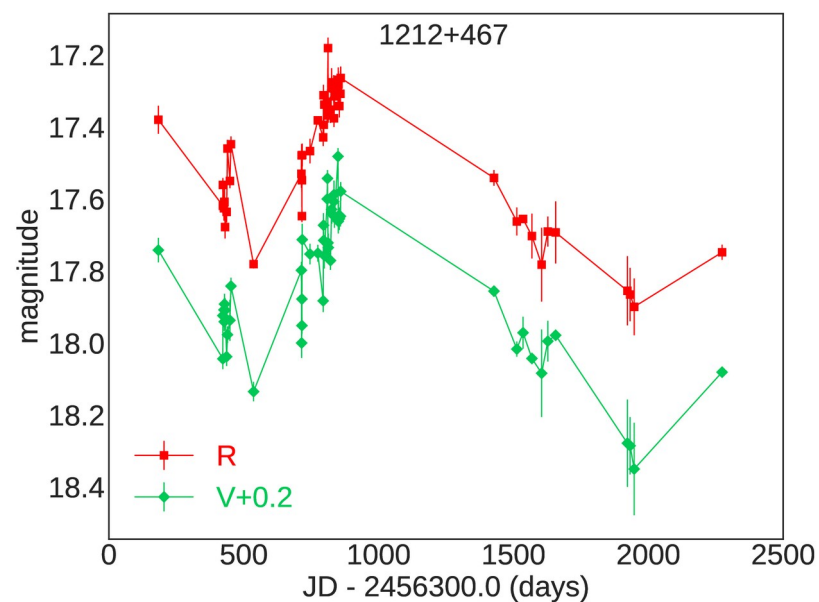
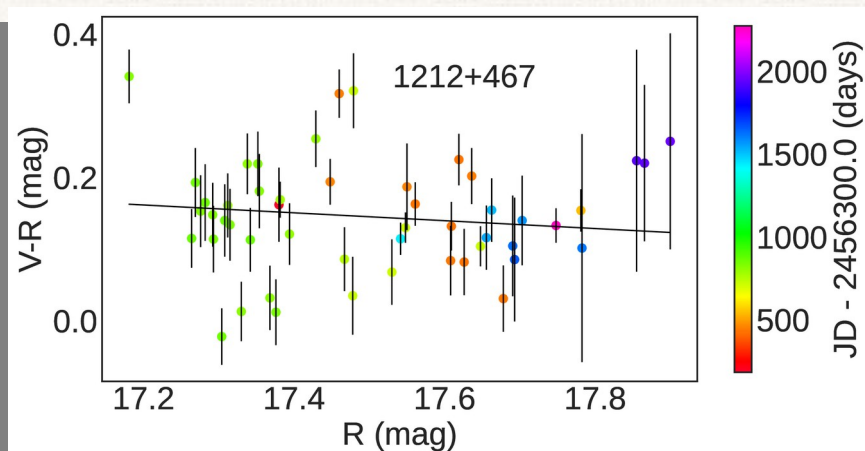
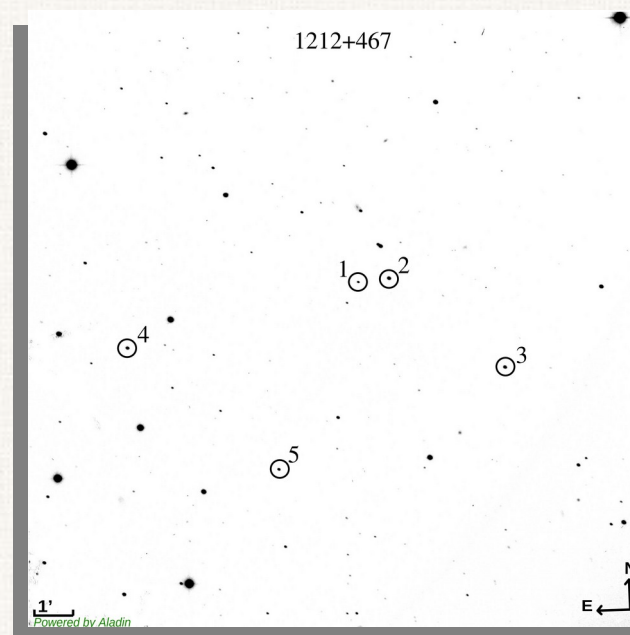
LQAC 183+046 007

Откривен: 1400 MHz Green Bank radio претраге неба (1972)

Тип: FSRQ (2015),  $R = 17.13$  (2001)

$z = 0.7$

Промена сјаја  $\sim 0.8$  mag, боје  $\sim 0.3$  mag  
ахроматско понашање



# Резултати

## 1242+574

Откривен: 87GB katalogu

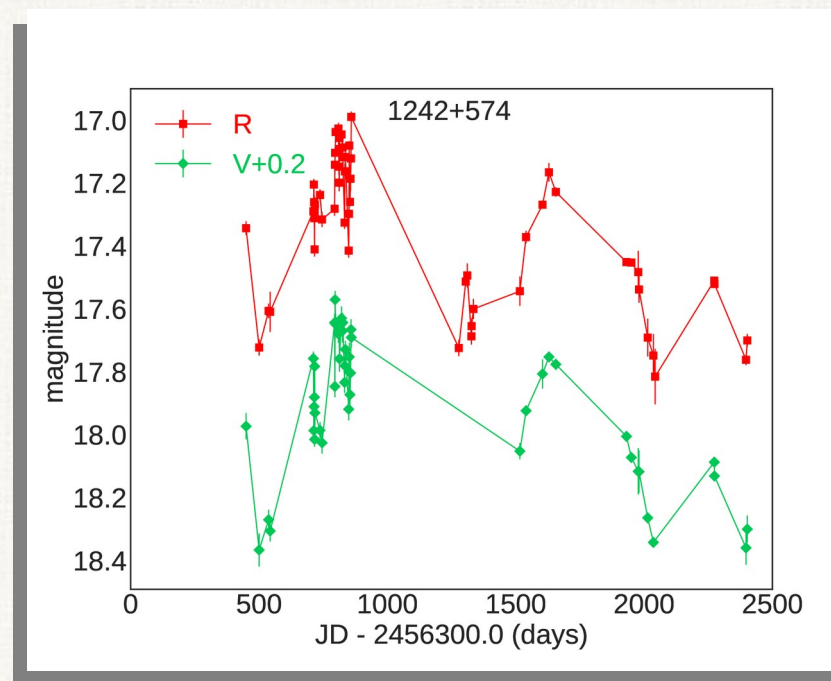
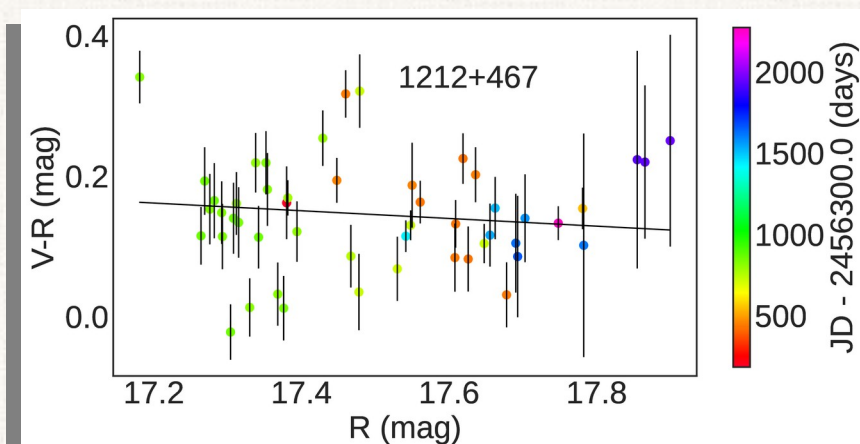
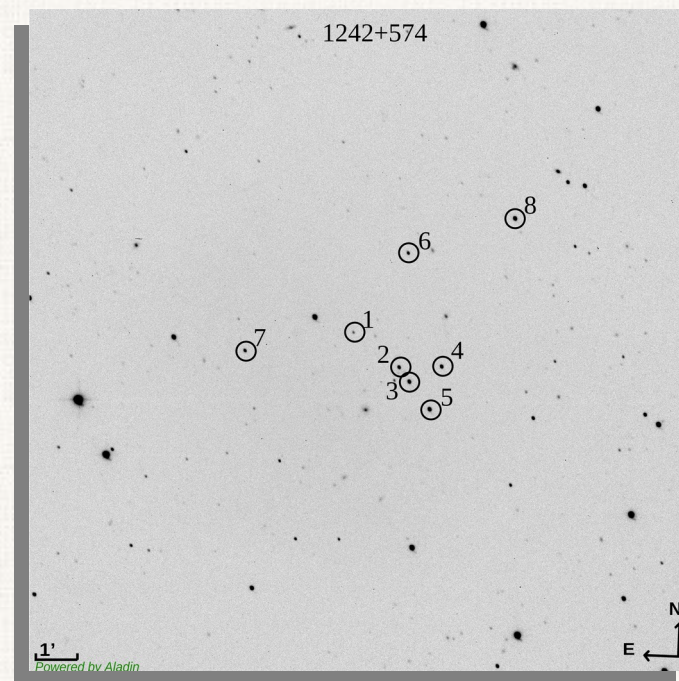
Тип: BL Lac,

