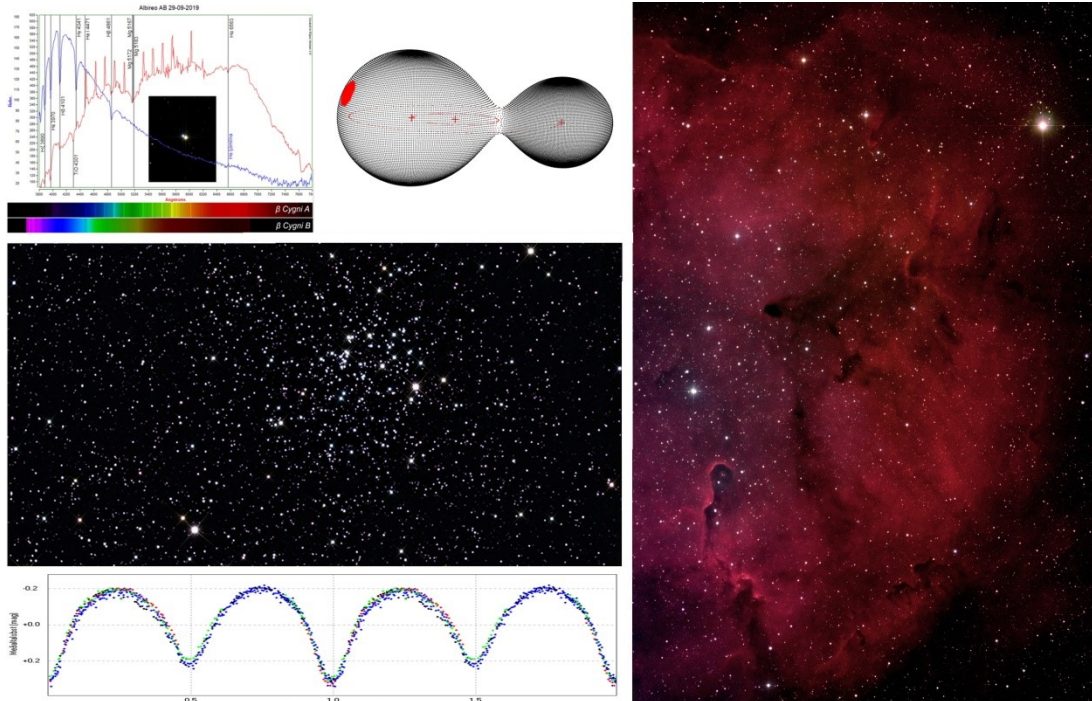


2020



NÁTTÚRUSTOFA
SUÐAUSTURLANDS

Ljósmælingar og tímaákvarðanir á myrkvastjörnum, þvergöngum
fjarrrreikistjarna og fjarlægðarákvörðun NGC 7654 – Yfirlit 2019



IV skýrsla

Snævarr Guðmundsson

Litlubú 2,
780 Höfn í Hornafirði
20. maí 2020



NÁTTÚRUSTOFA
SUÐAUSTURLANDS

Nýheimar, Litlubrú 2
780 Höfn í Hornafirði
www.nattsa.is

Skýrsla nr.
NattSA 2020-02

Dagsetning
20. maí 2020

Dreifing
Opin

Ljósmaelingar og tímaákvarðanir á myrkvastjörnum,
þvergöngum fjarreikistjarna og fjarlægðarákvörðun NGC
7654 – Yfirlit 2019.

Fjöldi síðna 107

Fjöldi mynda 209

Verknúmer 1280

Höfundur:

Snævarr Guðmundsson

Verkefnið hlaut ekki utanaðkomandi styrki.

Prófarkarlestur

Þorsteinn Sæmundsson og Kristín Hermannsdóttir.

Útdráttur

Hér eru kynntar stjörnuathuganir sem voru gerðar frá Hornafirði, að megninu til árið 2019. Aðaláherslurnar eru ljósmaelingar á völdum myrkvatvístirnum og þvergöngum nokkurra fjarreikistjarna. Í skýrslunni er einnig gerð grein fyrir athugunum á lausþyrpingunni NGC 7654 (Messier 52) og að lokum er kynnt litróf nokkurra breytistjarna. Í skýrslunni er greint sérstaklega frá hverju viðfangsefni, gagnaöflun og niðurstöðum en þær ráðast nokkuð eftir því hvert er markmið mælinganna.

Skýrslan er sú fjórða í röðinni yfir stjörnuathuganir sem gefin er út af Náttúrustofu Suðausturlands. Niðurstöður mælinga á myrkvastjörnum og þvergöngum fjarreikistjarna hafa verið sendar í alþjóðlegan gagnabanka þar sem þær, ásamt fjölda sambærilegra mæligagna frá stjörnuáhugamönnum, eru aðgengilegar stjarnvísindasamfélaginu.

Hægt er að sækja skýrslur um stjörnuathuganir á vefslóðina: <http://nattsa.is/utgefid-efni/>.

Lykilorð: Breytistjörnur, myrkvatvístirni, fjarreikistjörnur, þvergöngur, lausþyrpingar, ljósmaelingar og litrófsmælingar.

Ljós­mælingar og tímaákvarðanir á myrkvastjörnum, þvergöngum fjar­reikistjarna og fjar­lægðaák­vörðun NGC 7654 – Yfirlit 2019. *Photometrical observations and timings of eclipsing binaries, exoplanet transits and distance estimations of the galactic clusters NGC 7654 – Annals 2019.*

Útgefandi skýrslu: Náttúrustofa Suðausturlands,
Litlubrú 2, 780 Höfn í Hornafirði,
Sími: 470 8060 / 470 8061

Höfundarréttur © 2020 Snævarr Guðmundsson
Öll réttindi áskilin.

Verkefnisstjóri: Snævarr Guðmundsson, Náttúrustofu Suðausturlands.

Texti, myndir og umbrot: Snævarr Guðmundsson.

Forsíðumynd: Efst t.v. litróf tvístirnisins Albireo í Svaninum og líkan af hjúpsnertivístirninu V 743 Cam. Undir þeim er lausþyrpingin NGC 7654. Neðst t.v. er ljósferill myrkvastjörnnar V 801 And. Hægra megin er ljómpokan IC 1396 og risastjarnan Mu Cephei – *Frontcover. Top left the spectrum of the double star Albireo in Cygnus and a model of the overcontact binary V 743 Cam. Below is the galactic cluster NGC7654. Bottom left is a phase diagram of V 801 And's light curve. To right is the emission nebula IC 1396 and the hypergiant Mu Cephei.*

Ljósmyndir og grafískar myndir: Snævarr Guðmundsson© nema annað sé tekið fram, þá er höfunda getið við myndir.

Höfundur skýrslunnar ber ábyrgð á innihaldi hennar.

Skráningarupplýsingar:

Snævarr Guðmundsson 2020. *Ljós­mælingar og tímaákvarðanir á myrkvastjörnum, þvergöngum fjar­reikistjarna og fjar­lægðarák­vörðun NGC 7654 – Yfirlit 2019.* IV Skýrsla. Útgefandi: Náttúrustofa Suðausturlands. 107 bls.

Höfn í Hornafirði, 20. maí 2020

ISBN 978-9935-9417-6-3

Ágrip – Hér eru kynntar niðurstöður stjörnuathugana sem flestar voru gerðar árið 2019, frá Nesjum í Hornafirði. Fyrst er sagt frá ljósmælingum á myrkvatvístirnunum 473 Cam, OT UMa, GY Psc, V 801 And og V 712 And, auk þekktu myrkvastjörnnar Algol. Í þessum verkefnum er eitt markmið að tímasetja myrkvana og bera saman við viðurkennda spátíma. Mælingar og spátímar falla oft ekki saman. Í þéttstæðum kerfum getur lengd birtulotunnar breyst, m.a. vegna massaflutnings á milli stjarnanna. Athuganirnar nýtast því til að prófa viðurkennda birtulotu og viðmiðstíma, kanna stöðugleika myrkvatvístirnanna og gera líkön af þeim. Viðmiðstímar flestra þeirra sem voru kannaðar reyndust úreltir.

Næst er greint frá mælingum á þvergöngum fjarreikistjarnanna WASP 12b, HAT-P-9b, XO-6b, HAT-P-19b, Qatar 4b, Qatar 1b, HAT-P-53b, WASP 33b og HAT-P-38b. Þær mælingar upplýsa myrkvadýpt, lengd þvergöngu og tímafrávik. Niðurstöður á myrkvastjörnum og þvergöngum fjarreikistjarna eru sendar í alþjóðlegan gagnagrunn stjörnufræðifélags Tékklands þar sem að þau eru aðgengileg stjernvísindasamfélaginu, ásamt mæligögnum annarra stjörnufræðinga og stjörnuáhugamanna. Vöktun á þessum stjörnum gerir kleift að meta tímafrávik sem benda til óreglu í umferðartíma eða eru vísbendingar um áhrif óséðra massa á kerfin.

Kynnt er fjarlægðarmæling á lausþyrpingunni NGC 7654 (M 52) og að lokum litrófsmælingar með rauflausum litrófsrita á nokkrum breytistjörnum. Að vanda er sagt sérstaklega frá hverju viðfangsefni, hvers eðlis það er, hvaða mæligagna var aflað, úrvinnslu og er niðurstöðum lýst.

Þetta er fjórða skýrslan um stjarnfræðilegar mælingar sem Náttúrustofa Suðausturlands gefur út. Fyrri skýrslur komu út árin 2016, 2018 og 2019. Þær eru aðgengilegar á <https://nattsa.is/utgefid-efni/>. Markmið þeirra er að birta stjarnfræðilegar mælingar sem eru að öllu leyti framkvæmdar hér á landi.

Abstract – This report highlights astronomical observations in 2019, obtained from the Nes Observatory at Hornafjörður, Southeast Iceland. It reviews photometrical observations of the eclipsing EW stars 473 Cam, OT UMa, GY Psc, V 801 And and V 712 And, and the well known EA star Algol. The aim of these projects was to determine accurate timings of the mid-eclipses and compare to predictions. Routinely these do not coincide. One of the reasons is that in close systems mass transfer can influence the orbital period. The estimations not only test accepted periods and Epochs but constrain the stability in such systems. As a byproduct, with the lightcurves and several published parameters, three of these stars are modelled. The Epochs of most of observed objects are obsolete but useful for observed minus calculated examination.

The Bright Transiting Exoplanets (BTE) WASP 12b, HAT-P-9b, XO-6b, HAT-P-19b, Qatar 4b, Qatar 1b, HAT-P-53b, WASP 33b and HAT-P-38b were observed in the same seasons. The general goal is to estimate deviation in duration, depth and time. The results from observations of eclipsing binaries and exoplanet transits were submitted to the international databases of B.R.N.O. and TRESCA, the Variable Star and Exoplanet Section of Czech Astronomical Society, where they are accessible to the astronomical community.

Distance measurements of the open cluster NGC 7654 (M 52) are represented and spectral images of selected variable stars, captured with a slitless spectroscope. The report details the data acquisition, processing and finally the results with some conclusions.

This is the fourth report of an astronomical observation published by the South East Iceland Nature Research Center. Previous reports were published in 2016, 2018 and 2019. The first two are in Icelandic only. The third report, published in 2019, was applied with an English abstract, text of figures and a summary of the observations. So is this one. They are available at <https://nattsa.is/utgefid-efni/>. The goal is to reveal astronomical observations that are altogether implemented in Iceland.

Efnisyfirlit

Myndaskrá	viii
Töfluskrá	xii
Um orðanotkun og fræðihugtök	13
Inngangur	15
1.1 Viðfangsefni og athuganir	15
1.1.1 Myrkvatvístirni	15
1.1.2 Fjarreikistjörnur	17
1.1.3 Ljósælingar á breytistjörnum	18
1.1.4 Þveröngu-tímafrávik fjarreikistjarna	19
1.2 Tækjabúnaður	19
1.3 Aðferðir	20
1.4 Annáll stjörnuathugana veturinn 2019	21
1.5 Annáll stjörnuathugana haustið 2019	21
Myrkvatvístirni	23
2 V 473 Cam	25
2.1 Gagnaöflun og úrvinnsla	25
2.2 Niðurstöður	25
2.3 Umfjöllun.....	26
3 OT UMa	27
3.1 Gagnaöflun og úrvinnsla	27
3.2 Niðurstöður	28
3.2.1 Ákvörðun aðalmyrkva, birtustöður og O—C rit	30
3.2.2 Líkan af OT UMa	33
3.3 Umfjöllun.....	34
4 GY Psc	35
4.1 Gagnaöflun og úrvinnsla	35
4.2 Niðurstöður	35
4.3 Umfjöllun.....	38
5 V 801 And (G2837.1343 And)	39
5.1 Gagnaöflun og úrvinnsla	39
5.2 Niðurstöður	40
5.2.1 Líkan af V 801 And	42
5.3 Umfjöllun.....	43
6 V 712 And	45
6.1 Gagnaöflun og úrvinnsla	45
6.2 Niðurstöður	46
6.3 Umfjöllun.....	48

