

Eruptivní hvězdy – 2015 - 2021



Souhrnné informace z výsledků pozorování eruptivních hvězd

Fotometrie - typy světelných křivek

- frekvence erupcí – porovnání dat s družicí TESS
- četnost erupcí
- energie erupcí
- barevná fotometrie erupcí – Planckova křivka
- trojhvězdy v systému

Spektroskopie - průběh erupce ve vodíkových čarách

- deformace spektrálních čar

Mechanismus vzniku erupcí – model dvojhvězdy



Flare radiative fluxes in the soft X-ray band
Superflare 1.8

Figure 1. The soft X-ray light curves of the superflare on 2011 March 24. The top panel shows the observed light curve in the 0.1-0.3 keV band. The bottom panel shows the light curve in the 0.3-0.5 keV band. The light curves show a rapid rise to a peak followed by a gradual decay. The peak fluxes are 1.8 and 1.5 W m⁻² sr⁻¹ for the 0.1-0.3 keV and 0.3-0.5 keV bands, respectively.

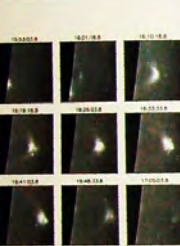
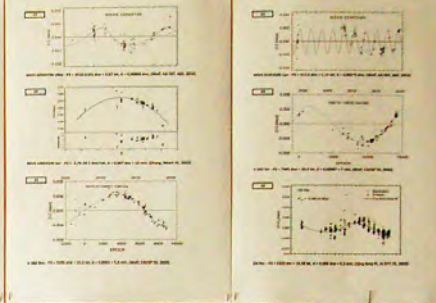
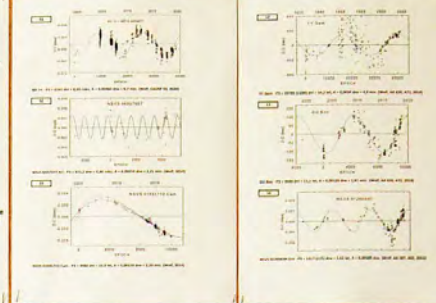
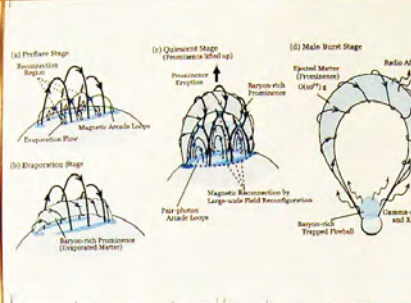
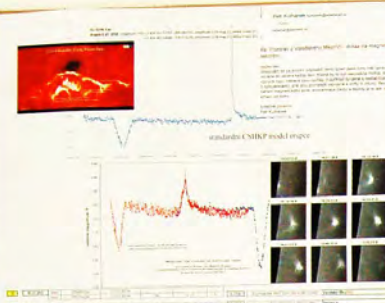
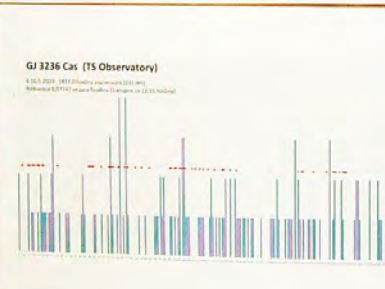


Figure 2. The soft X-ray light curves of the superflare on 2011 March 24. The top panel shows the observed light curve in the 0.1-0.3 keV band. The bottom panel shows the light curve in the 0.3-0.5 keV band. The light curves show a rapid rise to a peak followed by a gradual decay. The peak fluxes are 1.8 and 1.5 W m⁻² sr⁻¹ for the 0.1-0.3 keV and 0.3-0.5 keV bands, respectively.

Time (UT)	0.1-0.3 keV (W m ⁻² sr ⁻¹)	0.3-0.5 keV (W m ⁻² sr ⁻¹)
15:00:00	0.0	0.0
15:05:00	0.0	0.0
15:10:00	0.0	0.0
15:15:00	0.0	0.0
15:20:00	0.0	0.0
15:25:00	0.0	0.0
15:30:00	0.0	0.0
15:35:00	0.0	0.0
15:40:00	0.0	0.0
15:45:00	0.0	0.0
15:50:00	0.0	0.0
15:55:00	0.0	0.0
16:00:00	0.0	0.0
16:05:00	0.0	0.0
16:10:00	0.0	0.0
16:15:00	0.0	0.0
16:20:00	0.0	0.0
16:25:00	0.0	0.0
16:30:00	0.0	0.0
16:35:00	0.0	0.0
16:40:00	0.0	0.0
16:45:00	0.0	0.0
16:50:00	0.0	0.0
16:55:00	0.0	0.0
17:00:00	0.0	0.0

Time (UT)	0.1-0.3 keV (W m ⁻² sr ⁻¹)	0.3-0.5 keV (W m ⁻² sr ⁻¹)
17:05:00	0.0	0.0
17:10:00	0.0	0.0
17:15:00	0.0	0.0
17:20:00	0.0	0.0
17:25:00	0.0	0.0
17:30:00	0.0	0.0
17:35:00	0.0	0.0
17:40:00	0.0	0.0
17:45:00	0.0	0.0
17:50:00	0.0	0.0
17:55:00	0.0	0.0
18:00:00	0.0	0.0
18:05:00	0.0	0.0
18:10:00	0.0	0.0
18:15:00	0.0	0.0
18:20:00	0.0	0.0
18:25:00	0.0	0.0
18:30:00	0.0	0.0
18:35:00	0.0	0.0
18:40:00	0.0	0.0
18:45:00	0.0	0.0
18:50:00	0.0	0.0
18:55:00	0.0	0.0
19:00:00	0.0	0.0

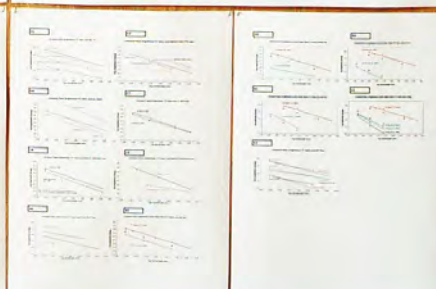
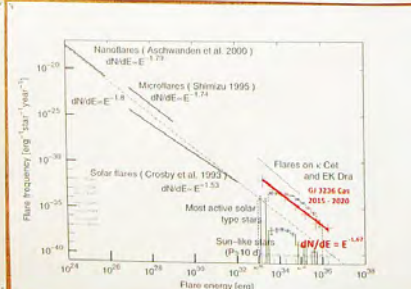
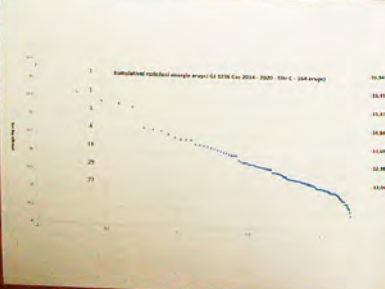
Time (UT)	0.1-0.3 keV (W m ⁻² sr ⁻¹)	0.3-0.5 keV (W m ⁻² sr ⁻¹)
19:05:00	0.0	0.0
19:10:00	0.0	0.0
19:15:00	0.0	0.0
19:20:00	0.0	0.0
19:25:00	0.0	0.0
19:30:00	0.0	0.0
19:35:00	0.0	0.0
19:40:00	0.0	0.0
19:45:00	0.0	0.0
19:50:00	0.0	0.0
19:55:00	0.0	0.0
20:00:00	0.0	0.0
20:05:00	0.0	0.0
20:10:00	0.0	0.0
20:15:00	0.0	0.0
20:20:00	0.0	0.0
20:25:00	0.0	0.0
20:30:00	0.0	0.0
20:35:00	0.0	0.0
20:40:00	0.0	0.0
20:45:00	0.0	0.0
20:50:00	0.0	0.0
20:55:00	0.0	0.0
21:00:00	0.0	0.0



Time (UT)	0.1-0.3 keV (W m ⁻² sr ⁻¹)	0.3-0.5 keV (W m ⁻² sr ⁻¹)
21:05:00	0.0	0.0
21:10:00	0.0	0.0
21:15:00	0.0	0.0
21:20:00	0.0	0.0
21:25:00	0.0	0.0
21:30:00	0.0	0.0
21:35:00	0.0	0.0
21:40:00	0.0	0.0
21:45:00	0.0	0.0
21:50:00	0.0	0.0
21:55:00	0.0	0.0
22:00:00	0.0	0.0
22:05:00	0.0	0.0
22:10:00	0.0	0.0
22:15:00	0.0	0.0
22:20:00	0.0	0.0
22:25:00	0.0	0.0
22:30:00	0.0	0.0
22:35:00	0.0	0.0
22:40:00	0.0	0.0
22:45:00	0.0	0.0
22:50:00	0.0	0.0
22:55:00	0.0	0.0
23:00:00	0.0	0.0

Time (UT)	0.1-0.3 keV (W m ⁻² sr ⁻¹)	0.3-0.5 keV (W m ⁻² sr ⁻¹)
23:05:00	0.0	0.0
23:10:00	0.0	0.0
23:15:00	0.0	0.0
23:20:00	0.0	0.0
23:25:00	0.0	0.0
23:30:00	0.0	0.0
23:35:00	0.0	0.0
23:40:00	0.0	0.0
23:45:00	0.0	0.0
23:50:00	0.0	0.0
23:55:00	0.0	0.0
00:00:00	0.0	0.0
00:05:00	0.0	0.0
00:10:00	0.0	0.0
00:15:00	0.0	0.0
00:20:00	0.0	0.0
00:25:00	0.0	0.0
00:30:00	0.0	0.0
00:35:00	0.0	0.0
00:40:00	0.0	0.0
00:45:00	0.0	0.0
00:50:00	0.0	0.0
00:55:00	0.0	0.0
01:00:00	0.0	0.0

Time (UT)	0.1-0.3 keV (W m ⁻² sr ⁻¹)	0.3-0.5 keV (W m ⁻² sr ⁻¹)
01:05:00	0.0	0.0
01:10:00	0.0	0.0
01:15:00	0.0	0.0
01:20:00	0.0	0.0
01:25:00	0.0	0.0
01:30:00	0.0	0.0
01:35:00	0.0	0.0
01:40:00	0.0	0.0
01:45:00	0.0	0.0
01:50:00	0.0	0.0
01:55:00	0.0	0.0
02:00:00	0.0	0.0
02:05:00	0.0	0.0
02:10:00	0.0	0.0
02:15:00	0.0	0.0
02:20:00	0.0	0.0
02:25:00	0.0	0.0
02:30:00	0.0	0.0
02:35:00	0.0	0.0
02:40:00	0.0	0.0
02:45:00	0.0	0.0
02:50:00	0.0	0.0
02:55:00	0.0	0.0
03:00:00	0.0	0.0