1st и 3rd Fermi-LAT каталози објекта изнад 10 GeV (2013, 2015).

9Y-MST J1244+5709 - MST каталог извора у  $\gamma$ -домену

$z = 1.0$

Промена сјаја  $\sim 0.8$  mag, боје  $\sim 0.4$  mag  
ахроматско понашање



# Резултати

## 1429+249

Откривен: MIT–Green Bank 5 Ghz радио претраге неба

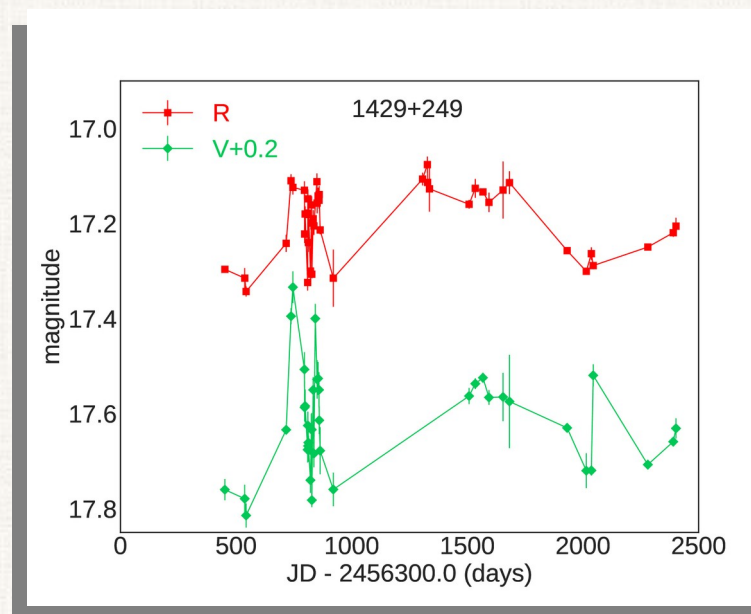
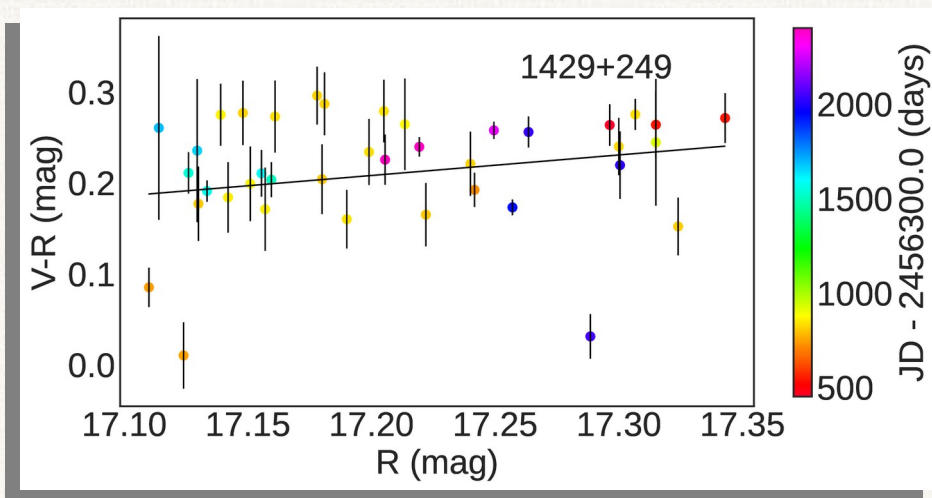
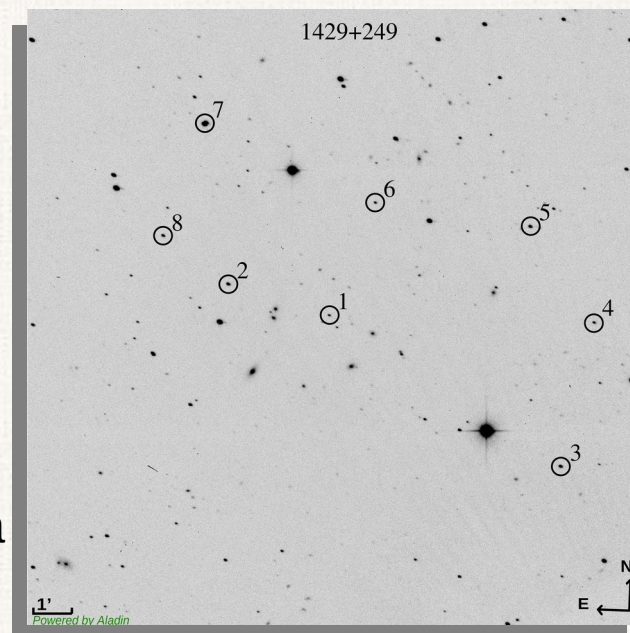
Тип: Seyfert 1