7	Algol	49
7.1	Gagnaöflun og úrvinnsla	49
7.2	Niðurstöður og umfjöllun	49
	Fjarreikistjörnur	51
8	WASP 12b	53
8.1	Gagnaöflun og úrvinnsla	53
8.2	Niðurstöður	54
8.3	Umfjöllun.....	56
9	HAT-P-9b	57
9.1	Gagnaöflun og úrvinnsla	57
9.2	Niðurstöður	57
9.3	Umfjöllun.....	57
10	XO-6b.....	59
10.1	Gagnaöflun og úrvinnsla	59
10.2	Niðurstöður	59
10.3	Umfjöllun.....	60
11	HAT-P-19b.....	61
11.1	Gagnaöflun og úrvinnsla	61
11.2	Niðurstöður	61
11.3	Umfjöllun.....	62
12	Qatar 4b.....	63
12.1	Gagnaöflun og úrvinnsla	63
12.2	Niðurstöður og umfjöllun	63
13	Qatar 1b.....	65
13.1	Gagnaöflun og úrvinnsla	65
13.2	Niðurstöður	65
13.3	Umfjöllun.....	66
14	HAT-P-53b.....	67
14.1	Gagnaöflun og úrvinnsla	67
14.2	Niðurstöður	67
14.3	Umfjöllun.....	68
15	WASP 33b	69
15.1	Gagnaöflun og úrvinnsla	69
15.2	Niðurstöður	70
15.3	Umfjöllun.....	72
16	HAT-P-38b.....	73
16.1	Gagnaöflun og úrvinnsla	73
16.2	Niðurstöður	73
16.3	Umfjöllun.....	74

Önnur viðfangsefni.....	75
17 NGC 7654 (M 52).....	77
17.1.1 Breytistjörnur og tvístirni í NGC 7654	79
17.2 Gagnaöflun og úrvinnsla	79
17.3 Niðurstöður.....	81
17.3.1 Meginraðarmátun.....	82
17.4 Umræður.....	84
18 Litróf valinna breytistjarna.....	85
18.1 Gagnaöflun og úrvinnsla	86
18.2 Niðurstöður og umfjöllun.....	86
18.2.1 Altair (δ Sct stjarna)	86
18.2.2 P Cygni (S Dor stjarna).....	87
18.2.3 δ Cephei (sefti)	87
18.2.4 Mu Cephei (SRC gerð)	89
18.2.5 Tvístirnið Albireo (K3 og Be stjarna).....	90
18.2.6 Tvístirnið 61 _A og 61 _B Cygni (BY Dra og blossastjarna)	91
18.3 Umfjöllun.....	92
Samantekt.....	93
Summary.....	95
Heimildir	97

Myndaskrá

Mynd 1. Dimmur gashnoðri, auðkenndur LDN 1622, ber í daufa ljómpöku.....	14
Mynd 2. Atvik í birtulotu Algol-myrkvatvístirnis (EA) er í efri myndröðum og birtuferill í þeim neðri.....	16
Myndir 3a-b. a) Beta-hörpu stjarna (EB) stjarna og b) W Ursa Majoris (EW) snertitvístirni (sjá texta).	17
Mynd 4. Rauð lína er ferill birtubreytingar þegar fjarreikistjarna er í þvergöngu.....	18
Myndir 5a-b. a) Fjöldi staðfesta fjarreikistjarna. b) Dreifing umferðartíma í dögum.	18
Mynd 6. Hin tímabundna aðstaða til stjörnuathugana í Sauronnon í Frakklandi, haustið 2019.	21
Mynd 7. Í myndsviði 40 cm sjónauka, birtast daufu þyrilpokurnar PGC 1989625 og PGC 9002.....	22
Myndir 8a-b. a) Loftmassaferill V473 Cam frá 28. des. 2018 og b) viðmiðsstjörnur.....	25
Myndir 9a-c. Millimyrkvi 28. des. 2018 ákvarðaður í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.....	25
Myndir 10a-c. Aðalmyrkvi 29. des. 2018 ákvarðaður í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	26
Mynd 11. Líkan af hjúpsnertitvístirninu V 473 Cam, gert í Binary Maker 3, byggt á Kjurkchieva o.fl. (2017).....	26
Myndir 12a-c. Loftmassaferlar OT UMa frá a) 15. feb., b) 18. feb. og c) 30. des. 2019.....	27
Myndir 13a-c. Loftmassaferlar OT UMa frá a) 2. jan., b) 3. jan. og c) 8. jan. 2020.	28
Myndir 14a-b. Viðmiðsstjörnur (grænir hringir) og OT UMa (rauður hringur)	28
Myndir 15a-c. Aðalmyrkvi 15. feb. 2019 ákvarðaður í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	28
Myndir 16a-c. Miðja aðalmyrkva 18. feb. 2019 í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	28
Myndir 17a-b. Miðja millimyrkva 30. des. 2019 í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.....	29
Myndir 18a-c. Miðja millimyrkva 2. jan. 2020 í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.....	29
Myndir 19a-c. Miðja millimyrkva 2. jan. 2020 í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	29
Myndir 20a-c. Miðja aðalmyrkva 2. jan. 2020 í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.....	29
Myndir 21a-c. Miðja aðalmyrkva 2. janúar 2020 í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	29
Myndir 22a-b. a) Dreifing athugana á OT UMa. b) Ákvörðun með prófun, gaf birtulotu 0,316073 dag.....	32
Mynd 23. Birtustöðurit OT UMa, byggt á mælingum dreifðum yfir 2123 daga (>5,8 ár).....	32
Myndir 24a-b. Rauntíma mínus spátíma rit (O—C rit) af myrkvunum tímabilið 2014-2020.	33
Myndir 25a-b. a) Mæligildi og líkan mátuð saman. b) Líkanið dregur fram mynd af hjúpsnertistjörnu..	34
Myndir 26a-c. Loftmassaferlar GY Psc, a) 26. okt. og b) 26. nóv. 2019. c) GY Psc og viðmiðsstjörnur.	35
Myndir 27a-c. Miðja aðalmyrkva 26. október 2019 í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.....	35
Myndir 28a-c. Miðja aðalmyrkva 26. nóvember 2019 í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	36

Myndir 29a-b. a) Dreifing athugana á GY Psc yfir 425 daga. b) Ákvörðun gaf birtulotu 0,2903 dag.	36
Mynd 30. Rauntíma mínus spátíma rit (O—C rit) af myrkvunum á tímabilinu.	37
Mynd 31. Birtustöðurit GY Psc, byggt á mælingum yfir >1 ár, miðast við lotu sem er 0,2903 dagur.	37
Myndir 32a-c. Loftmassaferlar V 801 And dagana a) 18. okt., b) 19 okt. og c) 21. okt. 2019	39
Mynd 33. V 801 And (rauður hringur) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir).	39
Myndir 34a-c. Miðja aðalmyrkva 18. okt. 2019 í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O..	40
Myndir 35a-c. Miðja millimyrkva 19. okt. 2019 í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	40
Myndir 36a-c. Miðja aðalmyrkva 19. okt. 2019 í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	40
Myndir 37a-c. Miðja aðalmyrkva 21. okt. 2019 í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	40
Myndir 38a-c. Miðja millimyrkva 21. okt. 2019 í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	41
Mynd 39a-b. a) Dreifing athugana yfir 1425 daga. b) Ákvörðun birtulotu. Niðurstöður: 0,266 dagur.....	42
Mynd 40. Birtustöðurit V 801 And byggt á ákvarðaðri birtulotu eftir mæligögnum höfundar og AAVSO.....	42
Myndir 41a-b. Líkan af V 801 And. a) Um hjúpsnertitvístirni er að ræða. b) Mæligildi og líkan mátuð.....	43
Myndir 42a-d. Loftmassaferlar V 712 And dagna a) 27. okt., b) 8. des. og c) 15 des. og 18. des. 2019.	45
Mynd 43. V 712 And og viðmiðsstjörnur.....	45
Myndir 44a-c. Miðja aðalmyrkva 27. október 2019 í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	46
Myndir 45a-c. Miðja aðalmyrkva þann 8. des. 2019, í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	46
Myndir 46a-c. Miðja aðalmyrkva 15. des. 2019, í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	46
Mynd 47a-c. Miðja aðalmyrkva 18. des. 2019, ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	46
Mynd 48a-c. Millimyrkvi, 18. des. 2019, ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O.	47
Mynd 49a-b. a) Dreifing athugana yfir 52 daga tímabil. b) Ákvörðun birtulotu. Niðurstöður: 0,3672 dagur.....	48
Mynd 50. Birtustöðurit V 712 And byggt á ákvarðaðri birtulotu eftir mæligögnum höfundar og AAVSO.....	48
Myndir 51a-b. a) Loftmassaferill 17. nóv. 2019. b) Algol og viðmiðsstjörnur.	49
Myndir 52a-b. Aðalmyrkvi 17. nóv. 2019 ákvarðaður í a) Peranso og b) Mira Pro.	50
Myndir 53a-b. a) Loftmassaferill WASP 12, 5. febrúar 2013. b) WASP 12 og viðmiðsstjörnur.	53
Myndir 54a-b. a) Loftmassaferill WASP 12, 5. jan. 2019. b) WASP 12 og viðmiðsstjörnur.	54
Myndir 55a-b. Mæld birtugildi WASP 12, þann a) 5. febrúar 2013 og b) 5. janúar 2019.	54
Mynd 56. Birtustöðurit, niðurstöður þvergangnanna til tímafrávíks.	55
Mynd 57. Fjöldi mæligagna yfir lengra tímabil verið dreginn saman, til þess að fá skýrari mynd á ljósferil.	55

Myndir 58a-b. a) Ljósdeyfing (dýpt myrkva).	55
Mynd 59. O–C rit yfir sama tímabil 245 mælingar.	56
Myndir 60a-b. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. a) Niðurstöður 5. febrúar 2013. b) Niðurstaða 5. jan 2019.	56
Myndir 61a-b. a) Loftmassaferill HAT-P-9, 25. janúar 2019 og b) HAT-P-9 og viðmiðsstjörnur.	57
Myndir 62a-b. a) Mæld birtugildi HAT-P-9 25. jan. 2019.	58
Myndir 63a-b. a) Tímalengd þvergöngu, frá 2007 (31 mæling). b) O–C rit á sama tímabili (36 mælingar).	58
Mynd 64. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. Niðurstöður mælinga 25. jan. 2019.	58
Myndir 65a-b. a) Loftmassaferill XO-6, 1. febrúar 2019. b) XO-6 og viðmiðsstjörnur. –.....	59
Myndir 66a-b. a) Mæld birtugildi XO-6 1. febrúar 2019. b) Dýpt þvergöngu, samkv. TRESKA.	60
Myndir 67a-b. a) Tímalengd þvergöngu, frá 2013 (12 mælingar). b) O–C rit á sama tímabili.	60
Mynd 68. Skinhlutfall, ráðið af birtuferil. Niðurstöður frá 1. feb. 2019.	60
Myndir 69a-b. a) Loftmassaferill HAT-P-19, 4. sept. 2019. b) HAT-P-19 og viðmiðsstjörnur.	61
Myndir 70a-b. a) Mæld birtugildi HAT-P-19, 4. sept. 2019. b) Dýpt þvergöngu, samkv. TRESKA.	62
Myndir 71a-b. a) Tímalengd þvergöngu, frá 2009-2019. b) O–C rit á sama tímabili.	62
Mynd 72 (t.v.). Skinhlutfall, ráðið af birtuferil.	62
Myndir 73a-b. a) Loftmassaferill Qatar 4, 25. okt. 2019. b) Qatar 4 og viðmiðsstjörnur.	63
Myndir 74a-b. a) Mæld birtugildi Qatar 4, 25. okt. 2019. b) Dýpt þvergöngu, samkv. TRESKA.	64
Myndir 75a-b. a) Tímalengd þvergöngu, frá 2015-2019. b) O–C rit á sama tímabili.	64
Mynd 76. Skinhlutfall. Niðurstöðurnar lýsa reikistjörnu með ~13% stærri geisla og 6% minni brautarhalla.	64
Myndir 77a-b. a) Loftmassaferill Qatar 1, 16. nóv. 2019. b) Qatar 1 og viðmiðsstjörnur.	65
Myndir 78a-b. a) Mæld birtugildi Qatar 1, 16. nóv. 2019. b) Dýpt þvergöngu, samkv. TRESKA.	66
Myndir 79a-b. a) Tímalengd þvergöngu, frá 2010-2019. b) O–C rit á sama tímabili.	66
Mynd 80. Skinhlutfall, ráðið af birtuferil.	66
Myndir 81a-b. a) Loftmassaferill HAT-P-53, 13. nóv. 2019. b) HAT-P-53 og viðmiðsstjörnur.	67
Myndir 82a-b. a) Mæld birtugildi HAT-P-53, 13. nóv. 2019. b) Dýpt þvergöngu, samkv. TRESKA.	67
Myndir 83a-b. a) Tímalengd þvergöngu, frá 2011-2019. b) O–C rit á sama tímabili.	68
Mynd 84. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli.	68
Myndir 85a-b. a) Loftmassaferill WASP 33, 18. nóv. 2012. b) WASP 33 og viðmiðsstjörnur.	69
Myndir 86a-b. a) Loftmassaferill WASP 33 25. nóv. 2019. b) WASP 33 og viðmiðsstjörnur.	70