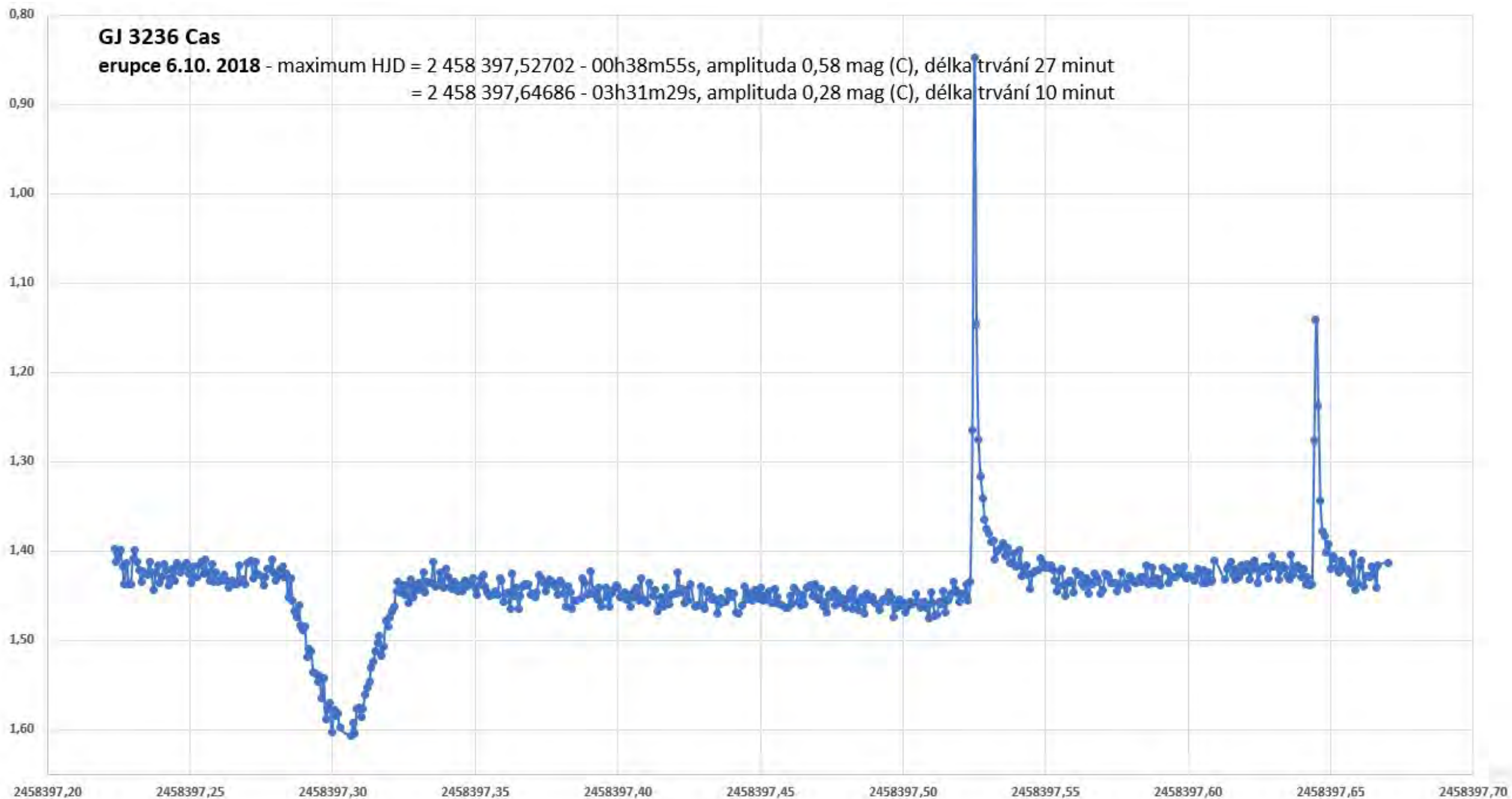


Time (UT)	0.1-0.3 keV (W m ⁻² sr ⁻¹)	0.3-0.5 keV (W m ⁻² sr ⁻¹)
03:05:00	0.0	0.0
03:10:00	0.0	0.0
03:15:00	0.0	0.0
03:20:00	0.0	0.0
03:25:00	0.0	0.0
03:30:00	0.0	0.0
03:35:00	0.0	0.0
03:40:00	0.0	0.0
03:45:00	0.0	0.0
03:50:00	0.0	0.0
03:55:00	0.0	0.0
04:00:00	0.0	0.0
04:05:00	0.0	0.0
04:10:00	0.0	0.0
04:15:00	0.0	0.0
04:20:00	0.0	0.0
04:25:00	0.0	0.0
04:30:00	0.0	0.0
04:35:00	0.0	0.0
04:40:00	0.0	0.0
04:45:00	0.0	0.0
04:50:00	0.0	0.0
04:55:00	0.0	0.0
05:00:00	0.0	0.0

Typy světelných křivek

GJ 3236 Cas

erupce 6.10. 2018 - maximum HJD = 2 458 397,52702 - 00h38m55s, amplituda 0,58 mag (C), délka trvání 27 minut
= 2 458 397,64686 - 03h31m29s, amplituda 0,28 mag (C), délka trvání 10 minut

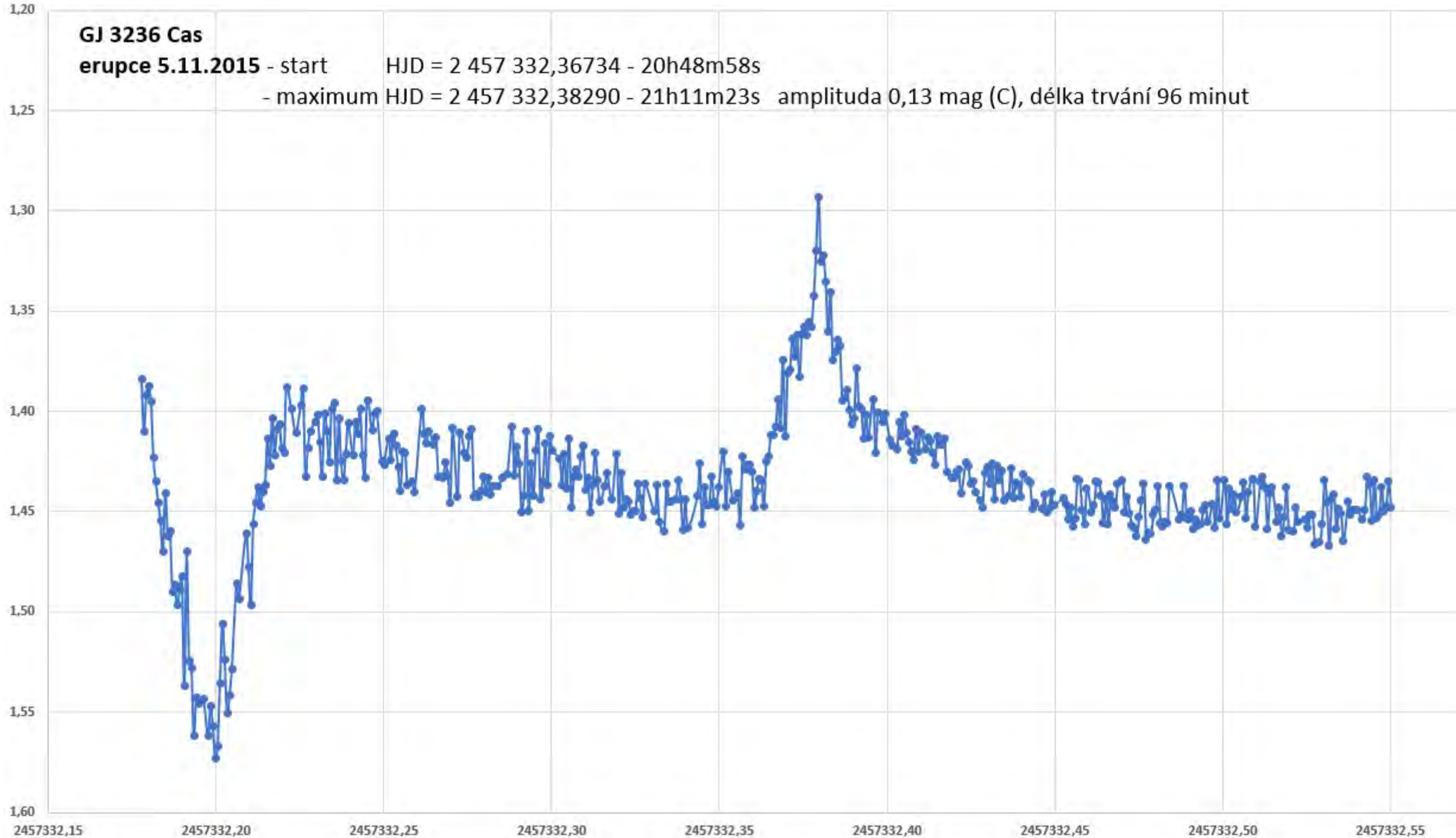


GJ 3236 Cas

erupce 5.11.2015 - start

HJD = 2 457 332,36734 - 20h48m58s

- maximum HJD = 2 457 332,38290 - 21h11m23s amplituda 0,13 mag (C), délka trvání 96 minut



Frekvence erupcí

	hvězda	pozorovací čas (hodin)	celkem erupcí	frekvence erupcí (er/hod.)	1 erupce za (hodin)	
01	BX Tri	216,060	3	0,013880	72,04	vlastní pozorování - 16.12.2013 - 18.12.2019 (43 noci)
		554,616	2	0,003600	277,31	družice TESS - 03.11.2019 - 27.11.2019
02	NSVS 6507557 Ari	559,632	3	0,005300	186,50	družice TESS - 08.10.2019 - 02.11.2019
03	NSVS 01031772 Cam	657,310	14	0,021290	46,95	vlastní pozorování - 08.07.2013 - 12.08.2020 (134 noci)
		2424,912	45	0,018557	53,88	družice TESS 18.07.2019 - 04.07.2020
04	GJ 3236	1466,710	102	0,069540	14,38	vlastní pozorování - 12.03.2014 - 25.11.2019 (222 noci)
		1833,000	142	0,077470	12,91	František Bílek - 27.12.2015 - 10.5. 2020
		1156,512	76	0,065710	15,21	družice TESS - 28.11.2019 - 09.06.2020
05	CU Cnc	1221,000	511	0,418500	2,39	družice Kepler 2 - 12.05.2018 - 02.07.2018
				0,050000	20,00	Qian, MNRAS 423, 2012
		19,460	3	0,154100	6,48	fotometrická skupina ŠH - Jakimčík, Waltr - 22.3. - 5.5.2020 (7 noci)
07	V 405 And	554,520	13	0,023400	42,65	družice TESS - 03.11.2019 - 27.11.2019
08	CM Dra	3901,288	125	0,032040	31,21	družice TESS - 12.09.2019 - 04.07.2020
12	YY Gem	631,762	0	0,000000	0,00	družice TESS - 25.12.2019 - 20.01.2020
		45,200	12	0,265400	3,76	T.J. Moffet, AJ 168, 1971
13	GU Boo	81,860	1	0,012200	81,86	pozorování Ondřejov NYX - 24.03.2006 - 04.09.2018
		613,344	6	0,009780	102,22	družice TESS - 16.04.2020 - 13.05.2020
16	NSVS 01286630 Dra	269,300	1	0,003700	269,30	vlastní pozorování - 08.05.2014 - 17.02.2019 (48 dní)
17	NSVS 02502726 UMa	593,856	3	0,005050	197,95	družice TESS - 25.12.2019 - 20.01.2020
18	NSVS 07394765 Cnc	25,200	2	0,079365	12,60	pozorování literatura - Cakirli, arxiv 1301.0423, 2013 - 01.02.2009 - 30.03.2009
21	V 380 Dra	6749,915	14	0,002074	482,14	družice TESS - 18.07.2019 - 04.17.2020
22	NSVS 07453183 Lyn	26,600	1	0,037000	26,60	pozorování literatura - Zhang, MNRAS 442, 2014 - 22.03.2011 - 09.12.2011
		170,566	1	0,005860	170,57	vlastní pozorování - 09.03.2014 - 08.12.2020 (34 noci)
24	TYC 5112-252 Ser	100,830	1	0,009900	101,01	vlastní pozorování - 24.06.2017 - 18.07.2019 (26 dní) - objev Ladislav Červinka
25	4UC - 516-117958 Aql	159,740	2	0,012500	80,02	Pavel Cagaš - 16.10.2011 - 21.07.2017
26	4UC - 739-074216 Cep	49,370	1	0,202000	49,37	Pavel Cagaš - 21.09.2015 - 02.11.2015
27	USNO A2.0 1200-03816125 Aur	292,900	1	0,003400	292,90	Pavel Cagaš - 10.02.2015 - 02.04.2017
28	4UC - 520-118485 Aql	117,200	1	0,008500	117,20	Pavel Cagaš - 09.11.2012 - 21.07.2017
29	4UC - 537-124442 Sge	83,700	1	0,011900	83,70	Pavel Cagaš - 23.08.2017 - 15.07.2018
30	4UC - 531-126736 Sge	83,700	1	0,011900	83,70	Pavel Cagaš - 23.08.2017 - 15.07.2018
31	4UC - 682-068214 Cyg	6624,000	254	0,038400	26,04	KIC 9650048 - družice Kepler 07.07.2012 - 05.10.2013 - pozorování erupce Dienstbier - 21.08.2018
32	4UC - 796-009676 Cas	406,230	2	0,004920	203,25	vlastní pozorování - 27.09.2018 - 25.11.2019 (46 noci)
		1833,000	10	0,005450	183,30	František Bílek - 27.12.2015 - 10.5. 2020 (231 noci) - objev F. Bílek 09.09.2018
33	4UC - 842-009040 Cam	195,610	2	0,010220	97,84	vlastní pozorování - 04.10.2018 - 26.10.2019 - objev Stanislav Daniš - 30.9.2018
34	AD Leo	56,110	12	0,213800	4,67	kampaň 15.04.- 22.04. 2019
35	WX UMa					
36	4UC UCAC4 - 761-071620 Cas					objev Zbyněk Henzl 10.07.2019