LQAC 217+024 010

1<sup>st</sup> LQAC V = 16.1 R = 17.4 mag, 2<sup>nd</sup> LQAC V = 17.7 R = 17.4 mag

z = 1.0, M<sub>i</sub> = - 24.1

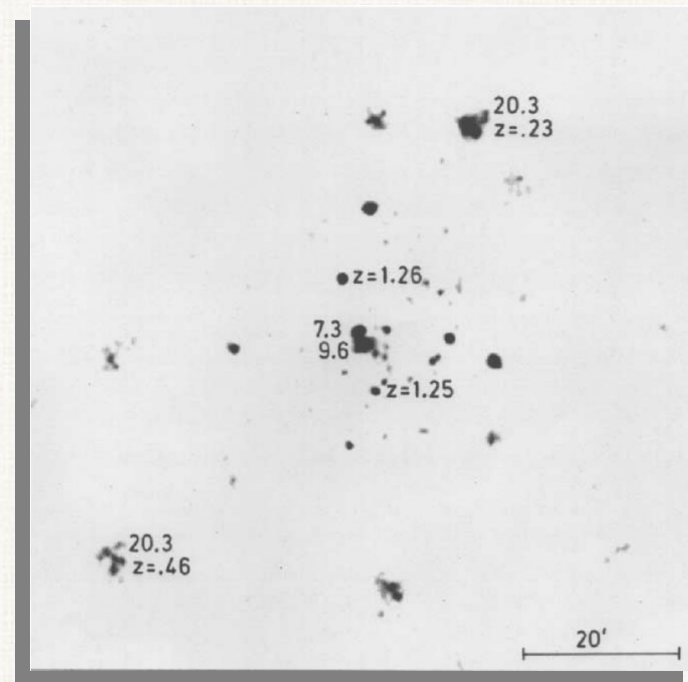
Промена сјаја ~ 0.5(V), 0.3(R) mag, боје ~ 0.3 mag  
BWB промена



# Резултати

**1535+231**

на растојању од 43.1' од галаксије Arp 220 ( $z = 0.018$ )  
са већим црвеним помаком  $z = 0.5$



Слика 6. Видно поље *Arp 220*, у X-домену, Arp et al. 2001

# Резултати

## 1535+231

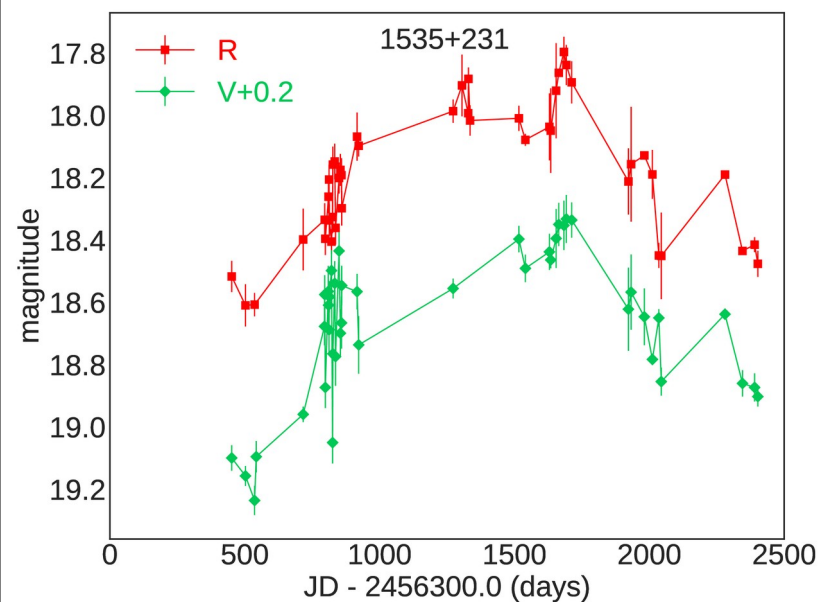
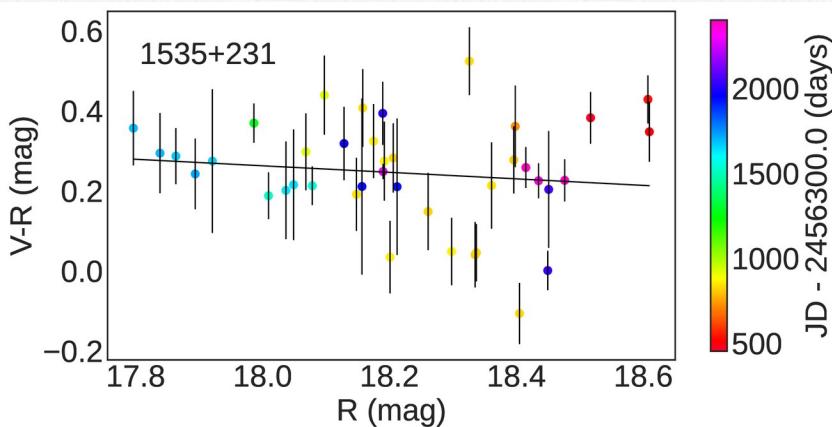
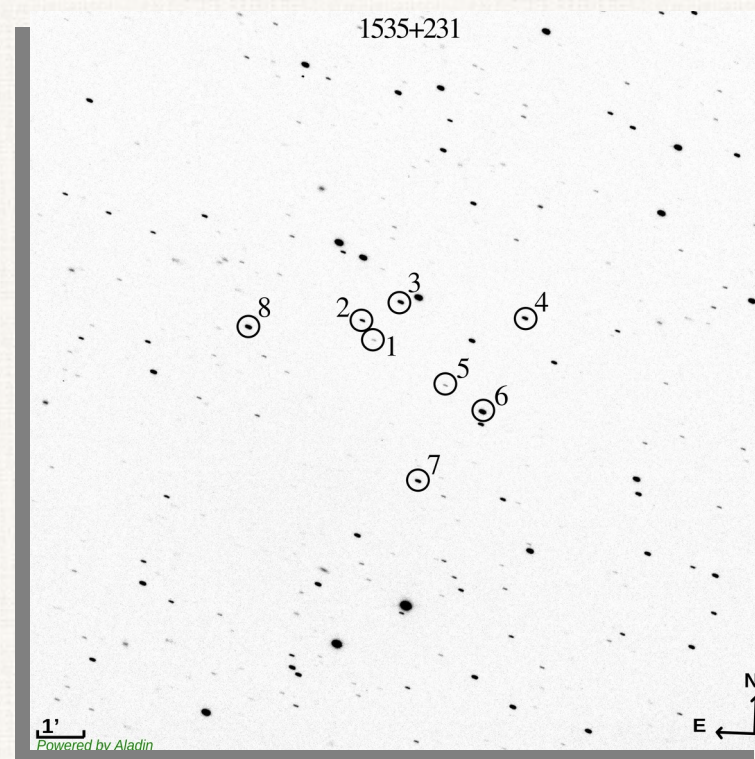
Откривен: (2001)

Тип: Seyfert 1 (2022)

$Z = 0.5$ ,  $V = 17.7$  (2001)

Промена сјаја  $\sim 0.9$  mag, боје  $\sim 0.5$  mag  
RWB склоност

P (2016. - 2019. Jovanovic 2019.)  
3.1 V, 1.7, 5.2 R филтер (у годинама)