Myndir 87a-b. Mæld birtugildi WASP 33 þann a) 18. nóv. 2012 og b) 25. nóv. 2019.....	70
Myndir 88a-b. a) Ljósdeyfing (dýpt myrkva),og b) lengd þvergöngu. blá gildi eru mælingar höfundar.	71
Mynd 89. O–C rit yfir sama tímabil, 185 mælingar. Blá gildi eru mælingar höfundar.	71
Myndir 90a-b. Skinhlutfall, ráðið af birtuferil. a) Niðurstöður 18. nóv. 2012.. b) Niðurstaða 25. nóv. 2019.....	71
Myndir 91a-b. a) Loftmassaferill HAT-P-38 26. nóv. 2019. b) HAT-P-38 og viðmiðsstjörnur.....	73
Myndir 92a-b. a) Mæld birtugildi HAT-P-38, 26 nóv. 2019. b) Dýpt þvergöngu, samkv. TRESCA.	74
Myndir 93a-b. a) Tímalengd þvergöngu, frá 2011-2019. b) O–C rit á sama tímabili.....	74
Mynd 94. Skinhlutfall. Niðurstöður lýsa reikistjörnu með >9% stærri geisla og 2% meiri brautarhalla.	74
Mynd 95. Lausþyrpingin NGC 7654 (Messier 52). Myndin var tekin með 40 cm spegil-/linsusjónauka.	77
Mynd 96. NGC 7654 er efst vinstra megin við miðju, ofan við ljómpökuna NGC 7635 (Bólupokan)	78
Mynd 97. NGC 7654. Hringirnir (rauðar brotnar línur) eru þvermál kjarna og kórónu.....	80
Mynd 98. Fjöldi stjarna innan hvers tiltekins sýndarbirtustigs, í B og V litsviði.	81
Myndir 99a-b. a) Samanburður til þess að kanna áreiðanleika niðurstaðna. b) Þéttleikasnið.	82
Mynd 100. NGC 7654 mátuð á meginröð. Litvísir (B–V) er á þverás og reyndarbirtustig (M_v) á lóðás.	83
Mynd 101. Meginraðarstjörnur mismunandi litrófsflokka, til glöggvunar.	85
Mynd 102. Litróf α Aquilae (rauð lína), sem flokkast sem A7 IV-V stjarna.	86
Mynd 103. Litróf P Cygni einkennt af fjölda geislunarlína með uppruna til vetnis, helíns og fl. frumefna.	87
Myndir 104a-b. a) Birtustöðurit af ljóssveiflu δ Cephei. b) δ Cephei mátuð við jafnaldurslínur.....	88
Mynd 105. Delta Cephei (δ Cep) er F5 Ib – G1 Ib stjarna.	89
Mynd 106. Bjartasta stjarnan er rauði ofurrisinn μ Cephei (Erakis), staðsett í jaðri ljómpökunnar IC 1396.	90
Mynd 107. Litróf μ Cephei, flokkuð sem M2e Ia stjarna, inniheldur fjölda TiO gleypniflúorlína.....	90
Mynd 108. Samanburður litrófs β Cyg _A (rauð lína, bjartari stjarnan) og β Cyg _B (blá lína).....	91
Myndir 109a-b. a) Tvístirnið 61 Cygni. b) Litróf 61 _A og 61 _B Cygni, sem eru flokkaðar K5V og K7V stjörnur.....	92

Töfluskra

Tafla/Table 1. Miðmyrkvar V 473 Cam 28.-29. des. 2018, spá vefsíðu B.R.N.O.	26
Tafla/Table 2. Myrkvar OT UMa 15. og 18. feb. 2019, samkvæmt spá á vefsíðu B.R.N.O.	30
Tafla/Table 3. Mælingar úr gagnagrunni B.R.N.O., auk höfundar, voru notaðar til þess að ákvarða birtulotu, viðmiðstíma og meta tímafrávik í tveim O—C ritum.	31
Tafla/Table 4. Niðurstöður yfir birtulotu OT UMa, byggðar á átta aðalmyrkvum og sjö millimyrkvum.	32
Tafla/Table 5. Stikar sem mátuðust best í líkan af OT UMa.	34
Tafla/Table 6. Myrkvi GY Psc 26. okt. 2019, samkvæmt spá á vefsíðu B.R.N.O.	36
Tafla/Table 7. Niðurstöður yfir birtulotu GY Psc.	36
Tafla/Table 8. Rauntíma—spátíma tafla fyrir tímafrávik GY Psc.	37
Tafla/Table 9. Ákvarðaðir miðmyrkvar GY Psc bornir saman við ýmsar spár.	38
Tafla/Table 10. Myrkvar V 801 And 18. og 19. okt. 2019, samkvæmt spá á vefsíðu B.R.N.O.	41
Tafla/Table 11. Niðurstöður yfir birtulotu V 801 And,	41
Tafla/Table 12. Vísar til þess að gera tilgátulíkan af V 801 And.	43
Tafla/Table 13. Millimyrkvi V 712 And, þann 27. okt. 2019, samkvæmt spá á vefsíðu B.R.N.O.	47
Tafla/Table 14. Niðurstöður yfir birtulotu V 712 And.	47
Tafla/Table 15. Tímaákvörðun Algolmyrkva 17. nóv. 2019.	50
Tafla/Table 16. Yfirlit athugana á NGC 7654.	80
Tafla/Table 17. Viðmiðsstjörnur í ljósmælingum.	81
Tafla/Table 18. Fjöldi stjarna sem voru mældar innan tiltekins birtustigs.	81
Tafla/Table 19. Helstu litrófsflokkar MK kerfisins og megineinkenni þeirra.	85

Um orðanotkun og fræðihugtök

Hér eru notuð fræðiorð og hugtök úr stjörnufræði sem hafa verið þýdd úr ensku yfir á íslensku af Orðanefnd Stjarnvísindafélags Íslands og eru birt í orðaskrá og á vefsíðu Almanaks Háskóla Íslands. Orðaskráin var fyrst prentuð árið 1996. Hún birtist síðar á vefsvæði Almanaksins sem ensk-íslensk og íslensk-ensk orðaskrá og hafa þær verið uppfærðar þar, eftir því sem ástæða hefur verið til. Fræðiorð eru því ekki útskýrð sérstaklega í þessari samantekt en lesendur sem þykja orðin framandi eru hvattir til að nota vefsíðu orðaskrárinnar (www.almanak.hi.is/isl-ensk.html) til hliðsjónar í lestrinum, til þess að öðlast skilning á við hvað er átt.

Önnur orðanotkun

Eftirfarandi orð koma oft fyrir en hafa ekki verið tekin fyrir, skilgreind eða viðurkennd af Orðanefnd Stjarnvísindafélags Íslands. Þau eru því ekki útskýrð í orðaskrá á vefsíðu Almanaks Háskóla Íslands en nýtast vel til skýringa á umræðuefninu sem hér er fjallað um.

- Athugun** (enska: observation) Stjörnuathugun, þegar fylgst er með tilteknu viðfangsefni til þess að afla gagna [t.d. ljósmælingar] til frekari úrvinnslu. Í þessu felst gagnaöflun þar sem notuð eru mælitæki og litsíur sem eru viðurkennd til mælinga á stjarnfyrirbærum.
- Birtulota** (e. period) Umferðartími myrkvatvístirna. Sama og **lota**, **birtusveifla** eða **umferðartími** í orðaskránni. Innan hennar eiga tveir myrkvur sér stað, *aðalmyrkvi* og *millimyrkvi* (nefndur seinni myrkvi í fyrstu skýrslu). Orðið er notað hér til að undirstrika staka brautarferð umhverfis samþungamiðjuna, því að lota (sjá neðar) er notað fyrir enska orðið *cycle*.
- Birtusveifla** (e. periodic dips) Birtumunur hámarksbirtu og lágmarksbirtu myrkvastjörnu.
- Lota** (e. cycle) Sama og birtulota en notað í umfjöllun um rauntíma – spátíma (O–C rit) til að tilgreina fjölda [birtu]lotna frá tilteknum viðmiðstíma, þegar frávik á tímum eru metin.
- Mæling** (e. measurement) T.d. þegar ljósflæði breytistjörnu og viðmiðsstjarna eru mæld af myndum (mæligögnum) og borin saman, til þess að ákvarða birtustyrk viðfangsefnis.
- Skinhlutfall** (e. geometry) Mæld áhrif birtudeyfingar á heildarskin stjörnu þegar fjarreikistjarna er í þvergöngu.
- Spátími** (e. eclipse prediction) Uppgefinn [spá]tími á væntanlegum myrkvum, ákvarðaður út frá *viðmiðstíma*, *birtulotu* og fjölda lotna.
- Viðmiðsmæling** (e. differential photometry) Ljósmæling þar sem birtustyrkur viðfangsefnis er borinn saman við ljósstyrk stjarna sem eru á viðurkenndu birtustigi.

Þegar sagt er frá ljósmælingum sem eru gerðar með litsíum (t.d. B litsía = blá, V litsía = græn, R litsía = rauð) er sá ritháttur hafður að ef birtustig tiltekinnar stjörnu er viðurkennt (e.: published/accepted) er það ritað með hástaf, t.d. *B* eða *V*. Einnig er ritaður hástafur þegar verið er að segja frá gerð lit- eða ljóssíu, sem hefur verið notuð. Þegar ritaður er lágstafur, t.d. *b* eða *v* er um að ræða birtustigsgildi sem hefur ekki verið leiðrétt fyrir áhrifum loftmassa, ljósbroti eða mælitæki.



Mynd/Fig 1. Dimmur gashnoðri, auðkenndur LDN 1622, ber í daufa ljómpöku sem liggur í sveig um Óríonsmerkið og er auðkennd „Baugur Barnards“. Aðeins brot af þeirri víðáttumiklu geimpöku sést hér. Myndina tók höfundur með 11 cm lithreinum linsusjónauka og einlitri H α litsíu. Myndin er til uppfyllingar og ekki tengd efni skýrslunnar að öðru leyti. – The dark nebula LDN 1622 appears in front of a vast, faint emission nebula, identified as “Barnards Loop” in Orion. This image shows only a fraction of that extensive cloud. It was captured by the author who used a 110 mm apochromatic refractor and a narrowband H α filter. The image is complimentary and unrelated to the content of this report.

Inngangur

Þetta er fjórða samantektin um stjörnuathuganir sem hafa verið gerðar í Hornafirði síðan 2013. Þær sem nú eru kynntar voru flestar gerðar árið 2019. Ákvarðaðir voru miðmyrkvar myrkvatvístirnanna V 473 Cam, OT UMa, GY Psc, V 801 And, V712 And og Algol, og tími þeirra borinn saman við spátíma. Jafnframt eru birt kennileg líkön af þremur þeirra. Fylgst var með þvergöngum fjarreikistjarnanna WASP 12b, HAT-P-9b, XO-6b, HAT-P-19b, Qatar 4b, Qatar 1b, HAT-P-53b, WASP 33b og HAT-P-38b. Auk þess er sagt frá fjarlægðarákvörðun á lausþyrpingunni NGC 7654 og að lokum litrófsmælingum á breytistjörnum og tveim tvístirnnum frá hausti 2019.

Niðurstöður mælinga á myrkvatvístirnnum og fjarreikistjörnum hafa ætíð verið sendar í alþjóðlegan gagnagrunn *Brno Regional Network of Observers* (B.R.N.O.) og *TRansiting ExoplanetS and Candidates* (TRESKA), sem eru deildir í Stjörnufræðifélagi Tékklands. Ásamt því að verða aðgengilegar alþjóðlega stjörnufræðisamfélaginu þá birta vefsíðurnar niðurstöður sem eru nýttar í samantektina. Niðurstöður mælinga sem höfundur hefur gert á undanförunum árum hafa m.a. verið birtar í nettimaritinu *Open European Journal on Variable Stars* (Juryšek o.fl. 2017) og grein Gajdoš o.fl. (2019). Einnig hafa niðurstöður nýst í stjörnufræðiverkefni í Asíu. Á hinn bóginn hafa framlög annarra athugenda úr gagnagrunnum *The American Association of Variable Star Observers* (AAVSO 2020), B.R.N.O. (2020) og TRESKA (Poddaný, Brat & Pejcha 2010) verið notuð í nokkur verkefni sem sagt er frá.

Sem fyrr gefur Náttúrustofa Suðausturlands út þessa samantekt. Fyrri skýrslur hafa komið út árin 2016, 2018 og 2019. Þær eru opnar og aðgengilegar á vefsetri Náttúrustofu Suðausturlands (<https://nattsa.is/utgefid-efni/>). Ástæðan fyrir útgáfunni er að birta og halda utan um niðurstöður stjarnfræðilegra mælinga sem eru gerðar hér á landi og flokkast sem vísindalegt framlag ljósmælinga á tilgreindum fyrirbærum.