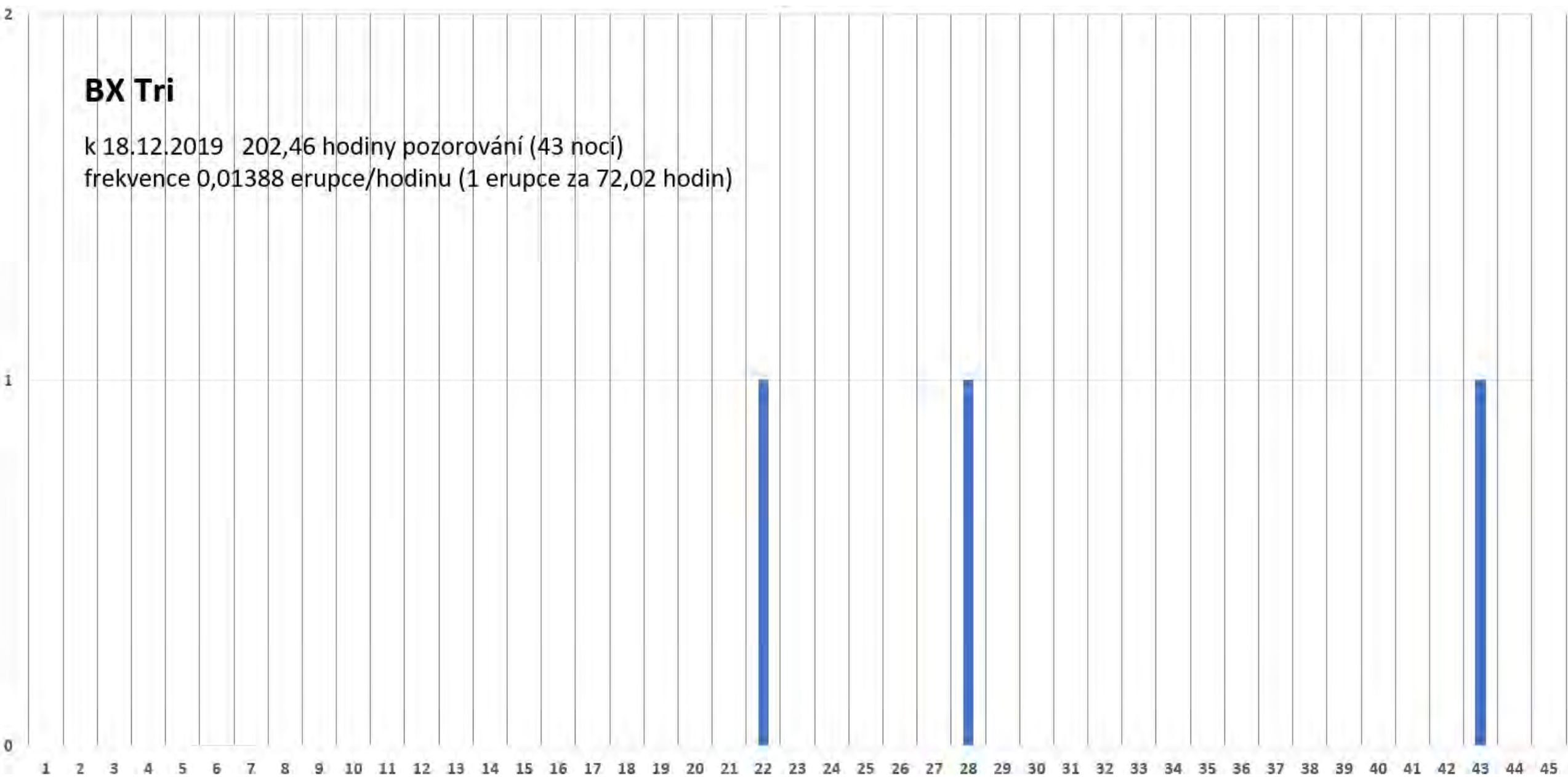
Pozorování eruptivních hvězd družicí TESS				
pořadové číslo	jméno hvězdy	začátek intervalu	konec intervalu	pořadové číslo série
01	BX Tri	02.11.2019	27.11.2019	
02	NSVS 6507557 Ari	07.10.2019 20.08.2021	02.11.2019 12.10.2021	S42 - S43
03	NSVS 01031772 Cam	24.06.2021 30.12.2021 13.06.2022	20.08.2021 26.02.2022 09.07.2022	S40 - S41 S47 - S48 S53
04	GJ 3236	18.05.2022	13.06.2022	S52
08	CM Dra	26.02.2022	13.06.2022	S49 - S52
12	YY Gem	24.12.2019 12.10.2021 30.12.2021	21.01.2020 02.12.2021 18.01.2022	S44 - S45 S47
13	GU Boo	26.03.2022	18.05.2022	S50 - S51
14	V 989 Mon	07.01.2019 17.12.2020	02.02.2019 13.01.2021	S7 S33
16	NSVS 01286630 Dra	18.07.2019 07.10.2019 24.12.2019 18.03.2020 24.06.2021 30.12.2021 26.03.2022	15.08.2019 27.11.2019 18.02.2020 04.07.2020 20.08.2021 26.02.2022 01.09.2022	S14 S17 - S18 S20 - S21 S23 - S26 S40 - S41 S47 - S48 S50 - S55
17	NSVS 02502726 UMa	30.12.2021	28.01.2022	S47

18	NSVS 07394765 Cnc	12.10.2021	30.12.2021	S44 - S46
19	NSVS 10653195 Ser	22.04.2022	18.05.2022	S51
21	V 380 Dra	24.06.2021 28.01.2022	20.08.2021 01.09.2022	S40 - S41 S48 - S55
22	NSVS 07453183 Lyn	21.01.2020 28.01.2022	18.02.2020 26.02.2022	S21 S48
23	NSVS 10441882 Vir	18.03.2020 26.03.2022	16.04.2020 22.04.2022	S23 S50
Pozorování eruptivních hvězd družicí TESS				
34	AD Leo	06.11.2021 28.01.2022	30.12.2021 26.02.2022	S45 - S46 S48
35	WX UMa	21.01.2020 28.01.2022	18.02.2020 26.02.2022	S21 S48
39	ER Vul	15.08.2019 23.07.2021 05.08.2022	11.09.2019 20.08.2021 01.09.2022	S15 S41 S55
40	UX Ari	02.11.2019 20.08.2021	27.11.2019 06.11.2021	S18 S42 - S44
41	AR Psc	20.08.2021	12.10.2021	S42 - S43
42	DV Psc	20.08.2021	12.10.2021	S42 - S43

Četnost erupcí

BX Tri

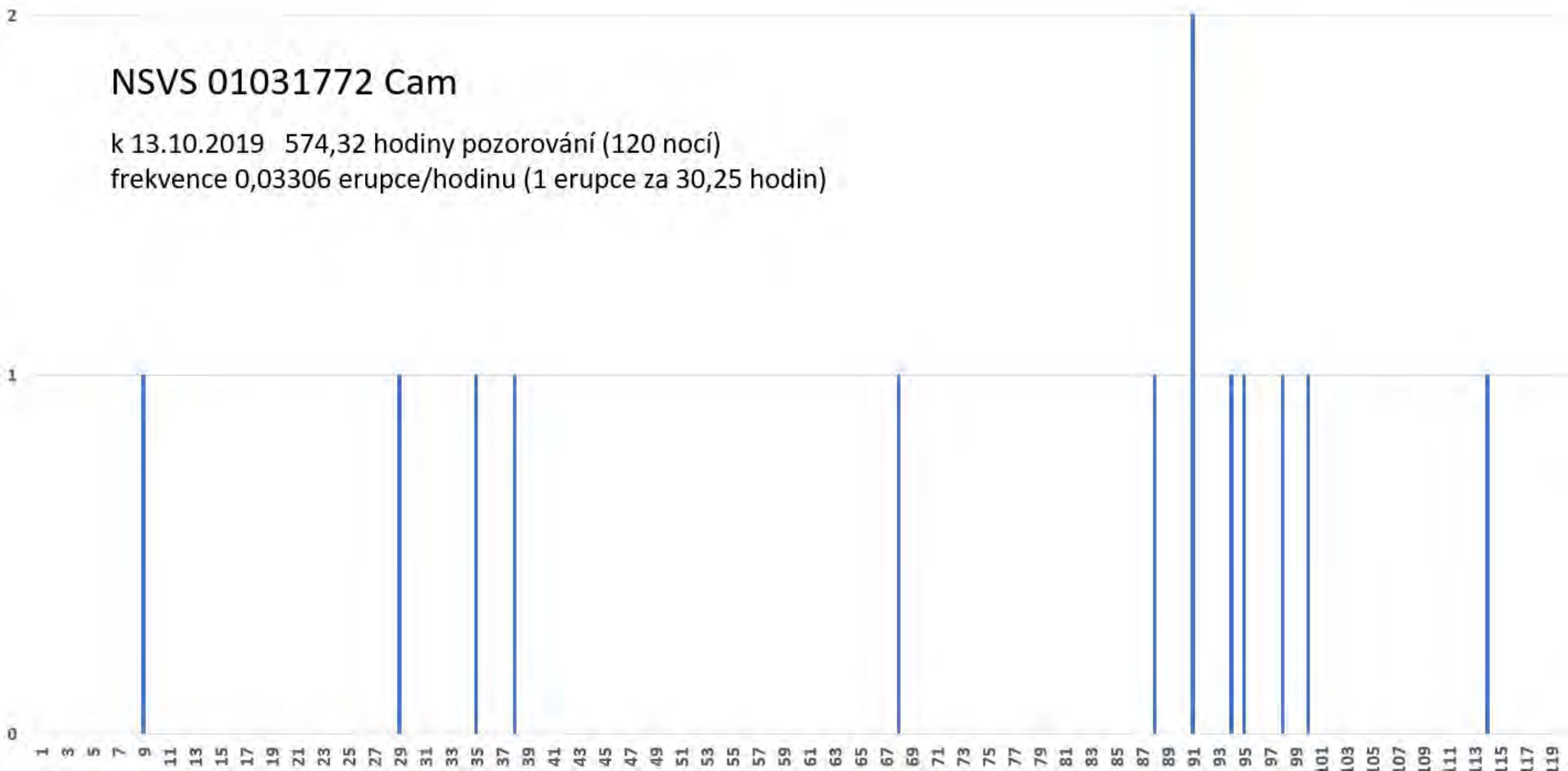
k 18.12.2019 202,46 hodiny pozorování (43 nocí)
frekvence 0,01388 erupce/hodinu (1 erupce za 72,02 hodin)



NSVS 01031772 Cam

k 13.10.2019 574,32 hodiny pozorování (120 nocí)

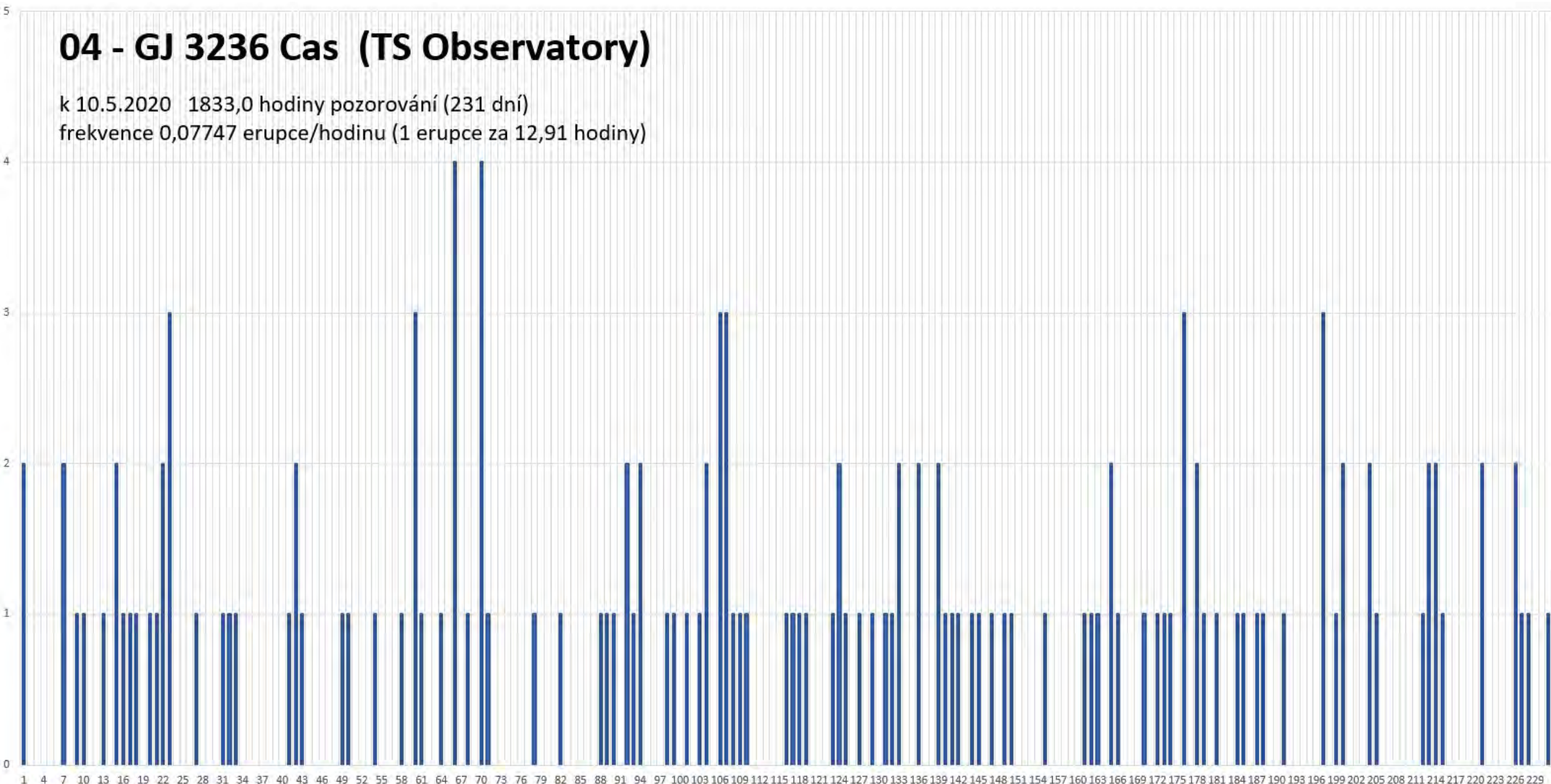
frekvence 0,03306 erupce/hodinu (1 erupce za 30,25 hodin)