# Резултати

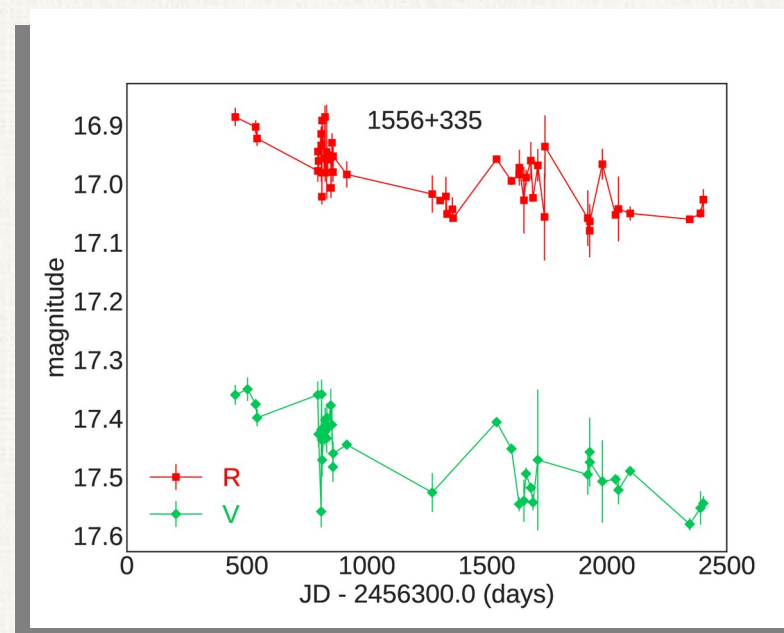
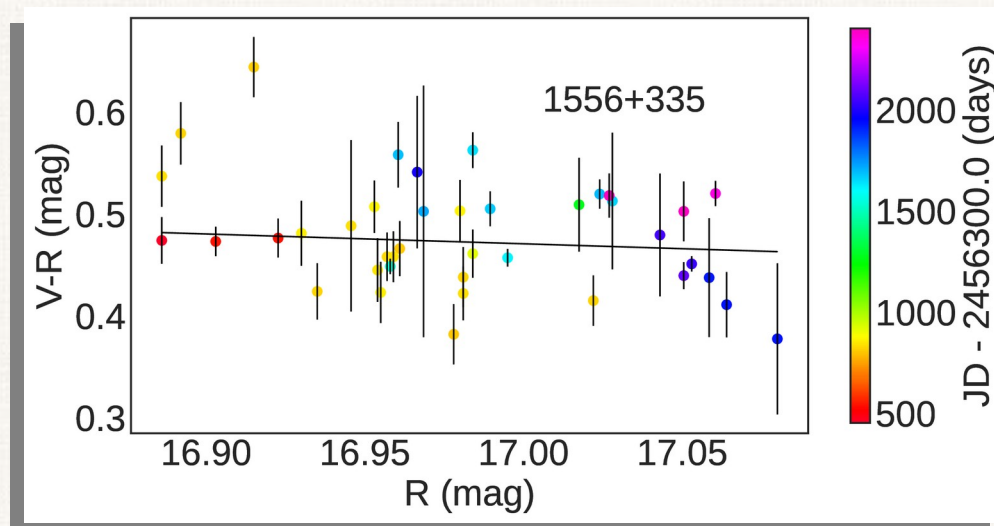
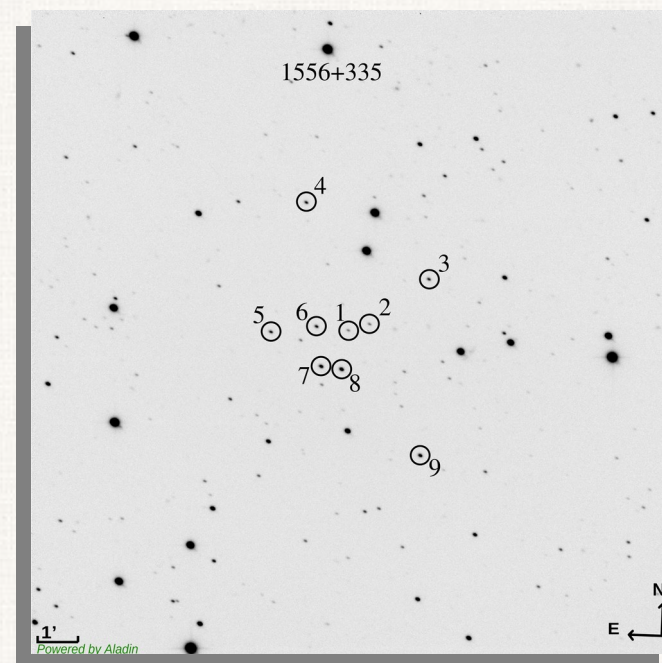
## 1556+335

Откривен: NRAO 5 GHz радио претраге неба (1971)

Тип: FSRQ (2015)

$z = 1.7$ ,  $V = 17$ ,  $R = 16.9$  mag (за 1996.523)

Промена сјаја  $\sim 0.2$  mag, ахроматско понашање



# Резултати

## 1607+604

Откривен: NRAO 4.85 GHz претраге неба (1991)

Тип: FSRQ (2015)

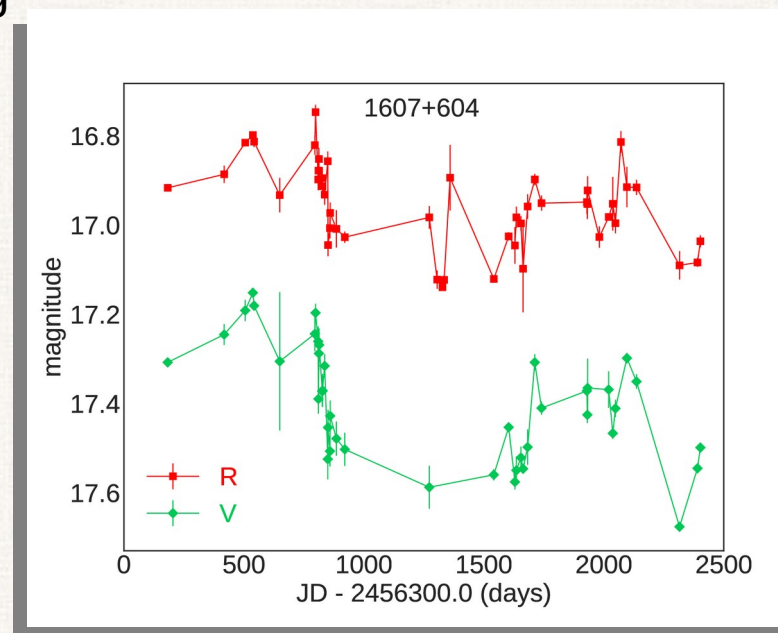
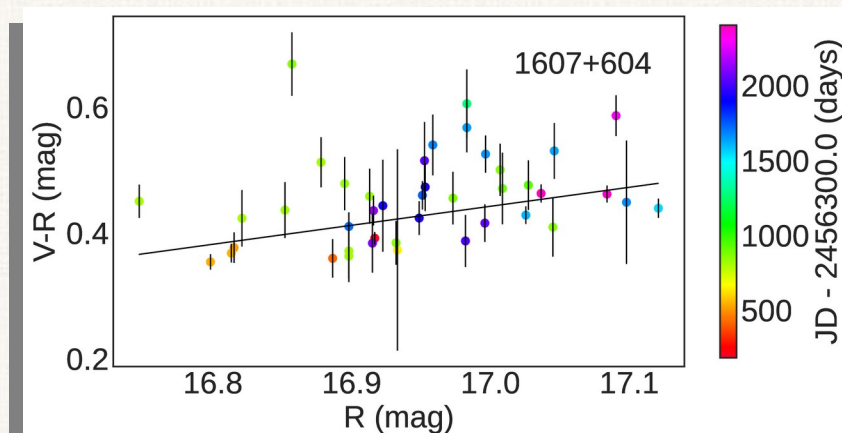
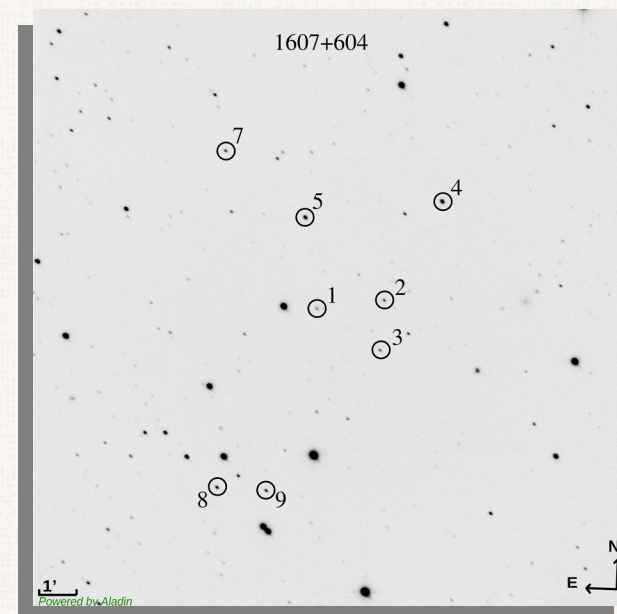
$z = 0.2$ ,  $V = 17$ ,  $R = 16.9$  mag (за 1996.523)

Промена сјаја  $\sim 0.5(V)$ ,  $0.4(R)$  mag, боје  $\sim 0.4$  mag

BWB промена

P (2016. - 2019. Jovanovic 2019.)