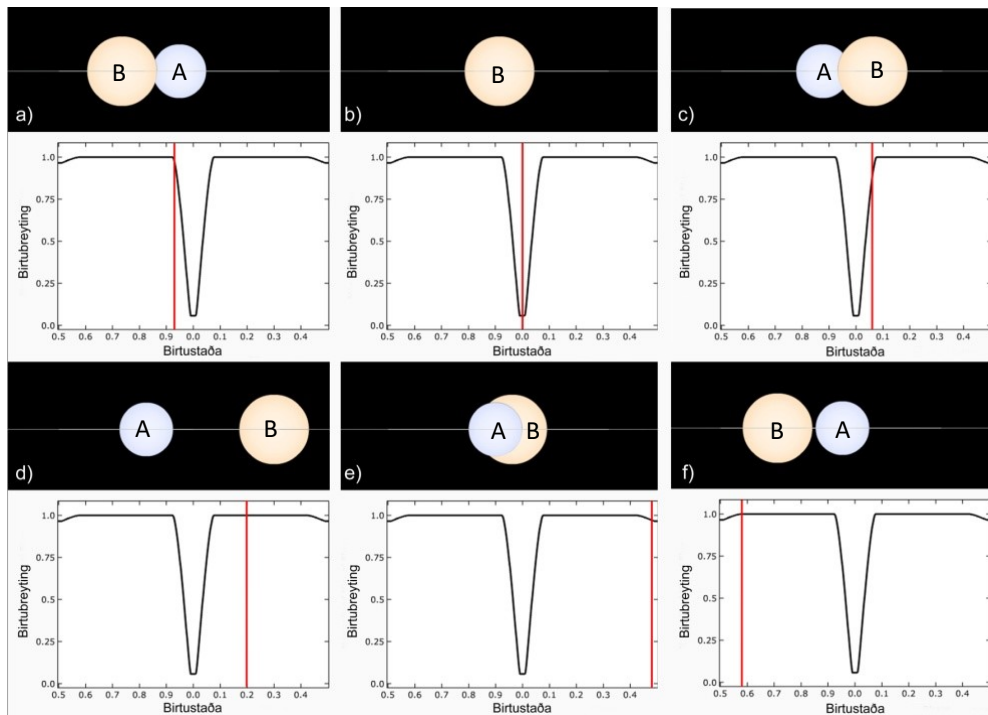
1.1 Viðfangsefni og athuganir

Ljósmælingar upplýsa um sveiflur í ljósstyrk breytistjarna, þ. á m. myrkvatvístirna, eða þegar fjarreikistjörnur eru í þvergöngu. Þær síðarnefndu flokkast ekki til breytistjarna enda birtusveiflurnar annars eðlis. Breytistjörnur skipa aftur á móti tvo meginflokka og innihalda fjölda undirhópa er skilgreinast af hegðun stjarnanna: 1) *Eiginlegar* breytistjörnur, þar sem orsakir birtubreytinga eru í innviðum stjarnanna. Sem dæmi, þegar stjörnur þróast (eldast) verða þær óstöðugar sem m.a. kemur fram í breytingum á birtu. 2) *Óeiginlegar* breytistjörnur, þegar birtubreytingar orsakast af ytri aðstæðum, t.d. fylgistjörnu eða umhverfi stjörnnar.

1.1.1 Myrkvatvístirni¹

Myrkvatvístirni flokkast undir óeiginlegar breytistjörnur. Stjörnnar sem mynda þau deila samþungamiðju, en aðgreinast ekki í sjónaukum vegna innbyrðis nálægðar og fjarlægðar frá jörðu. Því sést aðeins „stök“ stjarna. Ef þær ganga hvor fyrir aðra, séð frá athuganda, verður breyting á heildarbirtu kerfisins. Athugandi sér birtu „stjörnnar“ deyfast eða styrkjast. Birtudeyfingin er nefnd myrkvi og í hverri umferð (eða lotu) verða tveir slíkir (mynd 2). *Aðalmyrkvi* (e. primary eclipse) verður þegar daufari stjarnan (B) gengur fyrir þá bjartari (A) og skerðir birtuna frá henni. *Aðalmyrkvi* er jafnan dýpri en *millimyrkvi* (e. secondary eclipse), en þá gengur daufari stjarnan á bak við þá björtu. Aðal- og millimyrkvar geta verið jafndjúpir en breytileiki myrkvadýptar ræðst af fjölda eðlislægra þátta í þessum stjörnukerfum (Bradstreet & Steelman 2002). Þeir eru ekki útskýrðir nánar hér en ævinlega er bent á viðeigandi heimildir. Tími á milli t.d. tveggja aðalmyrkva er nefnd birtulota hér en einnig er notað orðið lota eða sveiflutími (BAA 2015). Birtulotan er í raun umferðatími tvístirnisins og á mynd 2 er reynt að útskýra atburðarásina fyrir dæmigerða Algol-myrkvastjörnu.

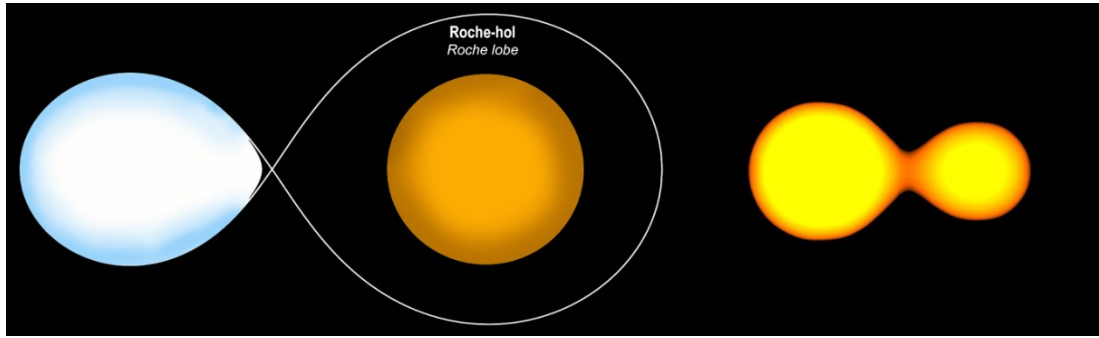
¹ Kaflinn var ritaður fyrir þriðju samantekt en er uppfærður og endurbirtur hér til útskýringa fyrir lesanda.



Mynd/Fig. 2. Atvik í birtulotu Algol-myrvkvatvístirnis (EA) er í efri myndröðum og birtuferill í þeim neðri. Birtustaða (tími) er á þverás en birtubreyting á lóðás. Svört lína (birtuferill) lýsir birtubreytingu á tíma og rauð lóðstrik bera í atburðarásina eftir afstöðu stjarnanna, sem birt er fyrir ofan. **a)** Aðalmyrkvi hefst þegar daufari stjarna (B) gengur fyrir þá bjartari (A). **b)** Myrkvinn er dýpstur þegar A hylst sjónum; miðja aðalmyrkva. **c)** A sést aftur og heildarbirta eykst. **d)** Birta kerfisins (báðar stjörnur) í hámarki. **e)** Millimyrvki (mun grynri) hefst þegar B gengur bak við A. **f)** Millimyrvka lokið, birta nær aftur hámarki. — The composite demonstrates an EA type eclipse (above) and the period (below). Time is on the x-axis and magnitude on the y-axis. The black line represents the observed flux changes over the period and the red vertical line represents the moments of action. Byggt á/Based on: <http://astro.unl.edu/classaction/animations/>.

Myrvkvatvístirni skilgreinast í megindráttum í Algol- (EA), Beta-hörpu- (EB) og W Ursae Majoris-stjörnur (EW) og eru undirflokkuð eftir eðli myrkvanna (BAA 2015). Undirgerðirnar eru sex; 1. ótvinnuð tvístirni, 2. hálfvinnuð, 3. nærtvinnuð, 4. samtvinnuð, 5. hjúpsnertistjörnur og 6. tvenndartvístirni. Aðgreiningin ræðst m.a. því hve þéttstæðar stjörnur eru og hve nærri Lagrangian-jafnmættisfleti yfirborð stjarnanna er. Kúlulögun eða aflögun stjarnanna stýrist af massahlutfalli, snúningshraða og innbyrðis fjarlægð (Bradstreet & Steelman 2005). Birtulota og birtusveifla flestra þessara gerða er því ólík. Myrvkvadýpt Algol-stjarna (eftirleiðis EA) getur numið 1,5-3 birtustigum (bst.), og birtulotur spanna frá hluta dags til margra ára (BAA 2015). Stjarnan Epsilon (ε) Aurigae hefur lengstu birtulotu sem þekktist, 27,1 ár (sjá Snævarr Guðmundsson 2018). Beta-hörpu-stjörnur (eftirleiðis EB) eru svo þéttstæðar að önnur stjarnan eða báðar afmyndast vegna þyngdaráhrifa og taka lögun sporvölu (mynd 3a). Aðalmyrkvar EB-stjarna geta verið djúpir en stöðug breyting er á ljósstyrk á milli aðal- og millimyrvka, ólíkt því sem gerist hjá EA-stjörnum, sbr. mynd 2 (BAA 2015).

Stystan umferðartíma hafa EW-stjörnur, yfirleitt skemmri en einn dag. Þær snúast 1-3 sinnum á dag umhverfis samþungamiðjuna, sem leiðir til ~2-6 myrkva á sólarhring (Gettel o.fl. 2005; Otero o.fl. 2015). Stjörnur snerta hvor aðra og aflagast í sporvölu (mynd 3b). Þær eru nefndar sporvölbreytur. Roche-holrúm stjarnanna hafa fyllst og yfirflæði gass veldur því að sameiginlegur gashjúpur umlykur tvístirnið (Lucy 1968). Í birtusveiflum kemur fram eðli tvístirnakerfisins á ákveðinn hátt en misdjúpir og mislangir myrkvar skýrast af t.d. ólíkum massa stjarnanna og hita (Bradstreet & Steelman 2005). Birtubreytingar EW snertitvístirna eru yfirleitt <0,8 sýndarbirtustig (bst.). Þær eru þess eðlis að ekki verður ákvarðað hvað er upphaf eða endir myrkvanna (Otero o.fl. 2015). Umferðartími um samþungamiðjuna er engu að síður ákvarðaður út frá t.d. miðju aðalmyrkva.



Myndir/Fig. 3a-b. a) Beta-hörpu stjarna (EB) stjarna og b) *W Ursa Majoris* (EW) snertivíðstirni (sjá texta). — a) Beta (β) Lyrae (EB) is a eclipsing binary on which the two component stars are so close that the mutual attraction distort their spheres. b) *W Ursa Majoris* (EW) stars are overcontact binaries, and share a common atmosphere. Byggt á/Based on BAA (2015).

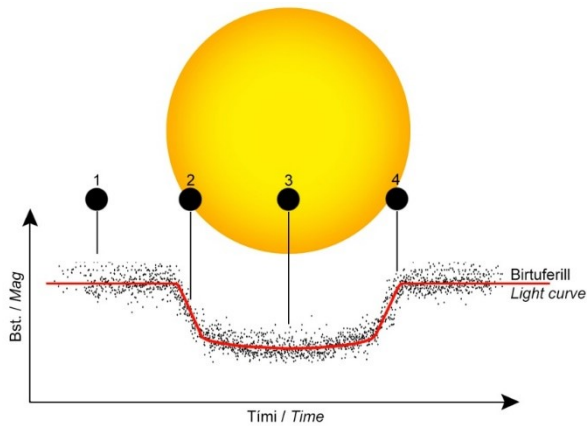
Myrkvatvístirni henta vel í stjörnuathuganir hér á landi, þar sem veðurfar er duttlungafullt og bjartviðri fátíð. Ástæðan er sú að það má afla gagna í nokkrar klukkustundir, endurtaka athuganir við fleiri tækifæri og með tímanum draga fjölda mælinga saman til þess að öðlast mynd af birtulotu tvístirnakerfisins. Af þeirri ástæðu er lögð nokkur áhersla á þessa gerð. Þó að myrkvatvístirni flokkist sem óeiginlegar breytistjörnur, sýna mörg engu að síður ljósbreytingar sem benda til eiginlegra breytistjarna (VSX 2020).

1.1.2 Fjarreikistjörnur²

Tæpum áratug fyrir lok 20. aldar var staðfest að reikistjörnur eru á braut um fjarlæggar sólstjörnur. Þær eru nefndar fjarreikistjörnur eða fjarhnettir (e. exoplanets). Að finna slíka er best líkt við leitina að nálinni í heystaknum. Ein ástæðan er sú að skín móðurstjarna er svo yfirgnæfandi að reikistjörnurnar sjást nær aldrei. Fjarreikistjörnur eru því leitaðar uppi með öðrum aðferðum, eins og lotubundnum hliðaráhrifum á móðurstjörnu. Vangaveltur um tilvist reikistjarna utan sólkerfisins eru ekki nýjar af nálinni. Á 19. og 20. öld töldu menn sig hafa fundið slíkar í nokkrum tilvikum (See 1896; Van de Kamp 1969; Bailes o.fl. 1991). Um miðja 20. öld reyndi rússnesk-bandaríski stjörnufræðingurinn Otto Struve (1897-1963) að afla stuðnings í leitina að fjarreikistjörnum og sagði: „Meðal mest brennandi spurninga sem stjörnufræðin þarf að leysa er hvort reikistjörnur séu algengar á braut um aðrar stjörnur í vetrarbrautinni en sólina.” (Struve 1952). Belgískur stjörnufræðingur, van de Kamp (1901–1995) að nafni, kynnti árið 1963 lotubundna veltu í hreyfingu Barnard-stjörnnar (í Naðurvalda) sem hann taldi orsakast af þyngdarhrifum óséðrar reikistjörnu (van de Kamp 1963, 1969). Barnard-stjarnan er rauð dverg stjarna, sú fjórða nálægasta frá sól (5,96 ljósár). Tilvist reikistjörnu var lengi tekin gild en var aldrei staðfest með seinni tíma mælingum. Nú er talið að de Kamp hafi orðið fyrir barðinu á göllum í mælitækjum (Kent 2001).