04 - GJ 3236 Cas (TS Observatory)

k 10.5.2020 1833,0 hodiny pozorování (231 dní)

frekvence 0,07747 erupce/hodinu (1 erupce za 12,91 hodiny)

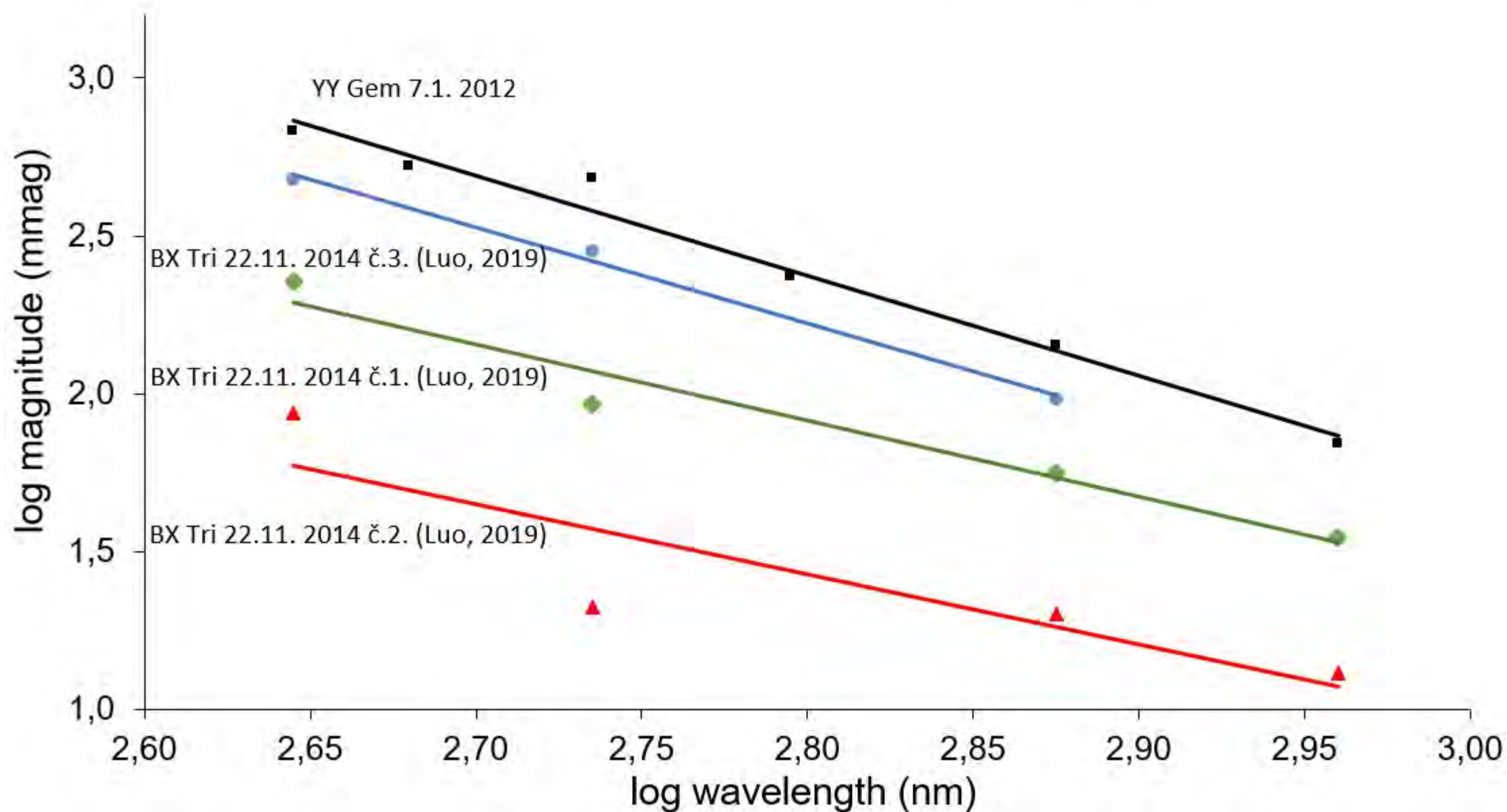


Barevná fotometrie erupcí

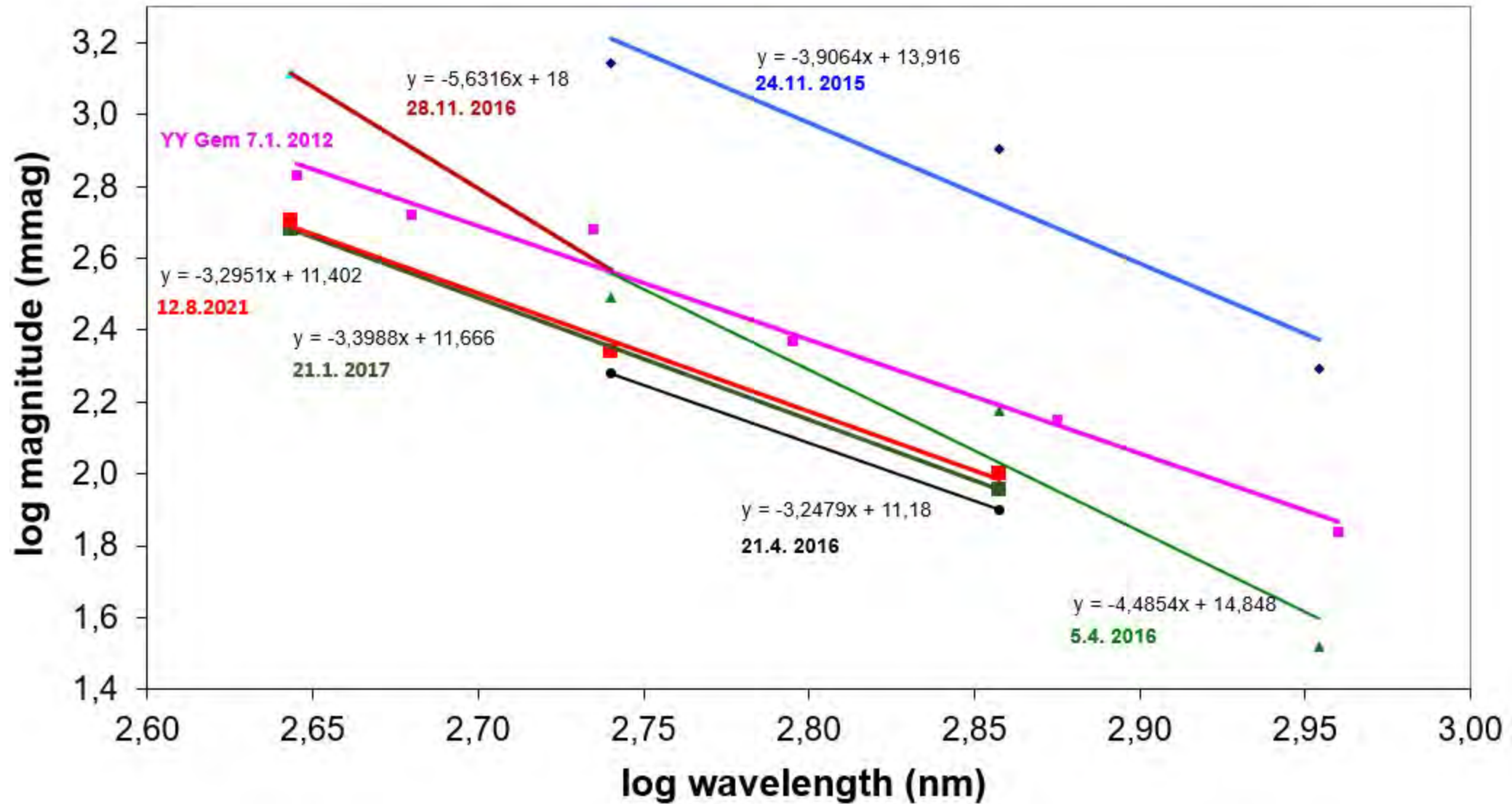
barevné fotometrie erupcí - amplituda erupce								sklon	sklon	literatura
no	označení hvězdy	datum	U - 350 nm	B - 440 nm	V - 550 nm	R - 720 nm	I - 900 nm	tg α	°	
01	BX Tri	22.11.2014		0,227	0,093	0,056	0 035	-2,4154	67,500	ApJ 871:203, 1.2.2019, Chang Qing Luo
		22.11.2014		0,087	0,021	0,020	0 013	-2,2206	65,760	
		22.11.2014		0,476	0,213	0,096	0 015	-3,0502	71,840	
03	NSVS 01031772 Cam	15.02.2015				0,290	0 100	-4,7720	78,100	vlastní pozorování 2d
		07.03.2015				0,350	0 140	-4,1060	76,300	vlastní pozorování 2d
		17.03.2015			0,300	0,120		-3,4010	73,600	vlastní pozorování 2d
		02.10.2015			0,330	0,100		-4,4310	77,300	vlastní pozorování 2d
		29.07.2020			0,320	0,100	0,030	-4,7890	77,280	vlastní pozorování 3d
		07.11.2020			0,450	0,120	0 020	-4,9060	78,480	vlastní pozorování 3d
04	GJ 3236 Cas	24.11.2015			1,390	0,800	0 190	-3,9064	75,640	vlastní pozorování 3d
		05.04.2016			0,310	0,150	0 033	-4,4854	77,430	vlastní pozorování 3d
		21.04.2016			0,190	0,080		-3,2479	72,880	vlastní pozorování 2d
		28.11.2016		1,300	0,370			-5,6320	79,930	vlastní pozorování 2d
		21.01.2017		0,480		0,090		-3,3988	73,600	vlastní pozorování 2d
		12.08.2021		0,510	0,220	0,100		-3,2951	73,110	vlastní pozorování 3d
07	V 405 And	09.02.2007		0,600	0,280	0,110	0 070	-2,9539	71,290	Astronomy and Astrophysic 504, 2009, K. Vida
12	YY Gem	07.01.2012		0,676	0,478	0,141	0 069	-3,1713	72,490	Pro-Am Project, 2012, A. Gary, 4d
18	NSVS 07394765 Cnc	2454526		0,582	0,188	0,106	0 045	-3,2424	72,860	arxiv:1310.0423 3.1.2013, O. Cakirli
22	NSVS 07453183 Lyn	08.12.2011			0,100	0,076	0 050	-1,2898	52,210	MNRAS 442, 2620-2636, 2014, Li-Yun Zhang
		8.11.2020			0,130	0,060		-2,3989	67,370	vlastní pozorování 2d
26	Cze V 812 Cep	02.10.2015		1,750	0,790	0,540		-2,1303	64,850	objev P. Cagaš
34	AD Leo	21.04.2019		0,335	0,150	0,060		-3,2127	72,710	vlastní pozorování 3d
39	EK Vul	04.09.2019		0,100	0,056	0,038		-1,7763	60,620	objev M. Urbaník
40	UX Ari	22.10.1984	0,700	0,200	0,100			-4,8384	78,320	literatura
41	AR Psc	21.11.1984	0,180	0,080	0,020			-5,4971	79,690	literatura
42	II Peg	05.11.1984	0,220	0,050	0,020			-5,9642	80,480	literatura
		16.09.1985	0,240	0,060	0,030			-5,1734	79,060	
		24.09.1985	0,170	0,030	0,010			-7,0710	81,950	
43	DV Psc	22.11.2008		0,067	0,040	0,020		-2,2711	66,230	ApJ 877:75, 01.06.2019, Qing-feng Pi
		09.01.2017		0,268	0,121	0,074		-2,3521	66,970	
		08.08.2017		0,205	0,100	0,074	0 048	-1,8295	61,340	