2.7 V, 1.3, 2.3 R филтер (у годинама)





# Резултати

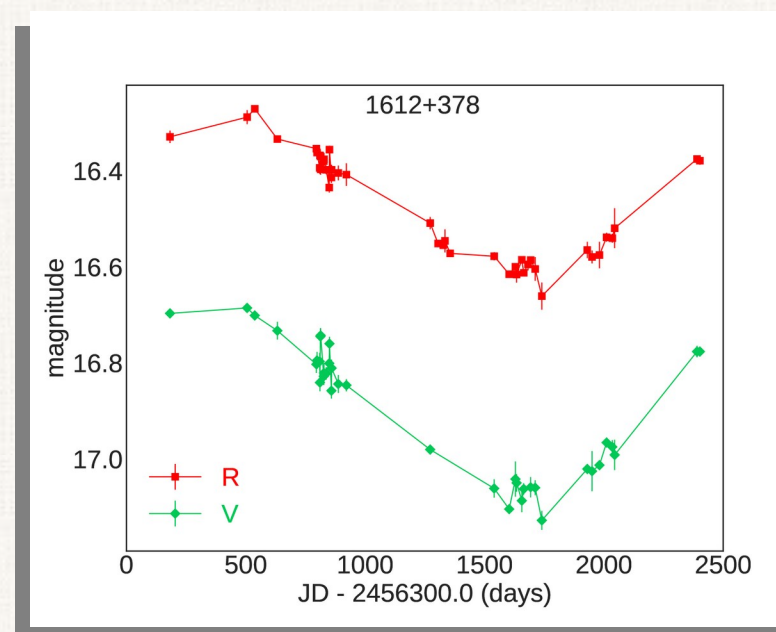
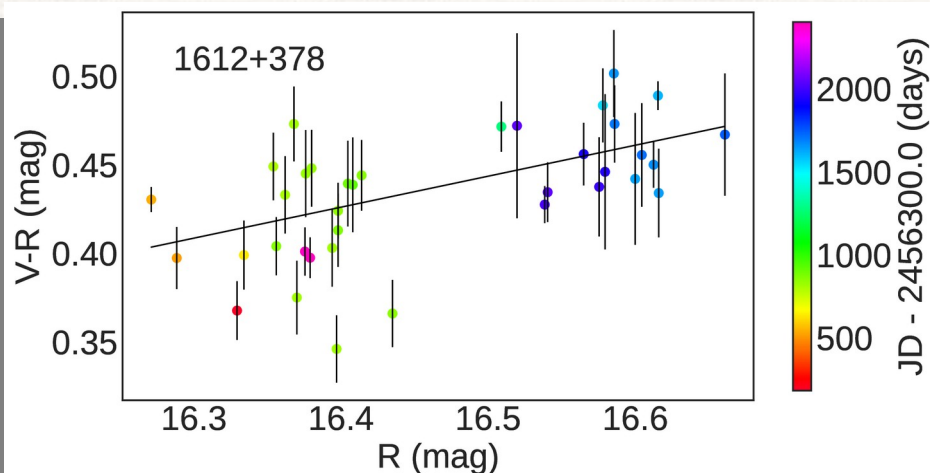
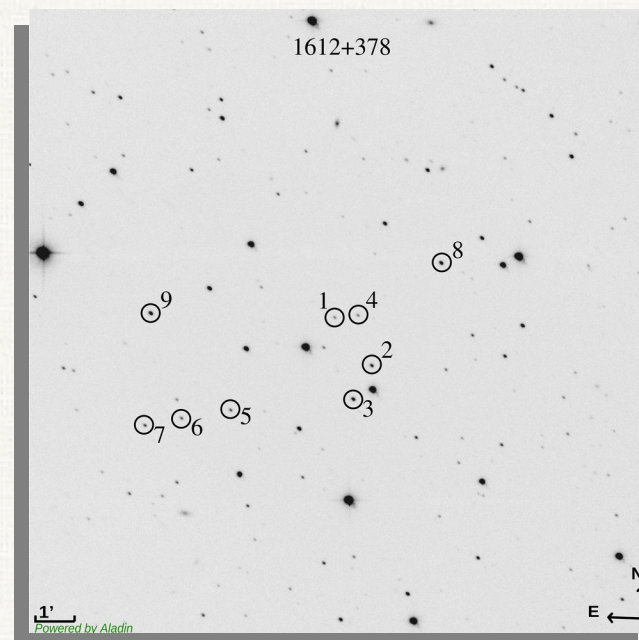
## 1612+378

Откривен: 5th edition of the Roma-BZCAT каталога  
блазара за више фреквенција

Тип: FSRQ

$z = 1.5$ ,  $M_i = -28.3$

Промена сјаја  $\sim 0.4$  mag, боје  $\sim 0.2$  mag  
BWB промена



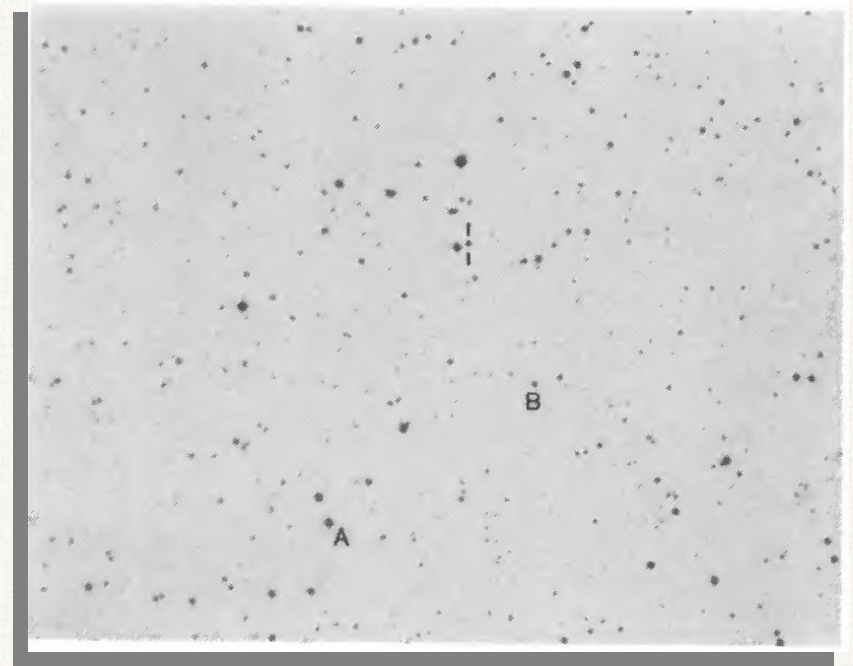
# Резултати

**1722+119**

Откривен: the fourth Uhuru catalogue of X-ray sources (1978)

Тип: BL Lac

$z = 0.3$



Слика 6. Видно поље објекта са калибрационим звездама (Smith et al. 1991.)