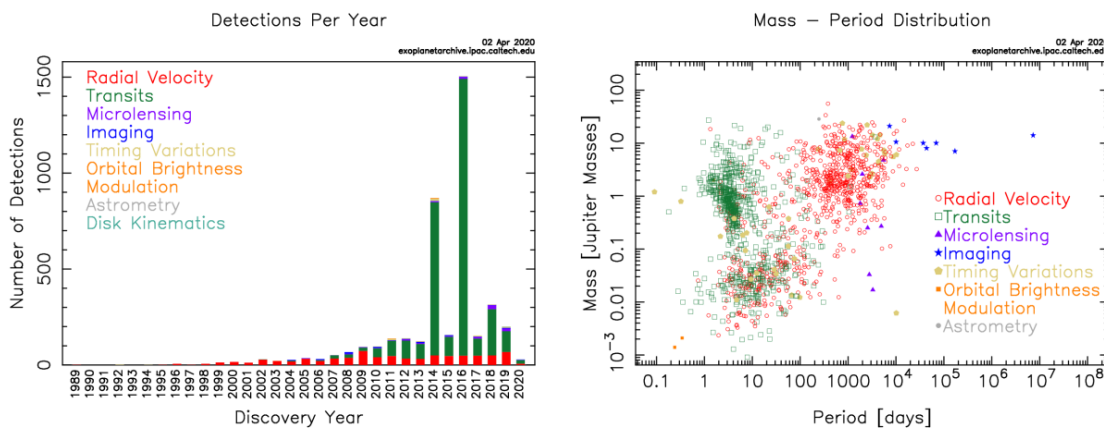
Árið 1992 bárust tíðindi af tífstjörnu, auðkenndri sem PSR 1257+12 (fjarlægð ~1000 ljósár). Tímabundin tíðnislög (pulsar timing) gáfu til kynna tvær reikistjörnur. Sú þriðja var staðfest 1994 (Wolszczan & Frail 1992; Konacki & Wolszczan 2003). Þrem árum fyrr hafði fylgihnöttur uppgötvast þegar rýnt var í litróf HD 114762 í Bereníkuhaddi. Óséði fylgihnötturinn var fyrst talinn brúnn dvergur (Latham o.fl. 1989; Hale 1995; Burgasser 2008) en Cochran o.fl. (1991) töldu möguleika á að þetta væri reikistjarna. Fylgihnötturinn, HD 114762b, er nú auknefnd *reikistjarna Lathams*, og talinn >10 Júpítermassar (Kane o.fl. 2011). Reikistjarna fannst árið 1995 við meginraðarstjörnuna 51 Pegasi, sem er í ~50 ljósára fjarlægð frá sól (Mayor & Queloz 1995). Árið 1999 uppgötvaðist sú fyrsta sem þvergekk fyrir móðurstjörnu sína, séð frá jörðu (mynd 4). Fjarreikistjarnan HD 209458b fannst með litrófsmælingum en ljósmælingar staðfestu tímabundna birtudeyfingu þegar reikistjarnan var í þvergöngu (Henry o.fl. 2000; Charbonneau o.fl. 2000).

² Þessi kafli var ritaður fyrir þriðju samantekt en er uppfærður og endurbirtur til útskýringa fyrir lesanda.



Mynd/Fig. 4. Rauð lína er ferill birtubreytingar þegar fjarreikistjarna er í þvergöngu. Punktar eru mæld gildi. 1) Fjarreikistjarna utan þvergöngu. 2) Þverganga hafin (innganga) og birtan að deyfast. 3) Fjarreikistjarnan í miðri þvergöngu. 4) Þvergöngu að ljúka (útganga) og birta móðurstjörnu að ná fyrri styrk. — Red curve is the light dip during an exoplanet transit but the dots demonstrate a typical measured flux. 1) Planet out of transit. 2) Ingress recently started and brightness is fading. 3) Exoplanet at mid-transit. 4) Planet during egress, host star reaches previous magnitude.

Til þess að gera langa sögu stutta, þá hafa sífellt fleiri fjarreikistjörnur fundist. Í apríl 2020 höfðu 4152 fjarreikistjörnur verið staðfestar (NASA 2020). Þegar þetta er lesið eru þær tölur líklega löngu úreltar. Flestar hafa uppgötvast við þvergöngu, en aðrar með lifrófs- eða stjarnhnitamælingum (mynd 5a-b). Mun færri hafa fundist með öðrum aðferðum (EPE 2020; NASA 2020). Flestar fjarreikistjörnur flokkast sem *heitir Júpíterrisar* en síðustu árin hafa fundist smærri reikistjörnur, myndaðar úr bergi. Leit að fjarreikistjörnum og rannsóknir á þeim er einn af vaxtarsprotum stjarnvísinda nútímans og er mikið lagt í hana. Gervitungl og stjörnustöðvar skanna vetrarbrautina kerfisbundið og leita vísbendinga (NASA 2020).



Myndir/Fig. 5a-b. a) Fjöldi staðfesta fjarreikistjarna hvert ár frá síðasta áratug 20. aldar í apríl 2020. Leitaraðferðirnar eru (talið ofan frá): breytingar í sjónlínuhraða (radial velocity), þvergöngur (transits), örlinsuhrif (microlensing), ljósmyndun (imaging), tímafrávik (timing variations), birtuhrif á sporbraut (orbital brightness modulation), stjarnhnitamælingar (astrometry) og skífuhreyfing (disk kinematics) b) Dreifing umferðartíma í dögum (þverás) við massa reikistjarnanna (lóðás), sem fundist hafa. — a) The number of detected exoplanets, confirmed to the end of April 2020 and the methods of detection. b) The mass - period distribution. Myndir fengnar frá /Figures provided by NASA (2020).

1.1.3 Ljósælingar á breytistjörnum

Breytistjörnurannsóknir gefa mikilvæga sýn á eðli og þróun stjarna og eiginleika eins og massa, þvermál, birtu, hita og samsetningu (Saladyga 2013). Til þess að öðlast skilning á hegðun þeirra eru fjölmargar breytistjörnur vaktaðar kerfisbundið, margar hverjar áratugum saman eða lengur. Engar stjörnustöðvar sinna svo yfirgrípsmiklu verki enda tímafrekt og fjöldinn mikill. Stjörnufræðingar njóta því liðsinnis stjörnuáhugamanna sem geta aflað gagna með tilskildum búnaði. Um er að ræða eitt örfárra rannsóknasviða í stjarnvísindum þar sem framlag áhugamanna kemur að gagni. Athugunum má sinna á fjölda breytistjarna af því að margar þeirra eru nægilega bjartar fyrir dæmigerða sjónauka stjörnuáhugamanna. Tækni framfarir í sjóntækjasmíði og ljósnæmum myndnemum hafa orðið til þess að sama nákvæmni næst í ljósmælingum með litlum sjónaukum og fékkst

einungis áður fyrr með stórum sjónaukum. Fyrir langtímavöktun er því mjög gagnlegt að fjöldi stjörnuathugenda afli upplýsinga af sömu stjörnunni. Hnatræn dreifing athugunarstaða þýðir einnig að sérstök viðfangsefni má vakta stöðugt.

Þeir sem stunda athuganir á breytistjörnum skrá birtustig og tíma og senda niðurstöður í gagnasöfn. Mæligögnum er m.a. safnað í gagnagrunn *International Variable Star Index (VSX)*, sem er viðhaldið af AAVSO og B.R.N.O. við *Brno* stjörnustöðina í Tékklandi og *Suhora* stjörnustöðina í Póllandi. Mæligögnin eru yfirfarin af stjörnufræðingum áður en þau eru aðgengileg. Þau eru öllum opin á netinu og nýtast í rannsóknir. Fjöldi breytistjarna sem er skráður í gagnasafni VSX í apríl 2020 var 1 436 010 (VSX 2020).

1.1.4 Þvergöngu-tímafrávik fjarreikistjarna

Eftirfylgni á þvergöngu fjölda fjarreikistjarna er hægt að sinna með meðalstórum stjörnusjónaukum. Ljósæmar myndflöguvélar nema birtumuninn þegar stórar fjarreikistjörnur ganga þvert í skin móðurstjarna sinna. Yfirleitt eru það heitir Júpíterrisar, á sporbrautum afar nærri móðurstjörnunum. Markmið vöktunarmælinga er að meta hvort breytingar verði á lengd eða dýpt þvergöngu eða hvort tímafrávik verði á umferðartíma reikistjarnanna. Það er nefnt *þvergöngu-tímafrávik* (e. Transit-Timing Variations: TTV). Aðferðin er afar gagnleg til þess að vakta hvort óséðar reikistjörnur, jafnvel eins smáar og jörðin, hafi áhrif á umferðartíma stærri reikistjarna í stjörnukerfunum. Umferðartími fjarreikistjarna sem höfundur hefur fylgst með er innan við fjórir dagar, og massinn á bilinu 0,46-7,34 Júpítermassar (mynd 5b). Þvergöngur taka nokkrar klukkustundir og þá dofna birta móðurstjörnu smávægilega. Það er sjaldnast >1,5% af birtustyrk móðurstjarnanna. Dýpt þvergöngu er jöfn hlutfalli geisla reikistjörnunnar og geisla móðurstjörnu í öðru veldi. Því má ákvarða geisla reikistjörnu ef geisli móðurstjörnu er þekktur. Áhrifin á heildarskin móðurstjörnunnar er hér nefnt *skinhlutfall*. Ljósferill vegna þvergöngu fjarreikistjarna er ólíkur birtubreytingum myrkvastjarna.

Ljósæmingar á fjarreikistjörnum eru nákvæmnisverk og árangur er háður tækjum, uppsetningu þeirra, aðferðunum sem eru notaðar, veðri og viðfangsefnum. Niðurstöðurnar verða stundum misskýrar vegna þessara þátta. Alþjóðleg vefsetur taka við og meta gæði mælinga og safna saman í gagnagrunn. Gagnasafnið sem mæligögn eru send til heitir *Exoplanet Transit Database (ETD)* og er vefsetrið í Tékklandi (Poddanyý o.fl. 2010). Gögnin nýtast til þess að tímasetja mörk inngöngu (e. ingress), miðju og útgöngu (e. egress) auk brautarhalla.

1.2 Tækjabúnaður

Gagna var oftast aflað með Meade LX 200, 40 cm SCT f/10 ACF spegil- og linsusjónauka og SBIG STL11kM CCD myndflöguvél. Brennivíddarstyttrir á sjónaukanum gerir brennihlutfallið f/7. Myndað er með Astrodon B (blue) og V (visual) litsíum. Sú fyrrnefnda hleypir ljósi í gegn á tíðnibili sem augað greinir blátt en sú síðarnefnda sem við sjáum grænt. Litsíurnar eru sniðnar að UBVR_I-kerfinu sem var upphaflega hannað af Johnson/Cousins og síðar Bessel, og eru ætlaðar til stjarnfræðilegra ljósmælinga (Goldman, Henden, Schuler 2005; Henden 2009; Mermilliod, Hauck & Mermilliod 2015). Frá 2018 hefur einnig verið notuð R litsía (einnig frá Astrodon) úr sama kerfi. Við athuganir á fjarreikistjörnum var notuð svonefnd **eXOPlanet-ClearBlueBlocking (XOP-CBB)** litsía; sú útilokar UV og blátt ljós en hleypir í gegn öðrum bylgjulengdum sýnilega litrófsins (Gary 2010).

Árið 2019 voru Baader litsíur (litsvið BVH α) teknar í gagnið, til þess að auka gagnaöflun á stjörnum. Þær eru á Zwo ASI174MM-C kældri myndavél sem er með svart-hvíta CMOS myndflögu. Vélin getur myndað stöðugt, öfugt við SBIG CCD vélin en fram að þessu hefur þurft að vista myndir handvirkt eftir sérhverja töku. Fyrir vikið má stýra flæði mynda í gagnaöflun, þ.e. ákveða tókulengd og hvort bil skuli vera á milli mynda. Myndavélin er tengd á Skywatcher Evostar ED 80mm lithreinan linsusjónauka sem situr í Celestron AVX þýsku sjónaukastæði. Leiðsögukíkir (e. guidescope) stýrir tækinu svo einungis þarf lítilegt eftirlit á meðan gagnaöflun stendur. Með þessu mælitæki var gagna aflað fyrir nokkur viðfangsefni sem sagt er frá. Einn kostur er sá að þau má auðveldlega flytja á milli landshluta eða landa, og raunin er að það hefur verið gert.

1.3 Aðferðir

Til gagnaöflunar er sama aðferðin alltaf notuð, hvort sem um er að ræða myrkvastjörnur, þvergöngur fjarreikistjarna eða lausþyrpingar. *Raunmyndir* eru teknar, einnig *ólýstar myndir* (til þess að draga frá suð rafsviðs í myndflögu) og *jafnlýsimyndir* til næmijöfnunar raunmynda (Gary 2010). Ef tókutími er stuttur eru notaðar *bias myndir* til frádráttar. Helsta breytan eru tókutími og fjöldi mynda, sem ræðst af viðfangsefnum hverju sinni. Því nægir að taka saman yfirlit um aðferðirnar hér og sleppa því í meginmáli sérhvers kafla. Þar er þó greint frá aðstæðum við gagnaöflunina, t.d. lengd myndatöku, á hvaða tíma þær stóðu yfir, fjöldi mynda, hæð stjörnu yfir sjóndeildarhring og annað sem getur haft áhrif á myndgæði og þar með niðurstöður. Raunmyndirnar eru alltaf leiðréttar áður en stjörnur eru ljósmældar af þeim.