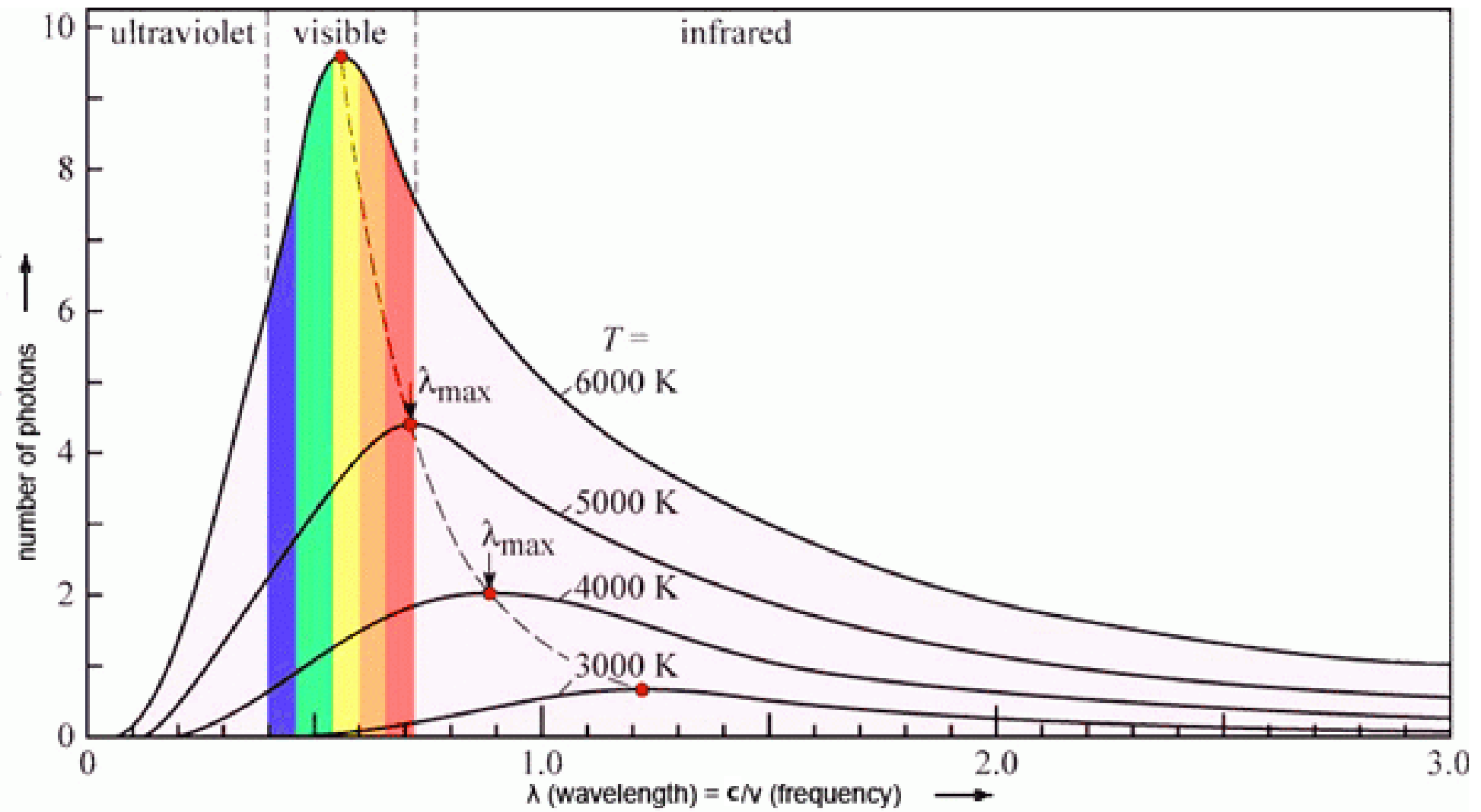
04	GJ 3236 Cas	24.11.2015			1,390	0,800	0,190	-3,9064	75,640
		05.04.2016			0,310	0,150	0,033	-4,4854	77,430
		21.04.2016			0,190	0,080		-3,2479	72,880
		28.11.2016		1,300	0,370			-5,6320	79,930
		21.01.2017		0,480		0,090		-3,3988	73,600
		12.08.2021		0,510	0,220	0,100		-3,2951	73,110

compare flare brightness YY Gem and BX Tri

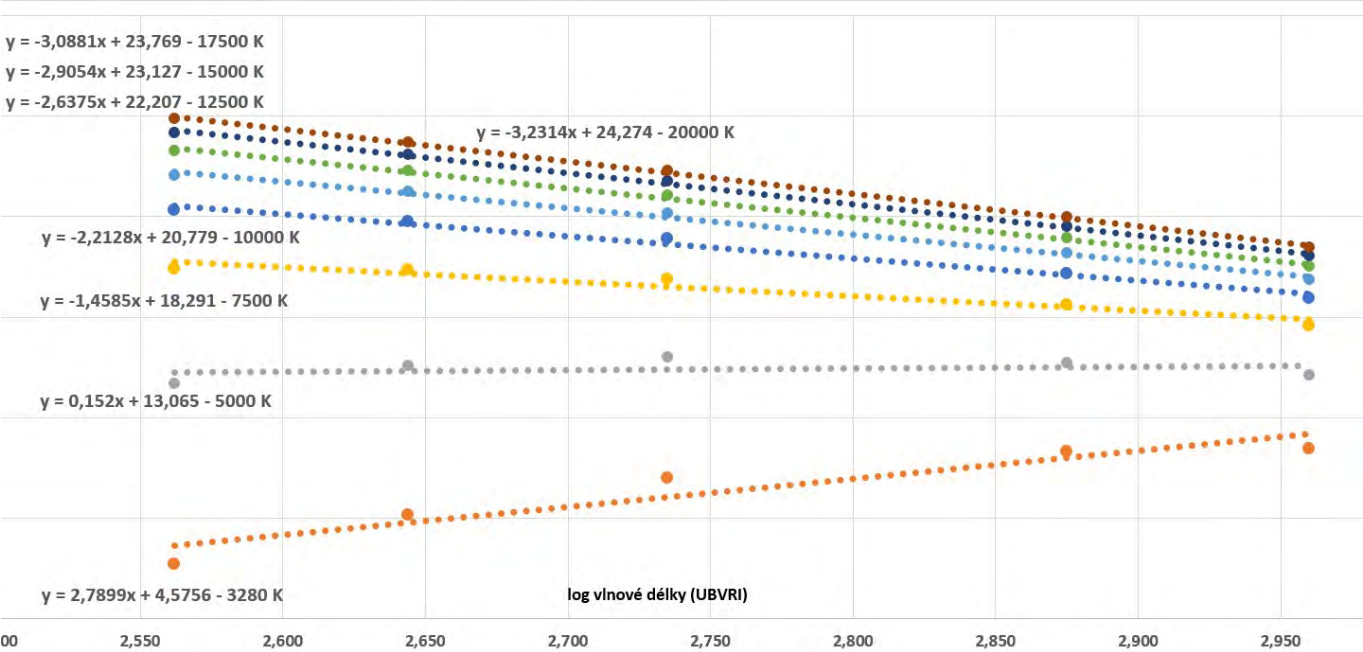
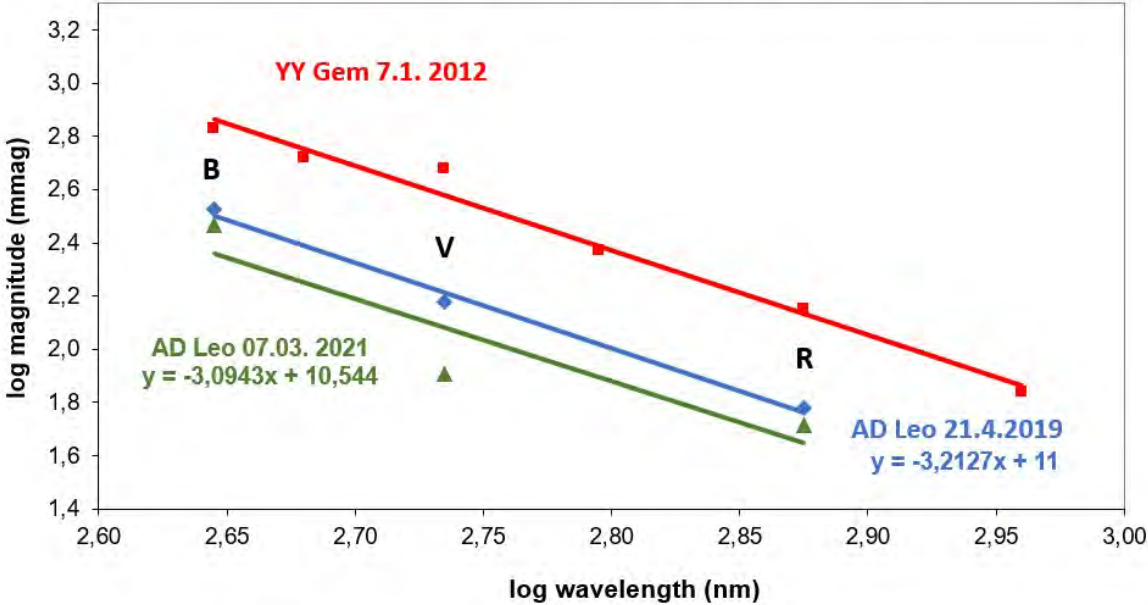


compare flare brightness YY Gem and GJ 3236





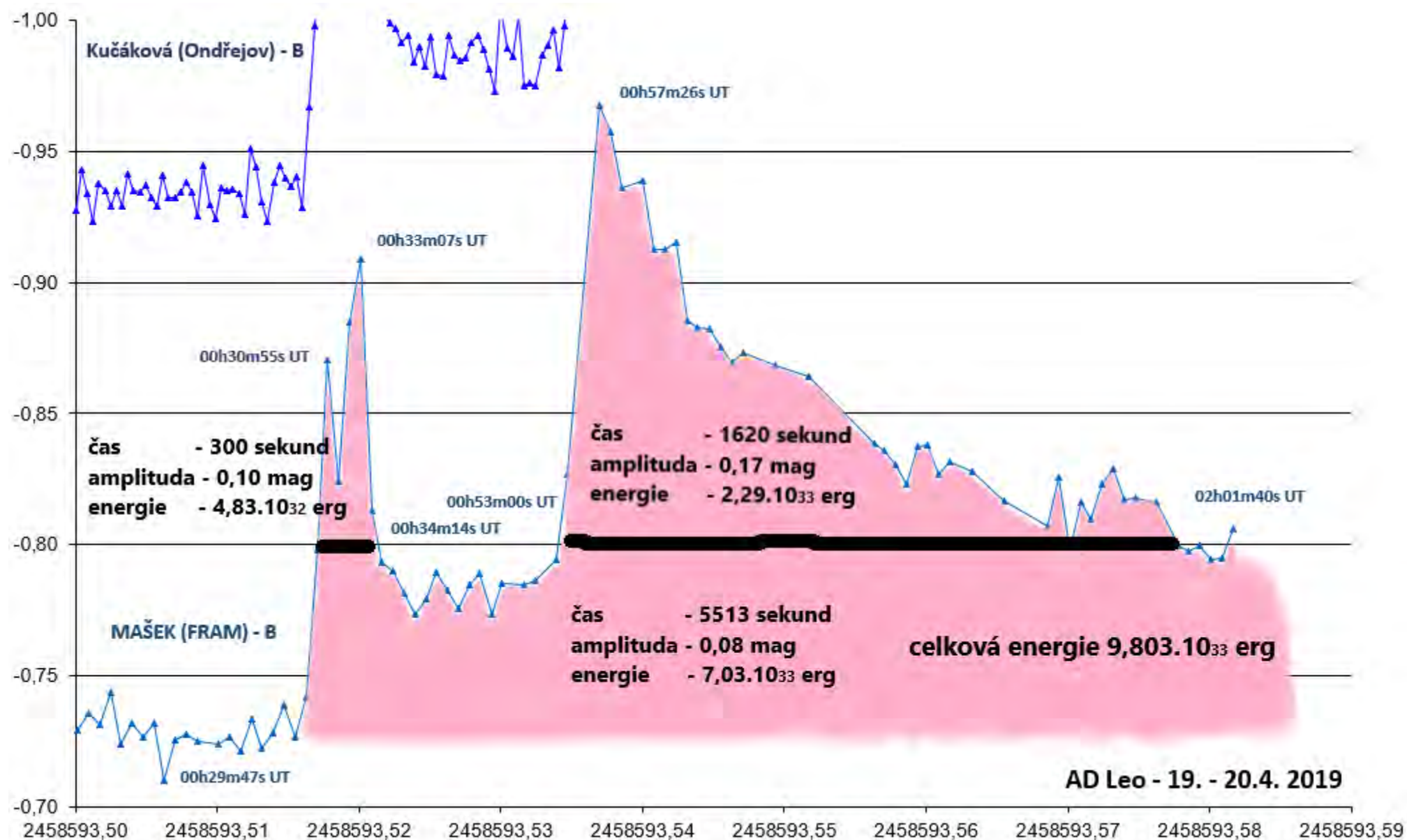
compare flare brightness (color index flare) YY Gem and AD Leo