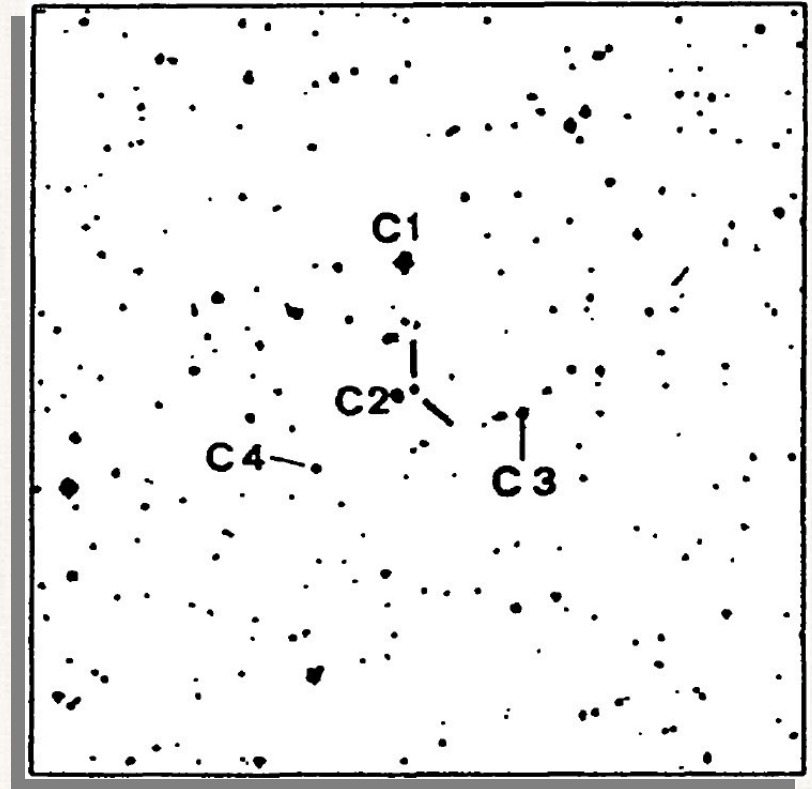
# Резултати

**1722+119**

Откритен: the fourth Uhuru catalogue of X-ray sources (1978)

Тип: BL Lac

$z = 0.3$



Слика 7. Видно поље са калибрационим звездама (Fiorucci & Tosti 1996.)

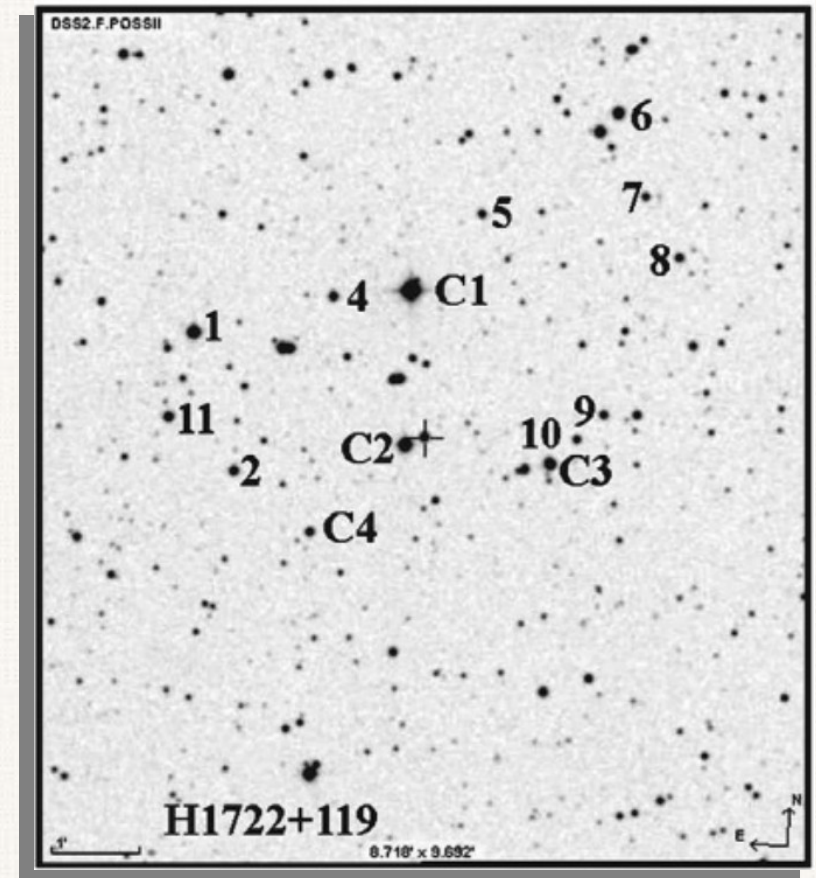
# Резултати

**1722+119**

Откритен: the fourth Uhuru catalogue of X-ray sources (1978)

Тип: BL Lac

$z = 0.3$



Слика 8. Видно поље са калибрационим звездама (Doroshenko et al. 2014.)