Í mælingum er notuð viðmiðsljósmæling en þá er birtustyrkur breytistjörnu borinn saman við styrk nálægra stjarna með viðurkennt stöðugt birtustig. Aðferðin hefur verið rakin í skýrslum höfundar, en er skýrð fræðilega í Gary (2010) og AAVSO (2015, 2020). Í mælingum á myrkvastjörnum og fjarreikistjörnum, þegar ætlunin er að tímasetja myrkva eða þvergöngur, er birtustyrkurinn ekki stilltur af með umbreytistuðlum, en þeirri góðu reglu ætíð fylgt, að mæla ekki stjörnur sem eru neðar en 45° yfir sjóndeildarhring, til þess að lágmarka ljósbrot og áhrif lofthjúps. Þegar ljósmælingarnar ganga út á að meta sýndarbirtu, reyndarbirtu eða bera lit stjarna saman (t.d. B—V) eða mælingar á stjörnuþyrpingum eru slíkar leiðréttingar viðhafðar, ráðið af hæð stjörnu. Þá er birtustig stjarna stillt af með umbreytistuðlum svo að mæld birtugildi með tilteknum mælitækjum verði samanburðarhæf við mælingar annarra með önnur mælitæki (AAVSO 2015).

Eitt markmiða mælinga á myrkvatvístirnum er að ákvarða hámarksdýpt (miðju) myrkva. Til tímaákvörðunar er notað meðaltal af þremur prófunum; tveim í reikniforritunum Peranso (Pauzen & Vanmunster 2015) og Mira Pro (Kwee-Van Woerden 1956) og reiknitóli B.R.N.O. (Brát, Mikulášek & Pejch 2012). Er það gert til að fá yfirsýn á mælióvissu og nákvæmni tímaákvörðana. Niðurstöðurnar eru alltaf kynntar í myndum, sem sýna fjölda og dreifingu mælistaka. Auk þess er lína dregin þar sem mesta dýpt er ákvörðuð. Tölulegar niðurstöður yfir þessar mælingar eru kynntar í töflum. Í þeim er hámarksdýpt myrkva, sem hefur verið ákvörðuð, borin saman við spátíma, og óvissa mælinganna. Þar er birtur spátími í heimstíma (UT), júlíönsku dagatali (JD) og sólmíðjutíma (HJD). Þessir tímar, þ.e. spátími og rauntími, falla ekki alltaf saman en það er einmitt markmið mælinganna; að ákvarða mismuninn. Þverás sýnir ætíð tíma í júlíanska dagatalinu (JD) og á lóðás er sýndarbirta.

Oftast eru myrkvatvístirnin, sem sagt er frá, lítið vöktuð og því þarf birtulota eða viðmiðstími stundum leiðréttingar við. Ef næg gögn eru fyrir hendi er reynt að meta lengd birtulotu og viðmiðstíma eða kynna tímafrávik myrkvastjarnanna (O—C mælingar). Niðurstöður byggja ýmist á mælingum höfundar eingöngu eða eru studdar gögnum frá AAVSO og B.R.N.O., ef slík eru tiltæk. Þær niðurstöður eru birtar í sértöflu um birtulotu og viðmiðstíma. Þar er tilgreind birtulota, tíðni myrkva/dag, viðmiðstími, lengd mælitímabils, fjöldi mælistaka og *glaplíkur* (False alarm Probability). Peranso reiknar tvo slíka stika, 1) líkindi á að engin lota finnist innan gefins tímaramma og 2) að athuganir innihaldi aðra birtulotu en leitað er eftir (Pauzen & Vanmunster 2015).

Niðurstöður eru einnig kynntar í birtustöðuriti þar sem yfirsýn fæst á birtuferilinn og birtumun aðalmyrkva og millimyrkva. Birtustöðurit er m.a. skýrt í AAVSO (2017a). Forritið Peranso er oftast notað til þess að reikna birtustöðuna enda mun fljótverkara og nákvæmara en höfundi tekst að gera handvirkt. Jafnframt eru tiltækar niðurstöður settar upp í O—C rit (rauntími mínus spátími) sbr. AAVSO (2017b), þegar ástæða er til. Þeirri nýjung er nú bætt við að kynnt eru líkön af þremur myrkvatvístirnum sem fjallað er um. Mældir ljósferlar umræddra myrkvastjarna voru tekin inn í forritið Binary Maker 3 (Bradstreet & Steelman 2005) en það gerir líkan af slíkum kerfum, en út frá ýmsum stikum og ljósferlum er hægt að öðlast sýn á hvernig þessi stjörnukerfi líta út.

Niðurstöður úr mælingum á þvergöngum fjarreikistjarna hafa ætíð verið sendar í gagnagrunn TRESCA. Á vefsíðu þeirra er notað reikniforrit sem ber mælingar saman við spálíkon og stillir niðurstöðurnar af við athuganir annarra

(Poddaný o.fl. 2010). Því fá athugendur upplýsingar um gæði mælinganna, og hve vel þær falla nærri niðurstöðum sem aðrir afla. Eru línurit sem sýna niðurstöður mjög lýsandi og skýr.

1.4 Annáll stjörnuathugana veturinn 2019

Tímabilið ágúst 2018 til apríl 2019 reyndist viðunandi fyrir stjörnuathuganir frá Hornafirði. Verkefnum sem var sinnt fyrir áramót 2018/2019 hafa verið gert skil í í þriðju samantekt (Snævarr Guðmundsson 2019) en hér er tekinn saman hluti þeirra verkefna sem voru unnin seinni hluta vetrarins. Það voru myrkvastjörnurnar V 473 Cam, NX Dra (kynnt síðar) og OT UMa. Stök athugun var gerð á tveim fyrstnefndu en tvær á OT UMa. Síðan tókst að fylgja eftir þvergöngum fjarreikistjarnanna WASP 12b, HAT-P-9b og XO-6b. Nokkur kvöld voru notuð til þess að mæla litróf stjarna eða afla gagna yfir lausþyrpingar. Alls tókst að sinna athugunum 52 kvöld þetta tímabil, þar af átta í Ástralíu en frá því var áður sagt í þriðju samantekt. Fjöldi nátta sem nýttust eftir áramót (og er greint frá hér) var sautján.

1.5 Annáll stjörnuathugana haustið 2019

Höfundur sat ráðstefnuna *Extreme Solar System IV* dagana 19.–23. ágúst 2019. Þessi ráðstefna fjallaði um fjarreikistjörnur og rannsóknir á þeim. Stjörnuathuganir þetta haust (2019) hófust seinni hluta ágústmánaðar, þegar fyrst fór að viðra til þeirra. Í byrjun septembermánaðar var fylgst með þvergöngu HAT-P-19b, en höfundi hefur ekki fyrr gert athugun á fjarreikistjörnu svo snemma á tímabilinu.

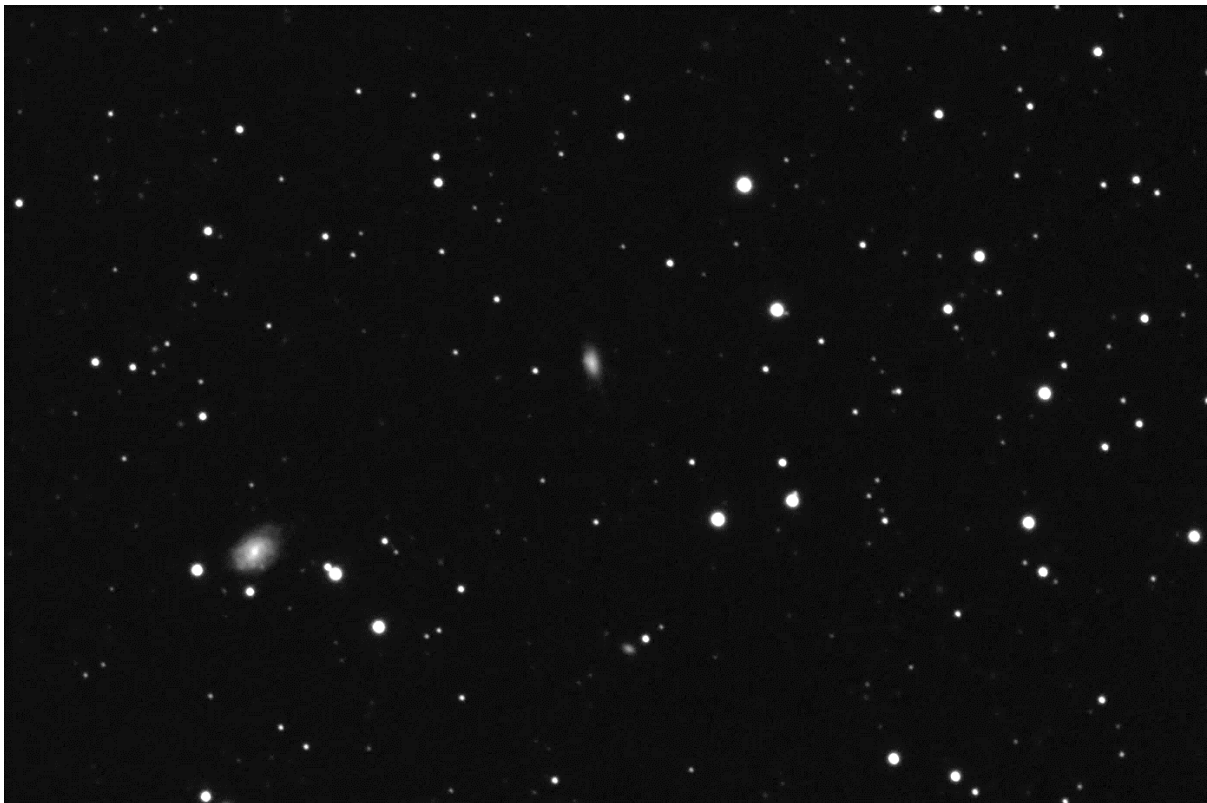
Í lok september voru litrófsmælingar gerðar á 23 stjörnum frá Savournon í Frakklandi. Þetta þorp er í um 750 m h.y.s. í Hautes-Alpes héraði. Myrkgæðin reyndust $\sim 21,5$ bst/bogasek² sem er $\sim 1,4$ falt betri gæði en í Nesjum. Nes eru í 10 m h.y.s. og því gegnum talsvert þykkari lofthjúp að líta. Notaður var 80 mm Skywatcher linsusjónauki og SA 200 l/mm rauflaus litrófsriti til mælinganna (mynd 6). Þessi sjónauki var einnig notaður til gagnaöflunar á myrkvatvístirninu V 712 And og OT UMa, síðar um haustið.



Mynd/Fig. 6. Hin tímabundna aðstaða til stjörnuathugana í Savournon, í Frakklandi, haustið 2019. Sigríður G. Björgvinsdóttir situr nærri Skywatcher 80 mm ED linsusjónauka á Celestron AVX sjónaukastæði.— The temporary observatory in Savournon, France in the autumn of 2019. Sigríður G. Björgvinsdóttir sitting near the Skywatcher 80 mm ED refractor on a Celestron AVX German Equatorial mount.

Í október og til loka desember voru gerðar athuganir á EW myrkvastjörnunum GY Psc, V 801 And og V 712 And, EA stjörnunni Algol og RR Hörpustjörnunni V 713 And (ekki fjallað um hér). Á sama tímabili var fylgst með þvergöngum fjarreikistjarnanna Qatar 4b, Qatar 1b, HAT-P-53b, WASP 33b og HAT-P-38b (mynd 7). Þvergöngur fjögurra náðust í nóvember. Á þessu ári tókst að fylgjast með fleiri fjarreikistjörnum en nokkru sinni fyrr og er ástæðan heppileg skilyrði um haustið. Dæmin sanna að það er mjög misjafnt hvort veður og aðrar aðstæður eru í takti með þeim tíma þegar þvergöngurnar eiga sér stað.

Athuganir voru jafnframt gerðar á NGC 7654 og ýmsu fleiru. Í stórum dráttum var veður til stjörnuathugana viðunandi haustið 2019 og náðist að nýta 29 kvöld fram til áramóta. Þverganga Merkúríusar átti sér stað þann 11. nóvember en þann dag um allt land veður var slæmt, svo ekki gafst tækifæri til að fylgjast með því. Alls er sagt frá 22 viðfangefnum í þessari samantekt.



Mynd/Fig. 7. Í myndsviði 40 cm sjónauka, sem beint er á HAT-P-38 (GSC 2314:559), birtast daufu þyrilþokurnar PGC 1989625 (bst. 16,9, í miðju) og PGC 9002 (UGC 1825, bst. 15,3, neðar til vinstri). Árið 2013 uppgötvaðist sprengistjarna í PGC 9002. HAT-P-38 er fyrsta bjarta stjarna neðan við og hægra megin við fyrrnefndu stjörnuþokuna. – When HAT-P-38 (GSC 2314:559) is framed with a 40 cm telescope, the faint spiral galaxies PGC 1989625 (mag. 16.9, centre) and PGC 9002 (UGC 1825, mag. 15.3, lower left) appears. In 2013 a supernovae was discovered in PGC 9002. HAT-P-38 is the first bright star located below and to the right of PGC 1989625.

Myrkvatvístirni

Yfirlit um athuganir á völdum myrkvatvístirnum frá desember 2018 til janúar 2020.