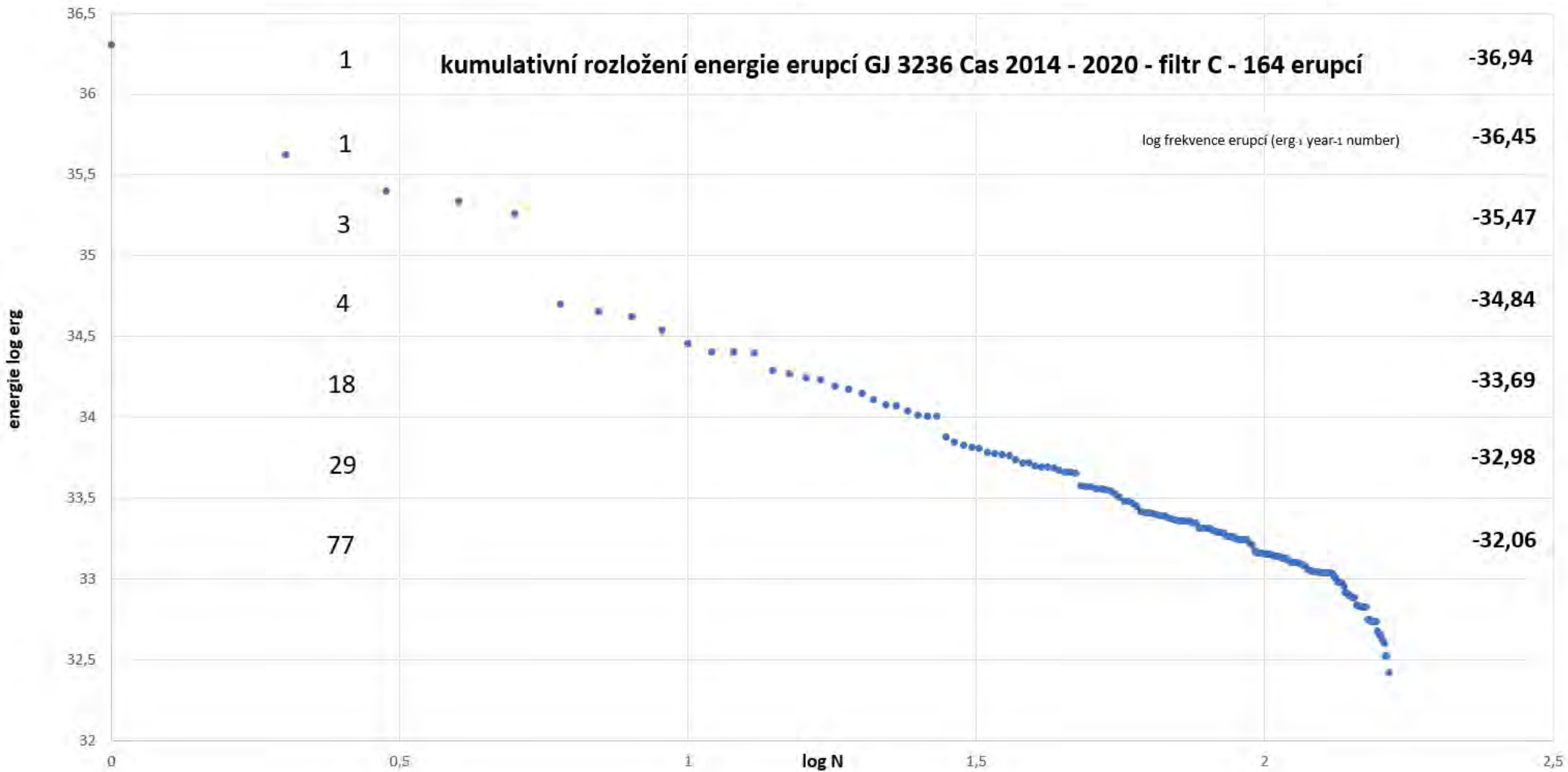


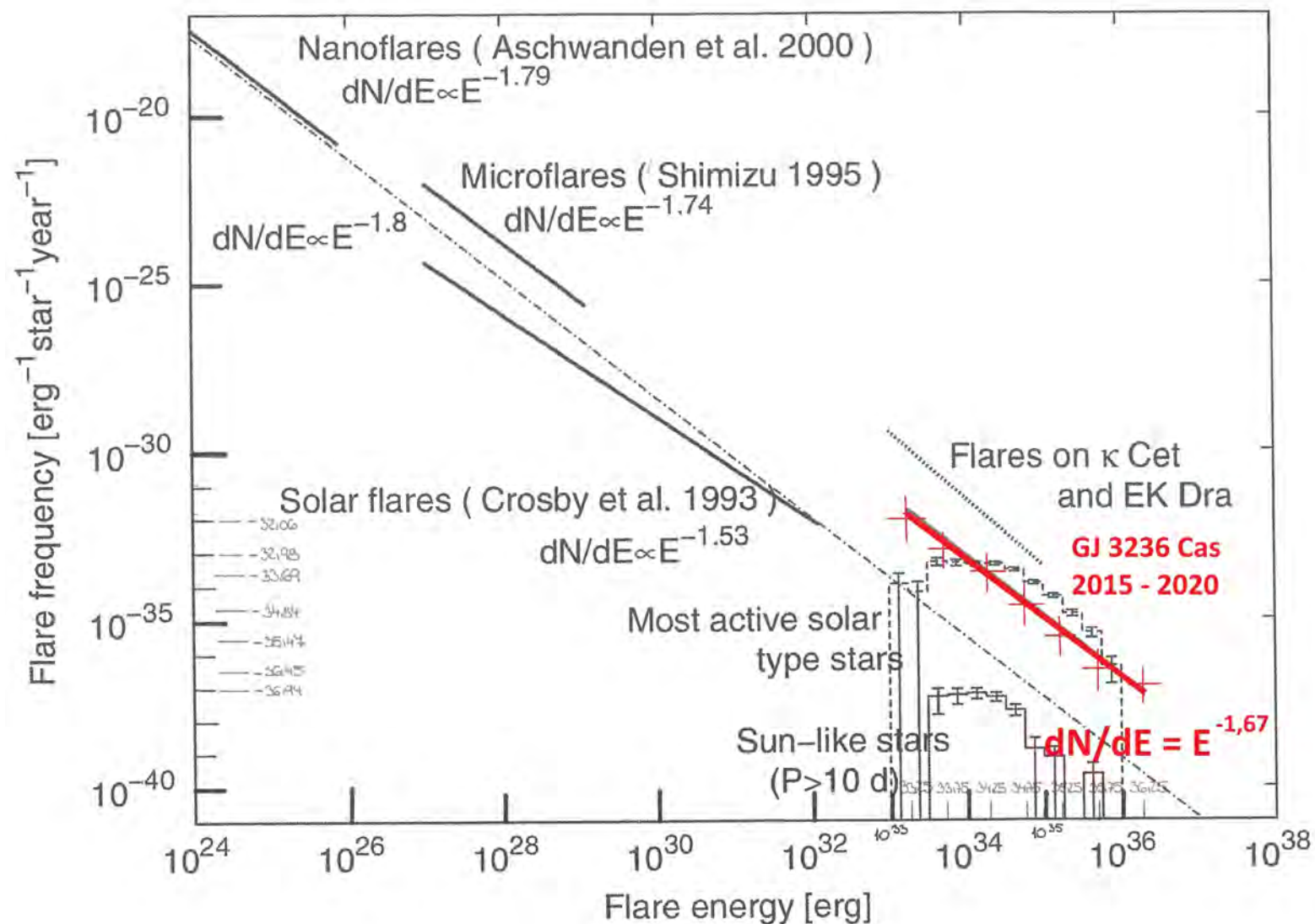
Energie erupcí

		hvězda	minimální (erg)	maximální (erg)
01		BX Tri	$4,08 \cdot 10^{34}$	$6,7 \cdot 10^{34}$
04		GJ 3236	$2,65 \cdot 10^{32}$	$2,02 \cdot 10^{36}$
42		II Peg	$1,0 \cdot 10^{33}$	$1,8 \cdot 10^{35}$
43		DV Psc	$6,62 \cdot 10^{31}$	$6,62 \cdot 10^{34}$

Při detekovatelné sluneční erupci se uvolní energie 10^{27} erg, maximální energie slunečních erupcí je 10^{32} erg.

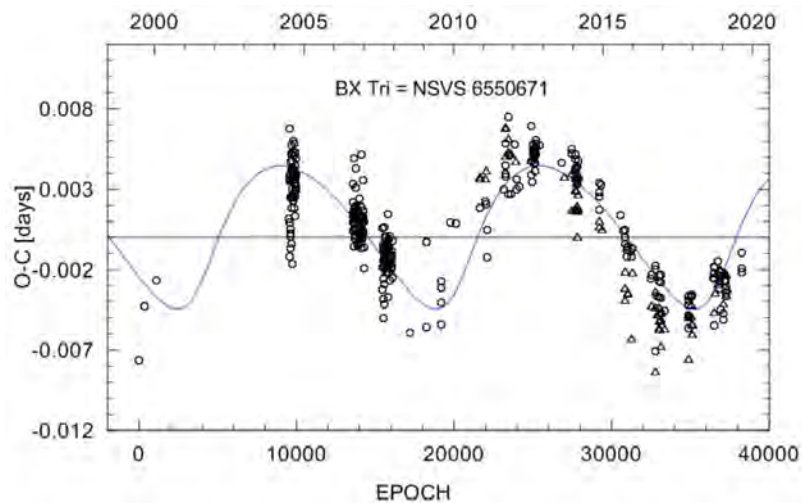




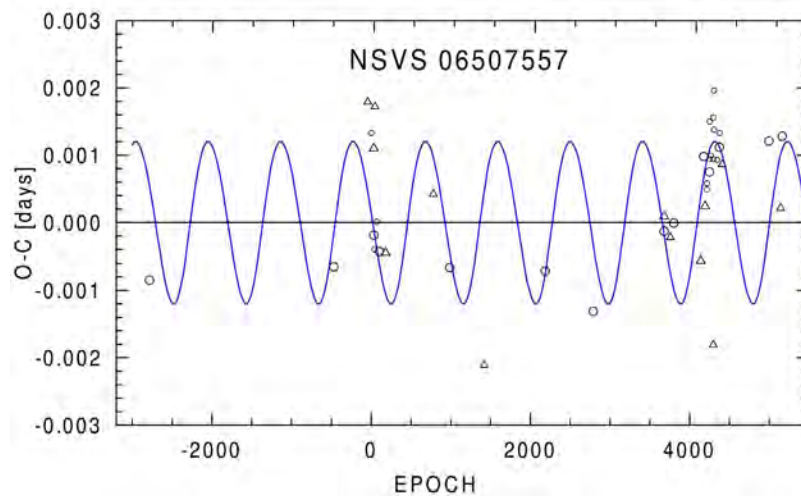


Míra výskytu supererupcí u trpasličích hvězd spektrálního typu G a slunečních erupcí, jak je uvedeno v publikaci Shibayama (2013). Plnými čarami je zobrazen histogram rozložení slunečních erupcí, přerušovanými čarami rozdělení energie neaktivnějších trpasličích hvězd typu G. Plné čáry představují rozložení energie slunečních erupcí odvozených z různých vlnových délek: EUV (Aschwanden a kol., 2000), v měkkém rentgenu (Shimizu, 1995) a tvrdém rentgenu (Crosby, 1993).

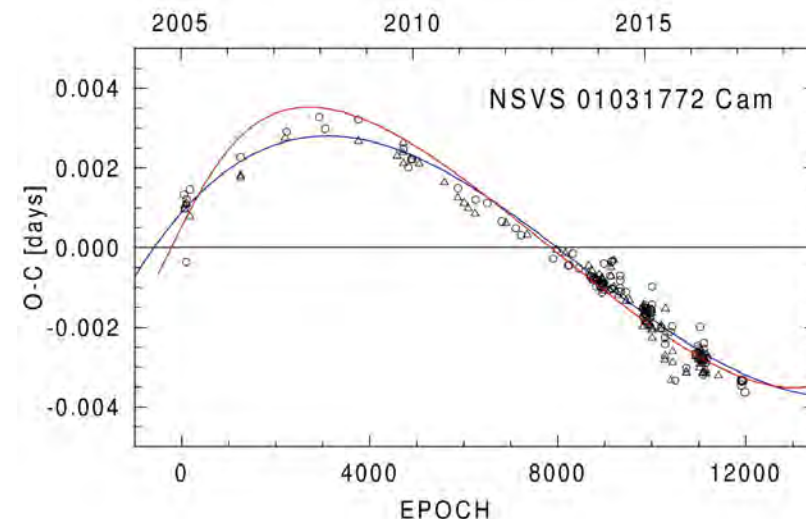
Trojhvězdy



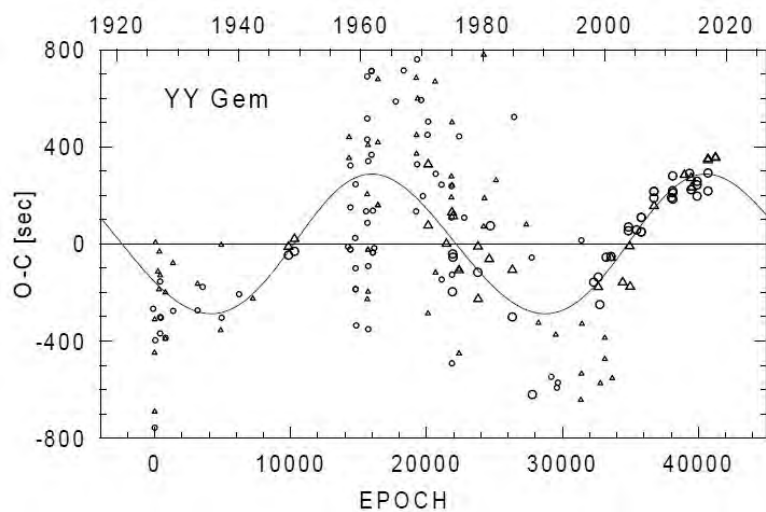
**BX Tri - $P_3 = 3161$ dní = 8,65 roku,
A = 0,00465 dne = 6,7 min. (Wolf, CAOSP 50, 2020)**