# Резултати

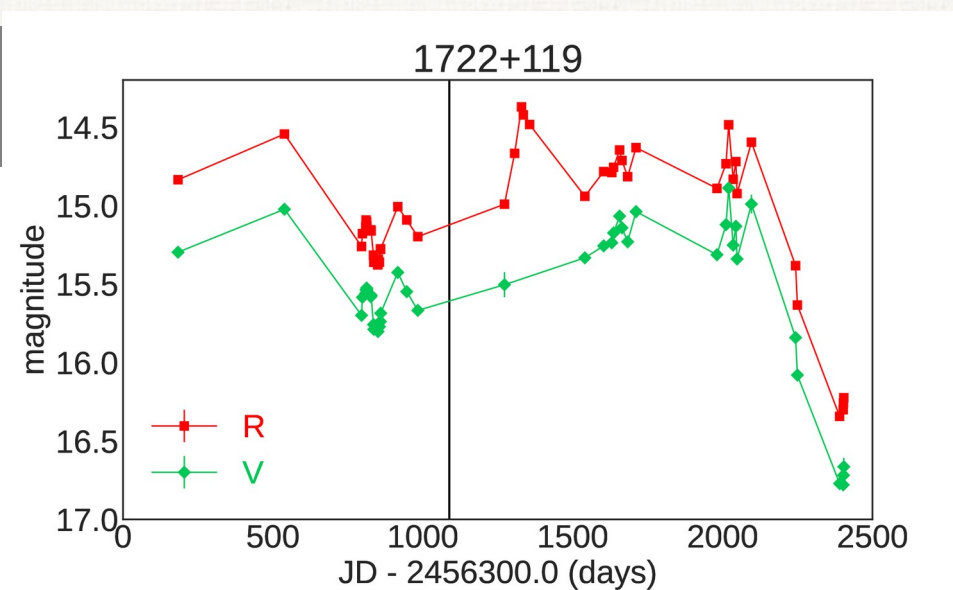
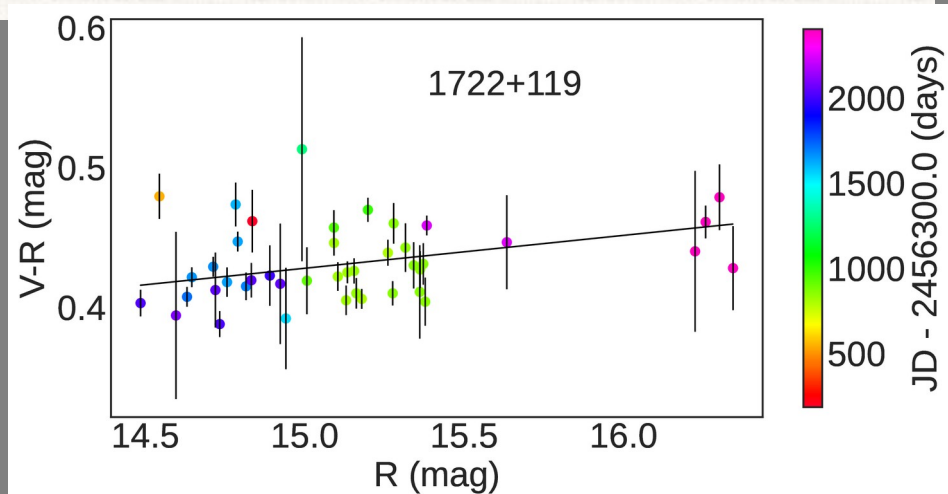
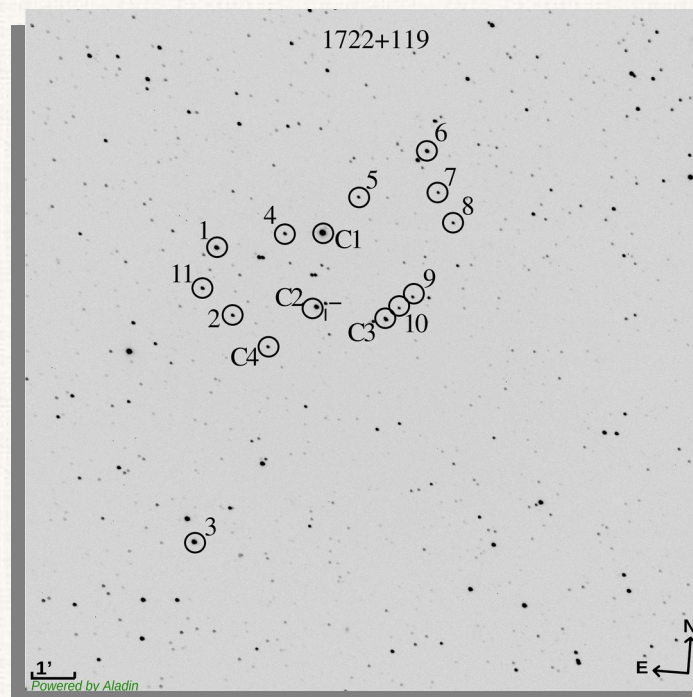
## 1722+119

Откривен: the fourth Uhuru catalogue of X-ray sources (1978)

Тип: BL Lac

$z = 0.3$

Промена сјаја  $\sim 2$  mag, боје  $\sim 0.2$  mag,  
BWB промена



# Резултати

**1722+119**

Откривен: the fourth Uhuru catalogue of X-ray sources (1978)

Тип: BL Lac

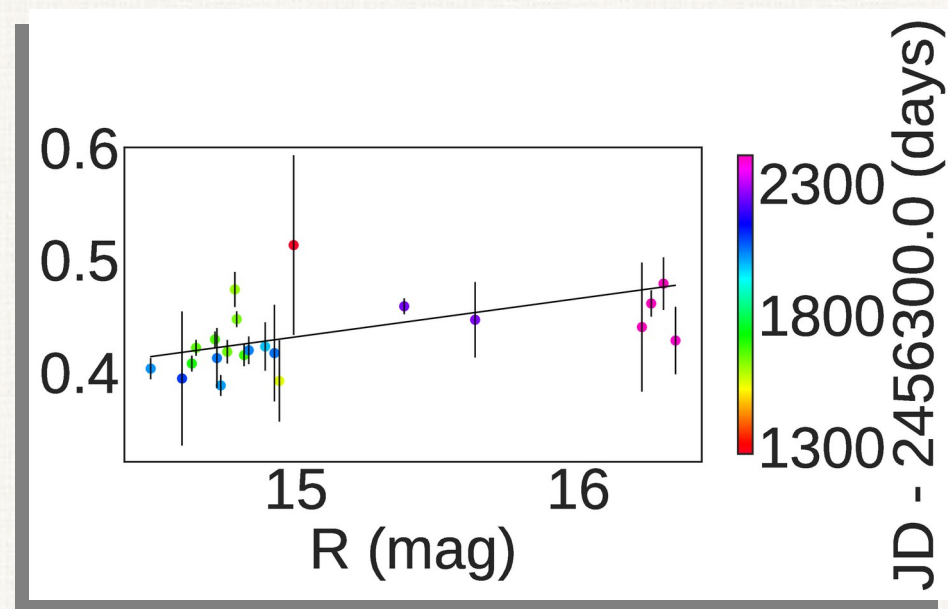
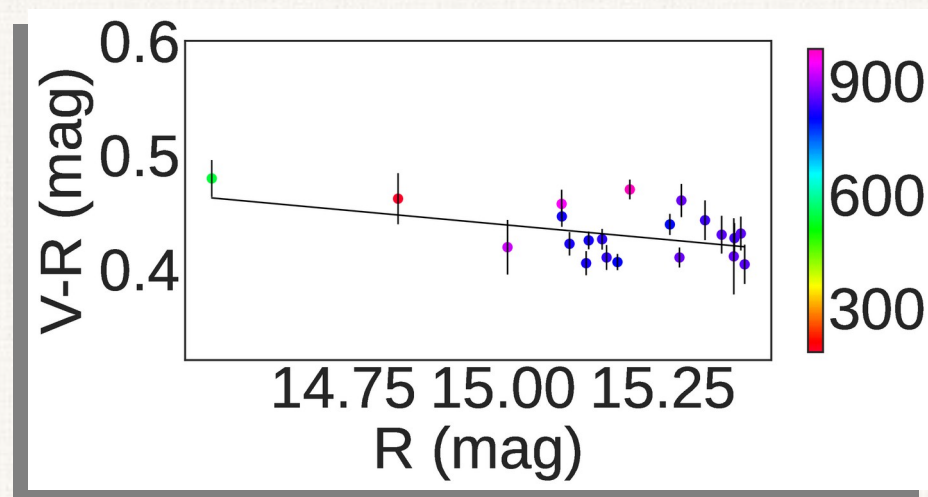
$Z = 0.3$

Промена сјаја  $\sim 2$  mag, боје  $\sim 0.2$  mag,

RWB прве три године, а BWB промена касније

P (2016. - 2019. Jovanovic 2019.)