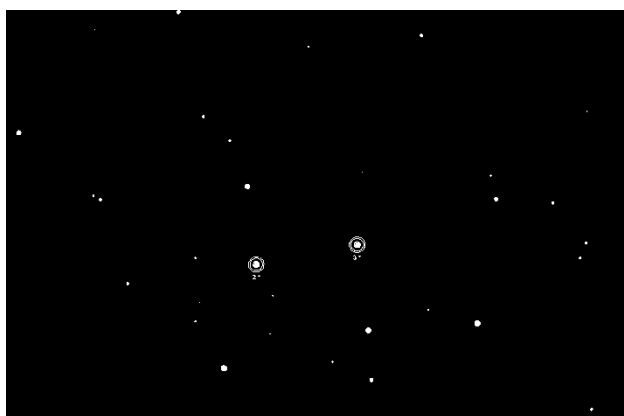
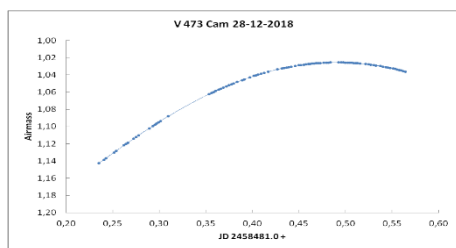
2 V 473 Cam

Stjörnuhnit 07 17 05 +77 10 26 Bst. (V) 10,75-10,95 Umferðartími: 0,298438 d (07t:11m:11s)

V 473 Cam (GSC 4530:1042) er EW-stjarna sem er á svæði í Gíraffanum sem er fremur rýrt af björtum stjörnum. Sú næsta (sjáanleg berum augum) er $<1^\circ$ vestar og skráð SAO 6022 (bst. 4,55). VSX (2020) vísar á þrjár greinar sem tengjast stjörnunni og eru sjö í Simbad gagnagrunninum (CDS 2020a). V 473 Cam var fyrst skráð af Gettel o.fl. (2006) en í Khruslov (2006a) er gefin upp birtusveiflan 11,55-12,20 bst. og að millimyrvki sé 0,05 bst. grynri. Umferðartíminn sem VSX kynnir á vefsíðu sinni er skráður hér efst á síðunni, og viðmiðstími er úr sömu heimild. Stjarnan er röntgengeislaupspretta (1RXS J071659.2+771039). Hún er í skrá Kazarovets o.fl. (2011a) yfir breytistjörnur á stjörnulengd milli 06:00 og 16:00 stundir. Stikar sem lýsa lögun snertivírtirnins eru í Kjurkchieva o.fl. (2017). Þeir voru m.a. notaðir til þess að draga upp líkan af stjörnunni. Árið 2019 mat B.R.N.O. (2020) mikilvægi athugana á henni 8/10. Gagnasafnið notar viðmiðstímann (HJD) 2455970,3299.

2.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

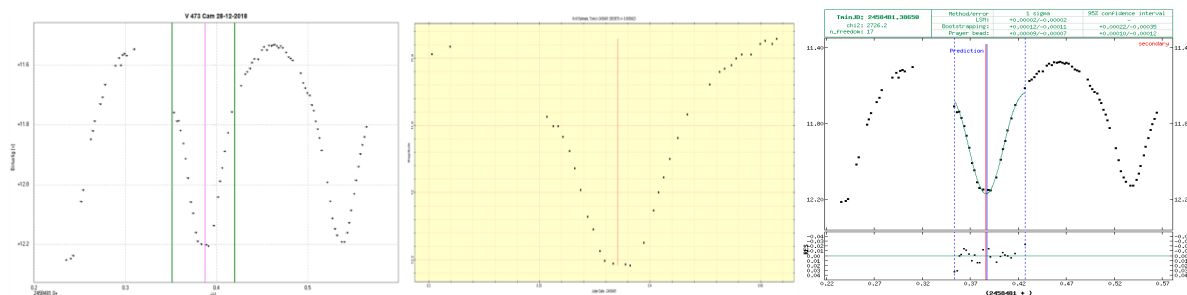
Athugun á V 473 Cam var gerð 28.-29. desember 2018, frá kl. 17:40-01:34, og tekur 89 myndir með V-litsú. Á þeim tíma gekk stjarnan yfir hábaug (mynd 8a). Vefsíða B.R.N.O. spáði myrkvum kl. 21:17 og 00:55. Stjarnan var borin saman við GSC 4530:1058 (bst. 11,5, merkt 2*) og GSC 4530:1232 (11,9, merkt 3*) á mynd 8b.



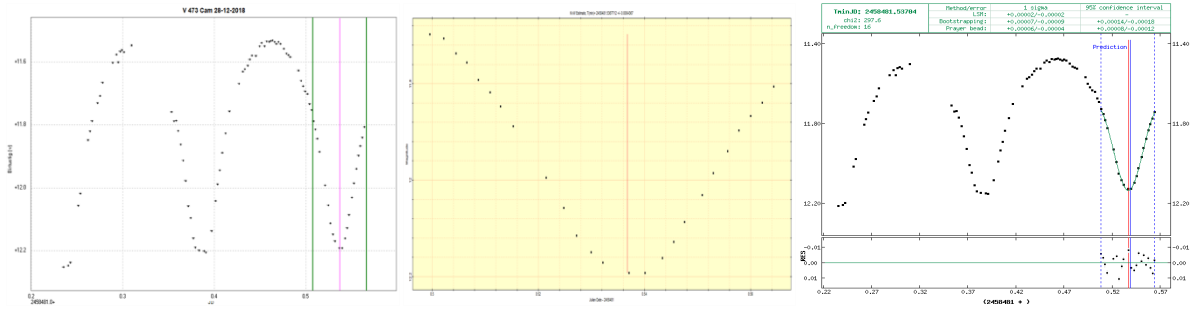
Myndir/Fig. 8a-b. a) Loftmassaferill V473 Cam 28. des. 2018 og b) viðmiðsstjörnur. – a) Airmass plot for V473 Cam on December 28, 2018. b) V473 Cam (red circle) and comparison stars (green).

2.2 Niðurstöður

Myndraðir 9a-c og 10a-c sýna ákvörðun þriggja prófana á miðju aðal- og millimyrvka úr athuguninni. Niðurstöður og samanburður við spátíma B.R.N.O. eru í töflu 1. Mynd 11 er líkan af snertivírtirninu, sem gert var með forritinu Binary Maker 3 (Bradstreet & Steelman 2005), en það gerir mögulegt að mæta saman kennilíkon og raunverulegar mælingar.



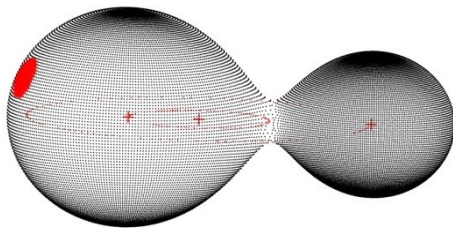
Myndir/Fig. 9a-c. Millimyrvki 28. des. 2018 ákvarðaður í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – Secondary Eclipse Extremum Determination (SEED) on December 28, 2018.



Myndir/Fig. 10a-c. Miðja aðalmyrkva 29. desember 2018 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – Primary Eclipse Extremum Determination (PEED) on December 29, 2018.

Tafla/Table 1. Miðmyrkvar V 473 Cam 28.-29. des. 2018, spá vefsíðu B.R.N.O. í grænum reitum og ákvarðaðir með þremur prófunum. Sólmíðjutími var ákvarðaður með reiknitóli BAA (2020). – Predicted timings of V 473 Cam on Dec. 28-29 2018, by B.R.N.O. (green rows) and observed . Heliocentric determination by BAA (2020).

Dagur/Day	Tími/Time	Júlíanskir dagar (JD)	+/-	Sólmíðjutími (HJD)	Mismunur	Tími
28-12-2018	21:12:13	2458481, 38349		2458481,38681	4,782 mín	21:17 (sec)
Peranso	21:17:09	2458481,386917	0,000372	2458481,38901	4,782	21:20:10
Mira Pro	21:14:55	2458481,3853678	0,000942	2458481,38869	4,782	21:19:42
B.R.N.O.	21:16:33	2458481,38650	0,00011	245848,38982	4,782	21:21:20
29-12-2018	00:50:13	2458481,53488		2458481,53820	4,782 mín	00:55 (pri)
Peranso	00:53:39	2458481,537259	0,002799	2458481,54058	4,782	00:58:26
Mira Pro	00:52:57	2458481,5367712	0,000437	2458481, 54009	4,782	00:56:00
B.R.N.O.	00:53:20	2458481,53704	0,00008	2458481, 54036	4,782	00:58:07



Mynd/Fig. 11. Líkan af hjúpsnertivístirninu V 473 Cam, gert í Binary Maker 3, byggt á stikum Kjurkchieva o.fl. (2017). Stjörnurnar aflagast vegna flóðkrafta og snertast. Þær deila sameiginlegum gashjúpi. Rauðir krossar eru massamiðjur stjarna og samþungamiðja kerfisins. Rauður blettur er stjörnublettur (sólblettur) á yfirborði massameiri stjörnunnar. – Model of the overcontact binary V 473 Cam, based on Kjurkchieva and others (2017). The stars are deformed by tidal forces. Red crosses indicate the center of the masses and the barycenter of the system. Red dot indicates a stellar spot on the surface of the larger star.

2.3 Umfjöllun

Þann 28-29. desember 2018 var fylgst með tveim myrkvum EW-stjörnunnar V 473 Cam. Í ljós kom afar lítið tímafrávik frá spánni. Af þeirri ástæðu var ákveðið að fylgjast ekki frekar með stjörnunni. Engu að síður var sett upp líkan af tvístirninu en það var byggt á stikum rannsókna Kjurkchieva o.fl. (2017). V 473 er flokkað sem hjúpsnertivístirni. Niðurstöður mælinga á myrkvunum voru sendar degi síðar í gagnagrunn B.R.N.O. (nr 15480 og 15481).

An observation of this EW star was obtained on December 28, 2018. A time deviation of only one or two minutes was observed in a row of secondary and primary eclipses. Predicted timings were therefore assumed to be valid and therefore little need to continue observing in order to estimate severe time deviation. Nevertheless the results were used to examine a physical model, based on parameters published by Kjurkchieva and others (2017). The results were submitted to the B.R.N.O. database (no 15480 and 15481).

3 OT UMa

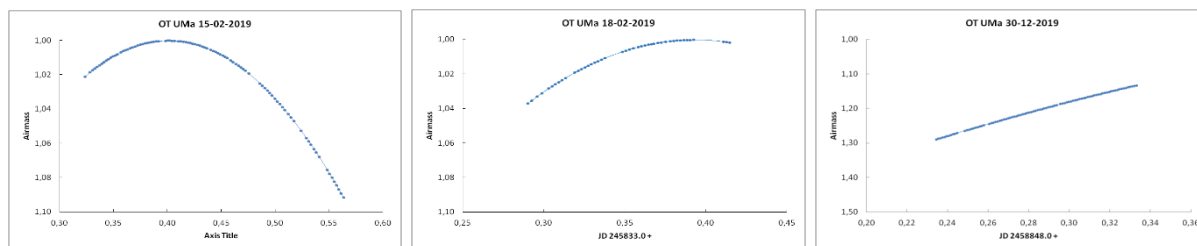
Stjörnuhnit 08 19 23.1 +66 12 36.3 Bst. (V) 12,22-12,5 Umferðartími: 0,316067 d (07t35m8s)

OT UMa (GSC 4132:362, TYC 4132-362-1) er lítið þekkt EW-stjarna, rúmar $5,5^\circ$ norðan við Muscida í Stórabirni. Það var fyrst skráð af Khruslov (2007), sem jafnframt ákvarðaði birtulotu og viðmiðstíma ((HJD) 2451518,739) sem eru kynntir á vefsíðum VSX og B.R.N.O. Dýpt aðalmyrkva er 0,3 bst. en millimyrkvi 0,05 bst. grynnri. Stjarnan var fyrst auðkennd OT UMa í skrá Kazarovets o.fl. (2011b) yfir nýuppgötvaðar myrkvastjörnur. Hubscher (2016) birti viðmiðstíma (HJD) 2456729,5088 og Suhora (2019) 2451518,5857. Það er 3t41m fyrr í birtulotunni en Khruslov tilgreinir, og í raun millimyrkvi – eða öfugt. Árið 2019 mat B.R.N.O. mikilvægi athugana á þessu myrkvatvírtirni 10/10, þ.e. afar fáar mælingar hafa verið gerðar á síðustu árum. Hins vegar bættust nokkrar við veturinn 2019, þar á meðal þær sem gert er grein fyrir hér. Nýlega birtu Kjurkchieva o.fl. (2019) grein þar sem massar stjarnanna eru áætlaðir út frá ljósmælingum í BVR litsviðum. Uppgefnir stikar sem þau kynna voru notaðir til þess að meta hvort niðurstöður mælinganna sem hér eru dregnar fram myndu nýtast í gerð líkans af stjörnunum og þess utan að staðfesta birtumun aðal- og millimyrkva.

3.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Athuganir á OT UMa fóru fram 15., 17. og 18. febrúar og 30. desember 2019, 2. og 3. janúar 2020. Í fyrstu athugun (15.2.2019) hófust tölur kl. 19:49 og lauk kl. 01:33. Þá gekk stjarnan yfir hábaug (mynd 12a). Þetta kvöld var aðalmyrkva spáð kl. 20:51. 95 myndir voru teknar með V-litsú en sú var notuð í aðrar athuganir. Höfundur gerði spá fyrir 17. og 18. febrúar, byggðá á fyrstu mælingu, vegna þess að myrkvi hafði mælst meira en þremur stundum seinna það kvöld en spá sagði til um. Tökum var fljótlega hætt þann 17. feb. vegna skýja en degi síðar náðust gögn frá 18:59 til 21:58. Aðalmyrkva var spáð kl. 20:00 það kvöld en á þeim tíma gekk stjarnan yfir hábaug (mynd 12b).