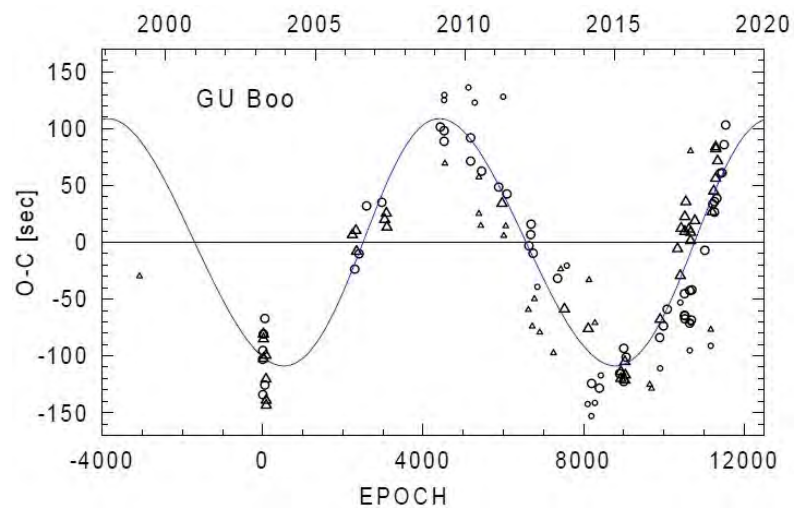
**NSVS 6507557 Ari - $P_3 = 315,1$ dne = 0,86 roku,
A = 0,00154 dne = 2,21 min. (Wolf, 2014)**



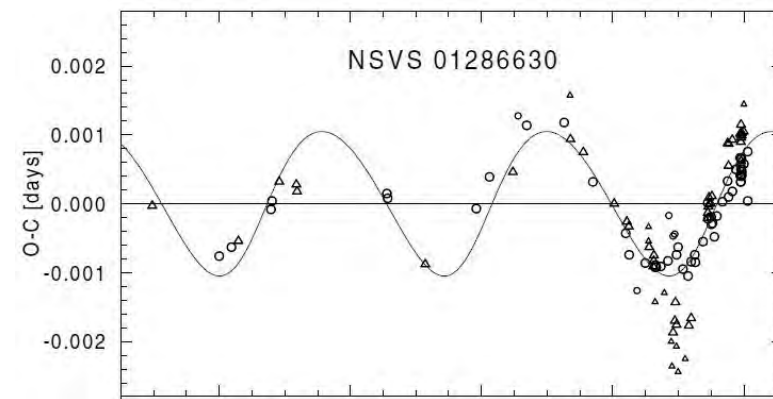
**NSVS 01031772 Cam - $P_3 = 3980$ dní = 10,9 let,
A = 0,00159 dne = 2,29 min. (Wolf, 2014)**



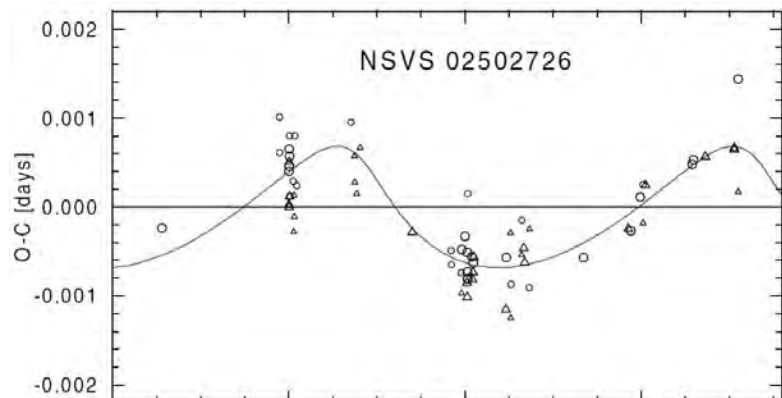
**YY Gem - $P_3 = 19785 (\pm 200)$ dní = 54,2 let,
A = 0,0034 dne = 4,9 min. (Wolf, AA 620, A72, 2018)**



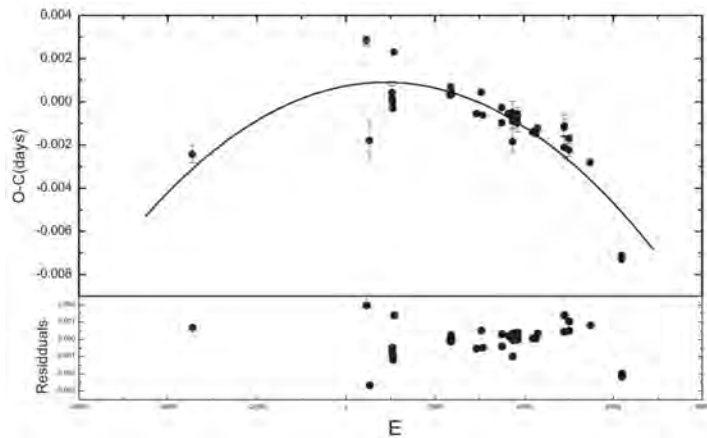
**GU Boo - $P_3 = 4040$ dní = 11,1 let,
A = 0,00126 dne = 1,81 min. (Wolf, AA 620, A72, 2018)**



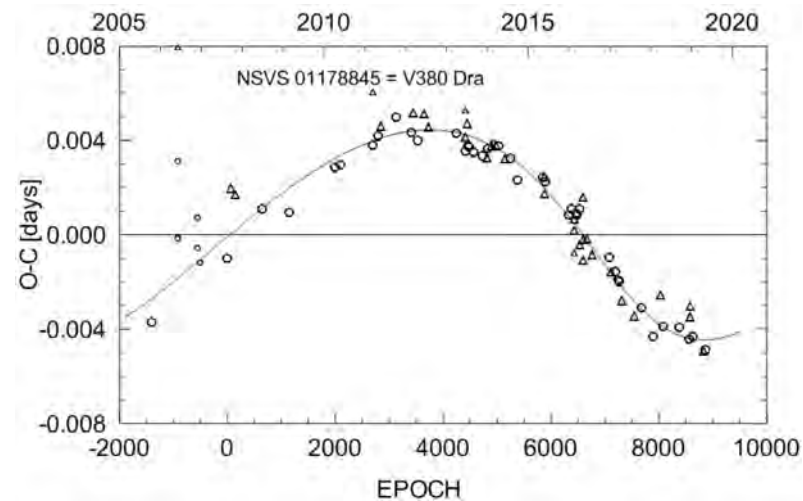
**NSVS 01286630 Dra - $P_3 = 1317 (\pm 15)$ dne = 3,61 let,
A = 0,00105 dne, (Wolf, AA 587, A82, 2016)**



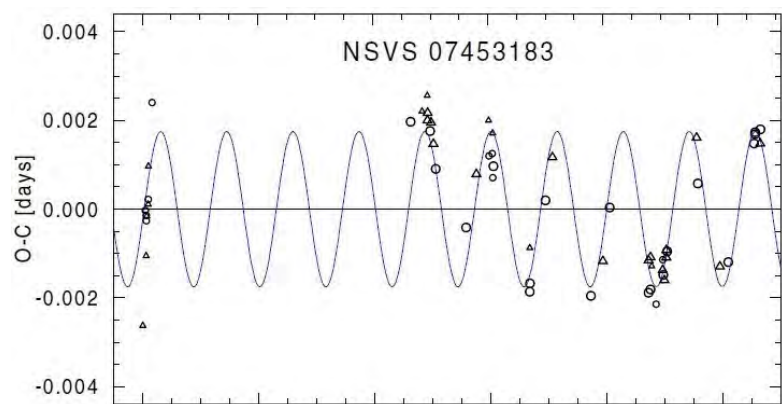
**NSVS 02502726 UMa - $P_3 = 2510 (\pm 25)$ dne = 6,87 let,
A = 0,00068 dne, (Wolf, AA 587, A82, 2016)**



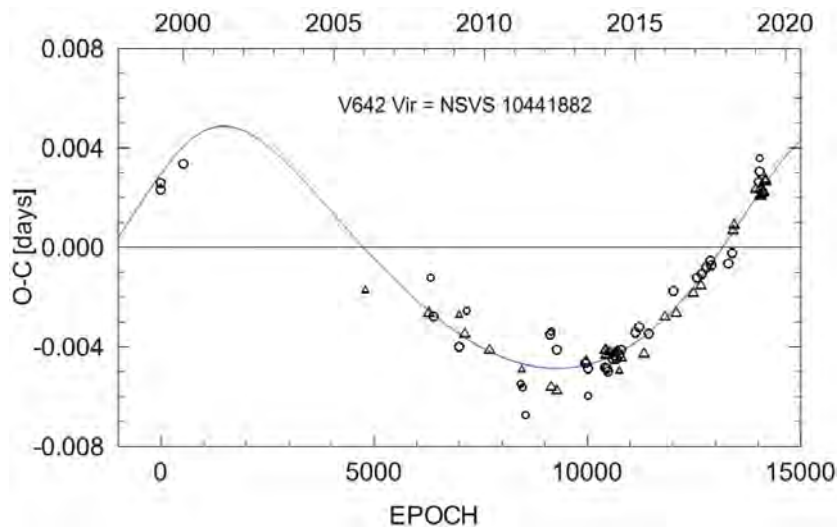
**NSVS 10653195 Ser - $P_3 = -2,79.10^{-7}$ dne/rok,
A = 0,007 dne = 10 min. (Zhang, NewA 41, 2015)**



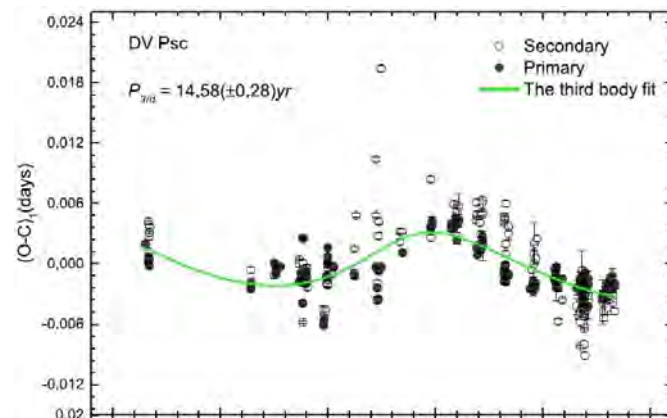
**V 380 Dra - $P_3 = 5595$ dne = 15,5 let,
A = 0,0041 = 5,9 min, (Wolf, CAOSP 50, 2020)**