1.3, 2.7 V, 1.3, 5.3 R филтер (у годинама)



# Резултати

**1741+597**

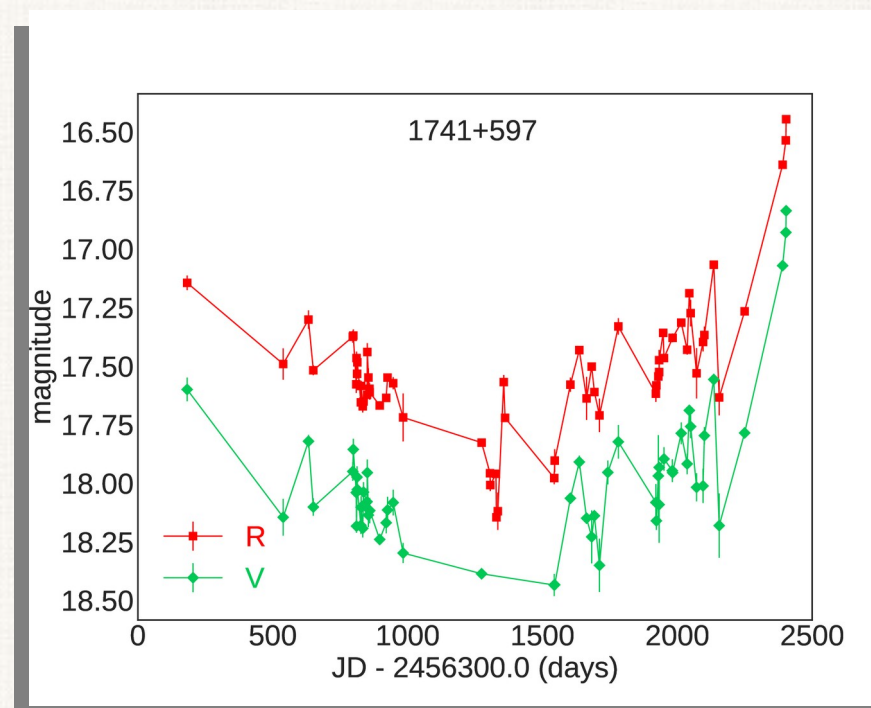
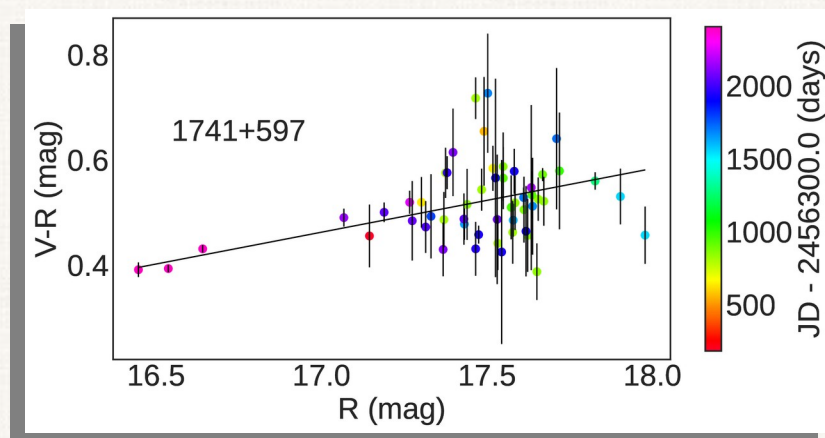
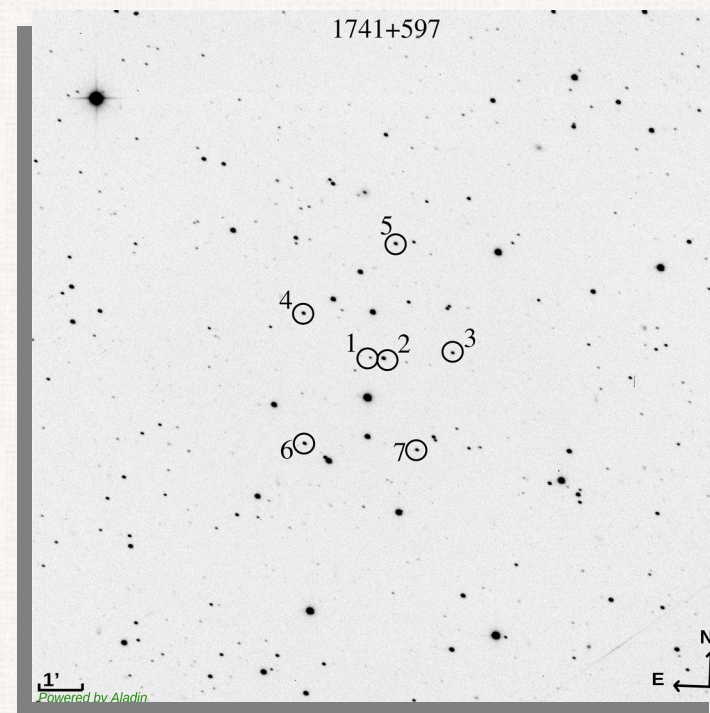
Откривен: 1991

Тип: BL Lac

$z = 0.4$

Промена сјаја  $\sim 1.6$  mag, боје  $\sim 0.3$  mag  
BWB промена

P (2016. - 2019. Jovanovic 2019.)  
6.5 V, 1.3, 4.0 R филтер (у годинама)



# Закључак

- Већина звезда погодне за диференцијалну фотометрију (1 звезда је променљива)
- Најмања промена 1556+335 ~ 0.2 магнитуде
- Највећа промена 1722+119 и 1741+597 ~ 2 магнитуде
- Нису променљиви 1429+249 и 1556+335
- BWB промена: 4 BL Lacs, 2 FSRQs и BL Lac/FSRQ
- RWB промена: BL Lac и BL Lac/FSRQ
- 1722+119 RWB (прве три године) BWB (последње три)
- Наставити са посматрањем



# References

- Bourda G., et al., 2010, A&A, 520, 113
- Bourda G., et al., 2011, A&A, 526, 102
- Chonis T. S., Gaskell C. M., 2008, AJ, 135, 264
- de Witt, A. et al., 2022, Universe 2022, 8, 374
- Doroshenko V. T., et al., 2014, Astrophysics, 57, 176
- Djurović, D.: 1979, Matematička obrada astronomskih posmatranja, University of Belgrade (in Serbian).
- Hald A., 1952, Statistical theory with engineering applications. Wiley, New York–London
- Jovanović M. D., 2019, Serbian Astronomical Journal, 199, 55
- Jovanović M. D., et al., 2023, MNRAS, 522, 767-791
- Malkin Z. M., 2013, Astron. Rep., 57, 128
- Perryman, M., 2012, The history of astrometry. EPJ H 37, 745–792
- Popović, L. Č., et al: 2012, Astron. Astrophys., 538, A107.
- Razali N. M., et al., 2011, J. Stat. Model. Anal., 2, 21
- Spano M., et al., 2011, A&A, 536, 60
- Taris, F., et al.: 2011, Astron. Astrophys., 526, A25
- van Dokkum P. G., 2001, PASP, 113, 1420

# Хвала на пажњи!

- Bourda G., et al., 2010, A&A, 520, 113
- Bourda G., et al., 2011, A&A, 526, 102
- Chonis T. S., Gaskell C. M., 2008, AJ, 135, 264
- de Witt, A. et al., 2022, Universe 2022, 8, 374
- Doroshenko V. T., et al., 2014, Astrophysics, 57, 176
- Djurović, D.: 1979, Matematička obrada astronomskih posmatranja, University of Belgrade (in Serbian).
- Hald A., 1952, Statistical theory with engineering applications. Wiley, New York–London
- Jovanović M. D., 2019, Serbian Astronomical Journal, 199, 55
- Jovanović M. D., et al., 2023, MNRAS, 522, 767-791
- Malkin Z. M., 2013, Astron. Rep., 57, 128
- Perryman, M., 2012, The history of astrometry. EPJ H 37, 745–792
- Popović, L. Č., et al: 2012, Astron. Astrophys., 538, A107.
- Razali N. M., et al., 2011, J. Stat. Model. Anal., 2, 21
- Spano M., et al., 2011, A&A, 536, 60
- Taris, F., et al.: 2011, Astron. Astrophys., 526, A25
- van Dokkum P. G., 2001, PASP, 113, 1420