**NSVS 07453183 Lyn - $P_3 = 417,6$ dne = 1,14 let,
A = 0,00175 dne, (Wolf, AA 587, A82, 2016)**

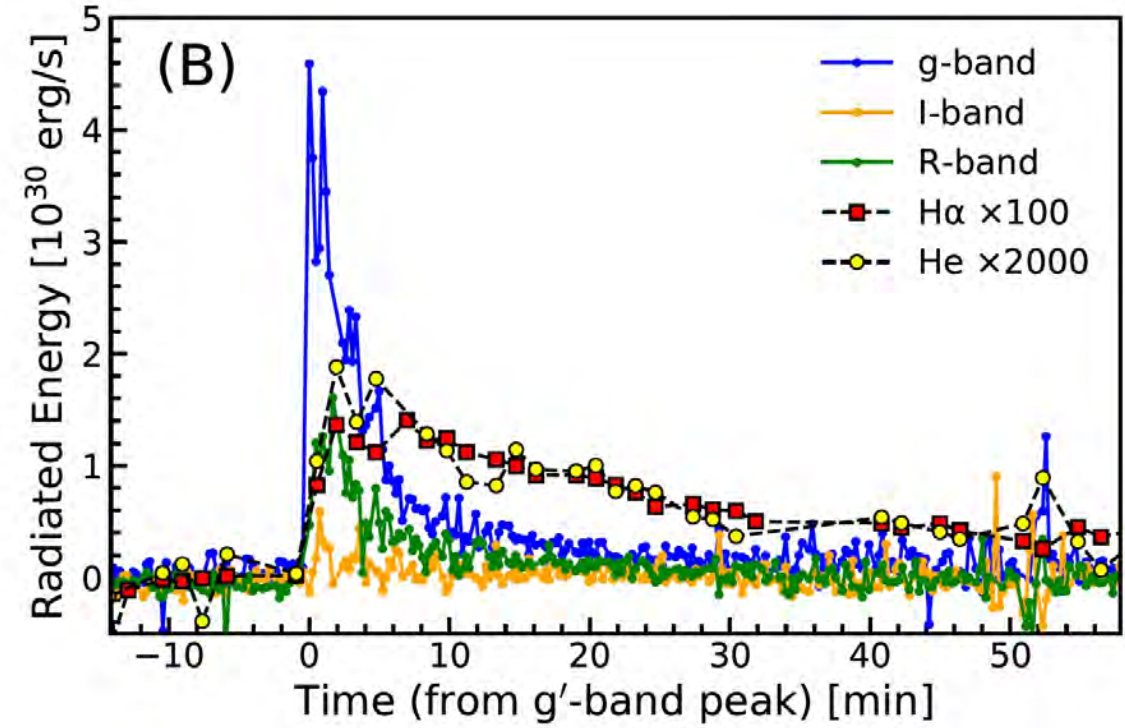
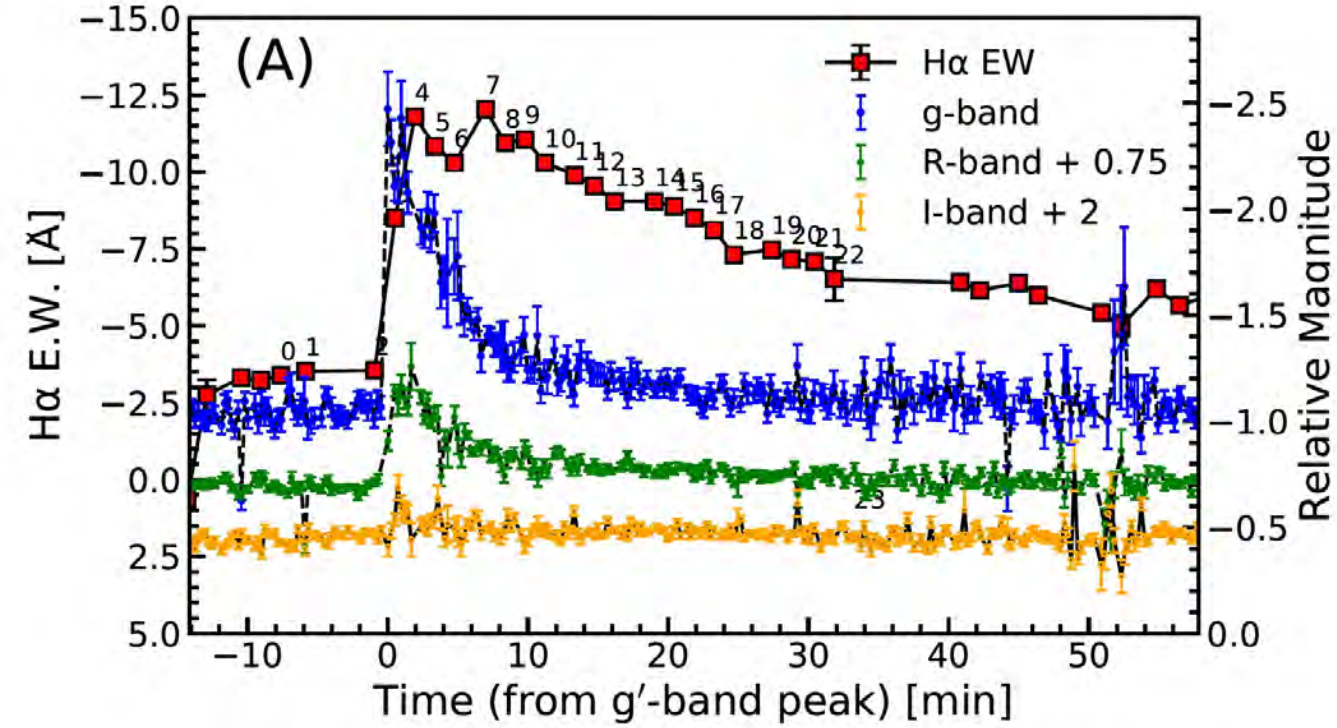


**V 642 Vir - $P_3 = 7405$ dne = 20,3 let,
A = 0,00487 = 7 min, (Wolf, CAOSP 50, 2020)**



**DV Psc - $P_3 = 5325$ dní = 14,58 let,
A = 0,003 dne = 4,3 min, (Qing-feng Pi, AJ 877:75, 2019)**

Spektroskopie - průběh erupce ve vodíkových čarách



(A) Světelná křivka erupce AD Leo v roce březnu 2019 pozorovaná Seimei Telescope/KOOLS-IFU ($H\alpha$) a MITSuME (g' , R_c , I_c). Ekvivalentní šířka je opravena o korekci kontinua
 (B) Světelná křivka erupce č.1 v jednotkách erg s^{-1}



MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ
FAKULTA
Univerzita Karlova

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Jiří Wollmann

Spektrální analýza erupcí na AD Leo

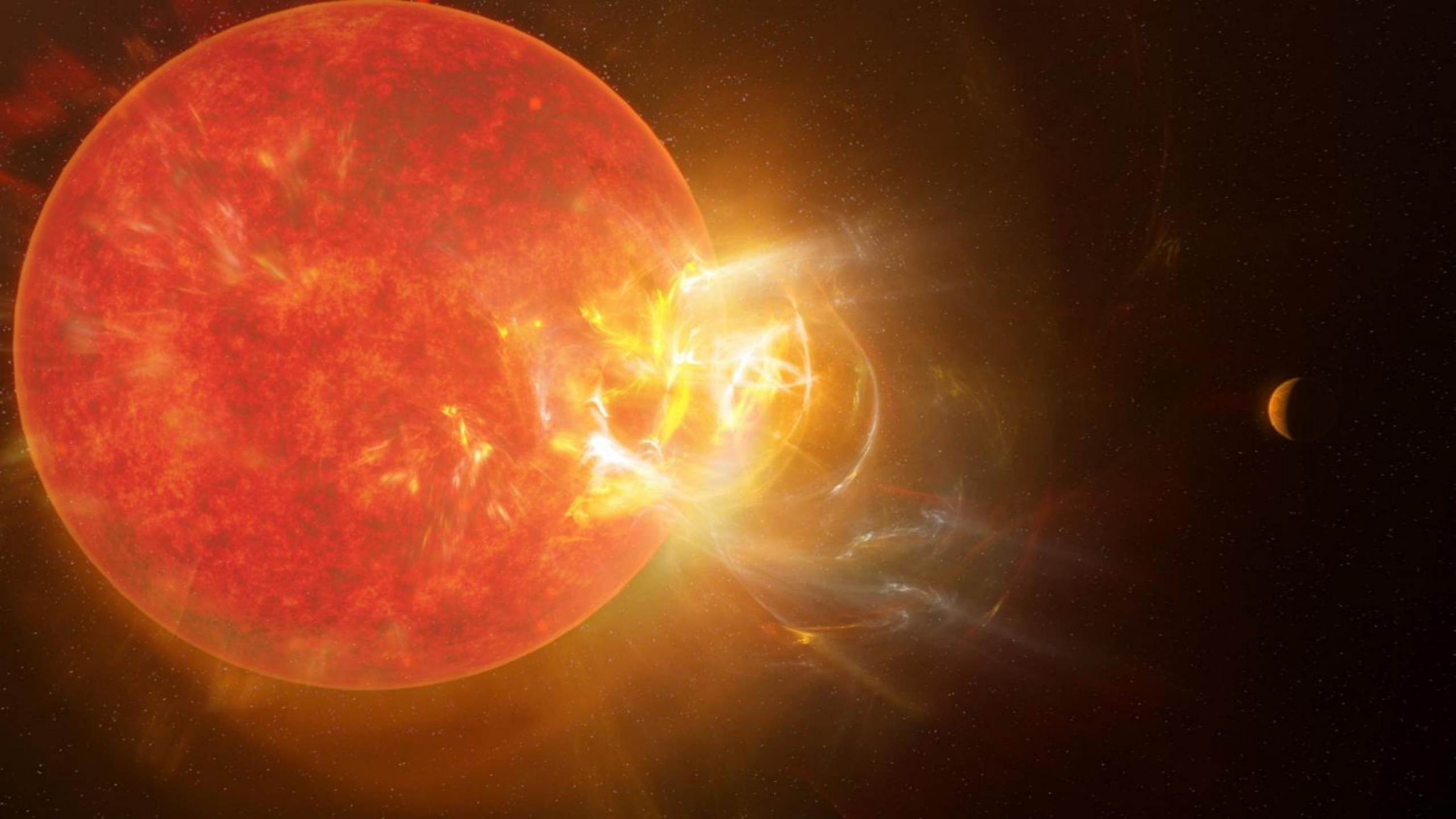
Astronomický ústav MFF UK

Vedoucí diplomové práce: Prof. RNDr. Petr Heinzel, DrSc.

Konzultant: Dr. Petr Kabáth

Studijní program: Fyzika

Studijní obor: Astronomie a astrofyzika



Přítomnost CME v průběhu erupce lze určit pomocí asymetrií nebo velkých dopplerovských posuvů spektrálních čar. Pokud by se hmota z koróny pohybovala směrem k pozorovateli, bylo by záření od ní dopplerovsky posunuté do modré oblasti. Část spektrální čáry by tedy byla zesílena nebo zeslabena oproti druhé a tím spektrální čára získá asymetrický profil.

Z toho jak moc je záření posunuté lze určit rychlost, kterou se hmota pohybuje, a pokud převyšuje únikovou rychlost hvězdy, lze ji považovat za CME.

Pozorované profily spektrálních čar v průběhu erupce často vykazují asymetrii se zesílenou červenou částí profilu čáry. Příklad lze nalézt v práci Fuhrmeister a kol. (2005), ve které autoři pozorovali zesílení červené části balmerových spektrálních čar a čar HeI. Původ vzniku těchto červených asymetrií není zcela objasněn. Během některých erupcí ale profily spektrálních čar vykazují asymetrii se zesílenou modrou částí, například v Honda a kol. (2018).

V této práci budeme zkoumat změny spektra hvězdy typu M, AD Leo, v průběhu erupcí. Budeme zkoumat asymetrie v profilech spektrálních čar a pokusíme se vysvětlit přítomnost červených asymetrií profilů spektrálních čar pomocí jednoduchého modelu přenosu záření v erupčních smyčkách v analogii s erupčními smyčkami na Slunci.

Proč ?

Klidně by to být rekonexe mohla, je mnoho různých typů, některé jdou rychleji (například spojené s nestabilitami či turbulencemi), jiné jsou pomalejší (spojené s drifts či difúzí). Bez měření magnetického pole, koncentrace částic a teploty je to ale dost střílení od boku... prof. Kulháněk 18.11. 2019



NSVS 01031772 Cam

oběžná doba = 8h 50m 07,3s

$i = 85,91$ st.

vzdálenost = $60,3 \pm 1$ pc

vzdálenost středů hvězd = $2,182 R_{\text{sl}}$

$$R_1 = 0,526 R_{\text{sl}}$$

$$M_1 = 0,543 M_{\text{sl}}$$

$$L_1 = 0,0425 L_{\text{sl}}$$

$$T_1 = 3615 \text{ K}$$

$$R_2 = 0,509 R_{\text{sl}}$$

$$M_2 = 0,498 M_{\text{sl}}$$

$$L_2 = 0,0355 L_{\text{sl}}$$

$$T_2 = 3513 \text{ K}$$

Vznik erupcí

Literatura

Sluneční erupce – P. Heinzel, Astronomický ústav AV ČR, Ondřejov, 2013

Původ viditelného záření ve hvězdných supererupcích

Can Flare Loops Contribute to the White-light Emission of Stellar Superflares?

P. Heinzel a K. Shibata

The Astrophysical Journal, 859:143 (7pp), 2018

Sluneční fotosféra pod eruptivním filamentem – J. Wollmann, bakalářská práce, Astronomický ústav MFF UK, 2019

Objev neustálé eroze a regenerace slunečních erupcí

Dudík, J., Lörinčík, J., Aulanier, G., Zemanová, A., Schmieder, B.: 2019, “Observations of all pre- and post-reconnection structures involved in three-dimensional reconnection geometries in solar eruptions”, The Astrophysical Journal, 887, 71

Základní morfologické struktury erupcí

Erupční vlákna - (ribbons)

Erupční smyčky – (loops)

Vlákna jsou pozorována v oblasti zakotvení magnetických smyček v dolních vrstvách atmosféry a mezi nimi se nachází pomyslná čára oddělující dvě opačné polarity magnetického pole aktivní oblasti, tzv. PIL (polarity inversion line, neboli separace zakotvení erupčních smyček)





Erupce vznikají

- 1) V aktivních oblastech s bipolární magnetickou strukturou a s přítomností skvrn (erupce občas září i přímo nad umbrou skvrny. Pouze malá část erupcí byla erupcí byla detekována v oblastech beze skvrn.
- 2) V klidných oblastech na Slunci pak může docházet k mohutným procesům eruptivního charakteru, které úzce souvisí s destabilizací filamentů (neboli protuberancí) – toto pak vyústí v CME, nejedná se však o klasické erupce, neboť nepozorujeme jiné typické projevy výše popsané.
- 3) Aktivací a následným vyvržením filamentu v aktivní oblasti však také vznikají mohutné tzv. dvouvláknové erupce (two-ribbon flares)
- 4) Nejmhutnější erupce vznikají v oblastech, kde dvě nebo více umber má jednu společnou penumbru (delta-spot oblasti)

X5.4 Flare, March 7, 2012

SDO AIA 304 A, 171 A, 211 A, PM-NAFE processing & HMI

Sunspot 1429