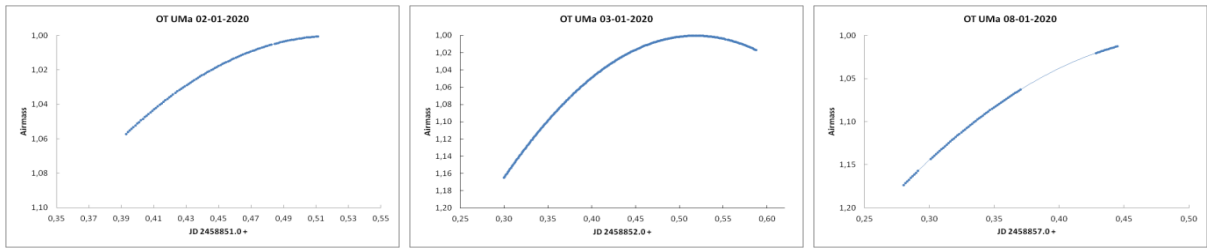
Ofangreindar athuganir voru gerðar með 40 cm sjónauka en í lok ársins var notaður 80 mm linsusjónauki í gagnaöflun. Þann 30. des 2019 hófust tölur kl. 17:37 og lauk kl. 20:01 þegar skýjað varð. Þetta kvöld var aðalmyrkva spáð kl. 19:59. Stjarnan var í norðaustri að rísa á himinn (mynd 12c). Alls voru teknar 92 myndir og var lýsingartími 60 sek. Sá tókutími var ætíð notaður eftirleiðis.



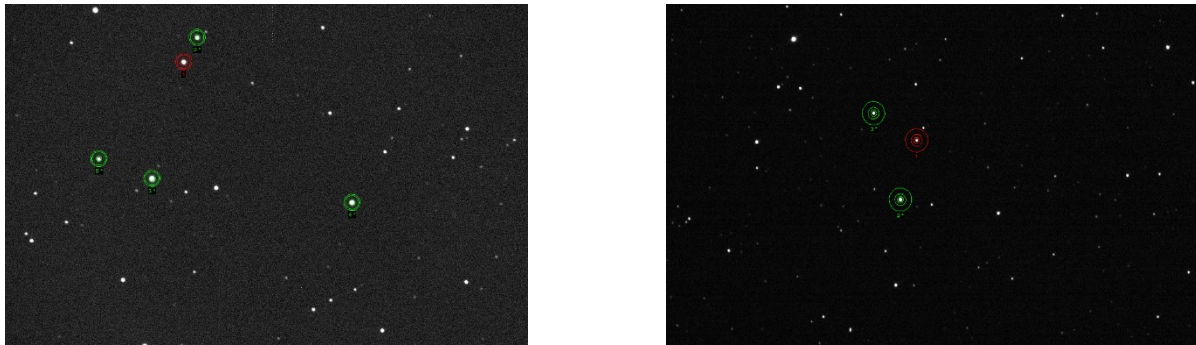
Myndir/Fig. 12a-c. Loftmassaferlar OT UMa frá a) 15. feb., b) 18. feb. og c) 30. des. 2019. – Airmass plot for OT UMa on a) February 15, b) February 18, and c) December 30, 2019.

Þann 2. janúar 2020, var aðalmyrkva spáð kl. 23:50. Stjarnan var að rísa þegar tölur fóru fram (mynd 13a), frá kl. 21:26 til kl. 00:26. Alls voru teknar 108 myndir. Þann 3.-4. jan. var aðalmyrkva spáð kl. 22:35 og millimyrkva kl. 02:24. Þá voru teknar 246 myndir frá kl. 19:10 til kl. 02:06 og var stjarnan lengst af að rísa (mynd 13b). Þann 8. jan. 2020 náðust 77 myndir milli kl. 18:43 og 22:41 en eftir það varð alskýjað (mynd 13c).

Stjörnur til samanburðar voru GSC 4132:1164 (UCAC 2.0 bst. 13,73, merkt 2*), GSC 4132:590 (bst. 10,96, merkt 3*), GSC 4132:1132 (UCAC 2.0 bst. 12,04, merkt 4*) og USNO undirsettstjörnu (bst. 14,36, merkt 5*) á mynd 14a-b. Nokkru réði hvaða sjónauki var notaður til gagnaöflunar og best reyndist að nota GSC 4132:590 og GSC 4132:1770 (bst. 11,5 merkt 2*) á myndum sem voru teknar með 80 mm sjónaukanum.



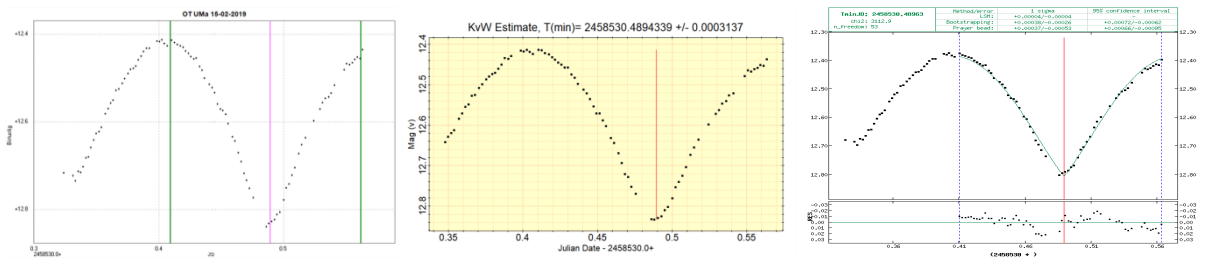
Myndir/Fig. 13a-c. Loftmassaferlar OT UMa frá a) 2. jan., b) 3. jan. og c) 8. jan. 2020. – Airmass plot for OT UMa on a) January 2, b) January 3, and c) January 8, 2020.



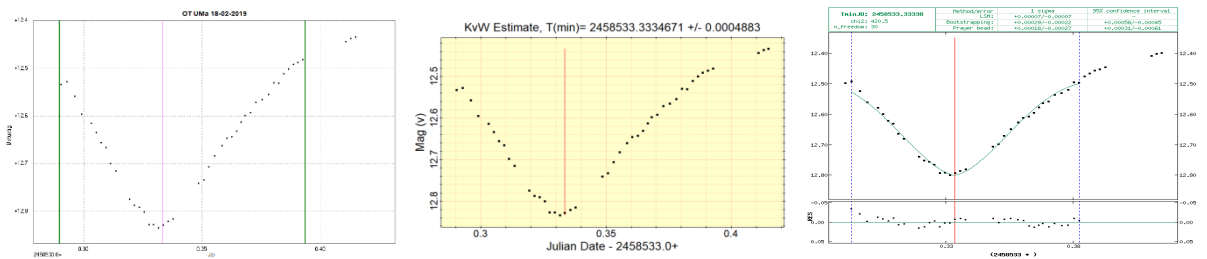
Myndir/Fig. 14a-b. Viðmiðsstjörnur (grænir hringir) og OT UMa (rauður hringur) a) þegar 40 cm sjónauki og b) 80 mm sjónauki var notaður, til gagnaöflunar. – Comparison stars (green circles) and OT UMa (red circle) when a) 40 cm SCT or b) 80 mm refractor, were used for data acquisition.

3.2 Niðurstöður

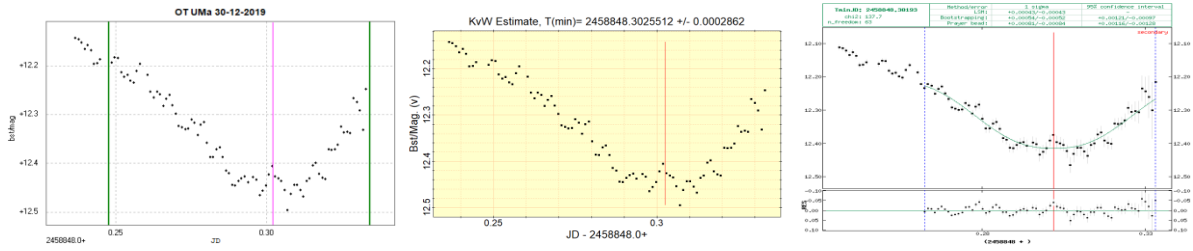
Myndraðir 15a-c til 21a-c eru mæligildi þriggja prófana á miðmyrkvum dagana 15. og 18. febrúar og 30. des. 2019, og loks 2., 3. og 8. janúar 2020. Niðurstöður úr prófununum og samanburður við spátíma B.R.N.O. og VSX eru í töflu 2.



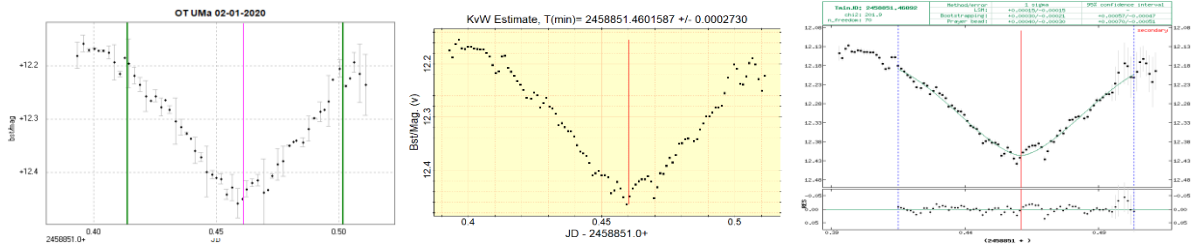
Myndir/Fig. 15a-c. Aðalmyrkvi 15. feb. 2019 ákvarðaður í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – PEED on February 15, 2019.



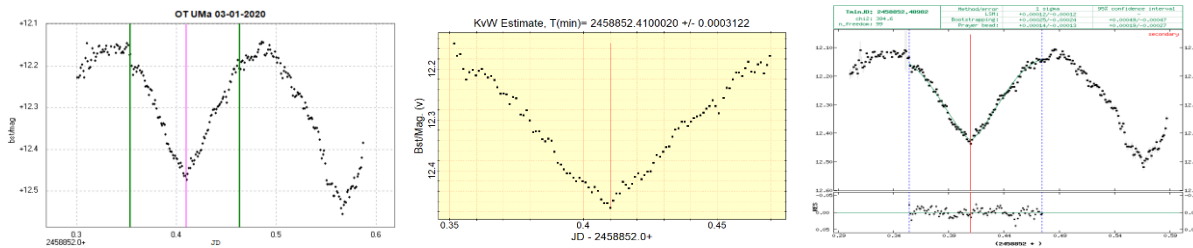
Myndir/Fig. 16a-c. Miðja aðalmyrkva 18. febrúar 2019 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – PEED on February 18, 2019.



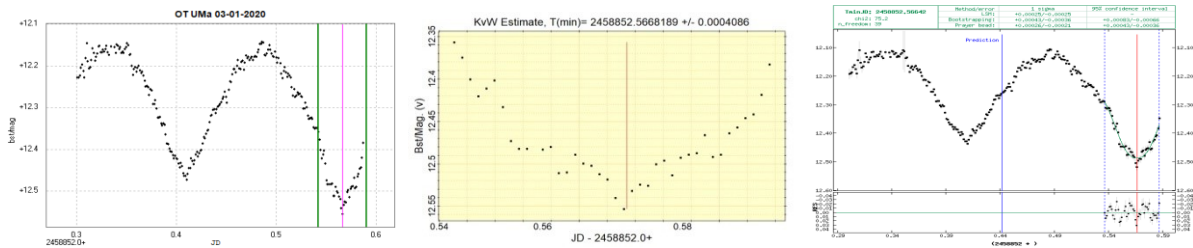
Myndir/Fig. 17a-b. Miðja millimyrkva 30. desember 2019 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – SEED on December 30, 2019.



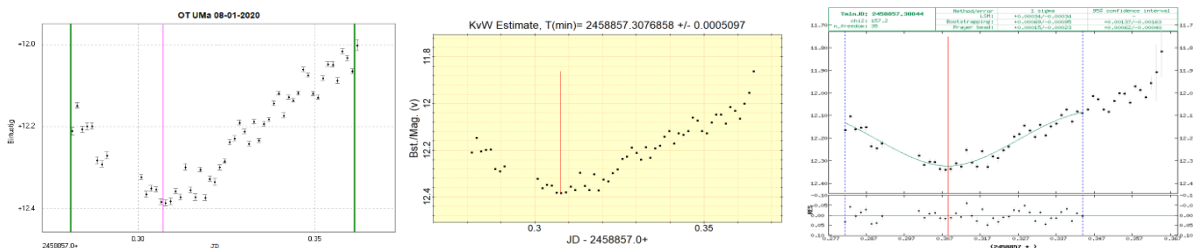
Myndir/Fig. 18a-c. Miðja millimyrkva 2. janúar 2020 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – SEED on January 2, 2020.



Myndir/Fig. 19a-c. Miðja millimyrkva 2. janúar 2020 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – SEED on January 2, 2020.



Myndir/Fig. 20a-c. Miðja aðalmyrkva 2. janúar 2020 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – PEED on January 2, 2020.



Myndir/Fig. 21a-c. Miðja aðalmyrkva 2. janúar 2020 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – PEED on January 2, 2020.

Tafla/Table 2. Myrkvaspár OT UMa, samkvæmt spá á vefsíðu B.R.N.O. (grænir reitir) og mældir myrkvar ákvarðaðir með þremur prófununum. Sólmiðjutími var ákvarðaður með reiknitóli BAA (2020). – Predicted timings of OT UMa, by B.R.N.O. (green rows) compared to observed eclipses from three determinations. Heliocentric determination by BAA (2020).

Dagur/Day	Tími/Time	Júlíanskir dagar (JD)	+/-	Sólmiðjutími (HJD)	Mismunur	Tími
15-02-2019	20:46:24	2458530,36556		2458530,36875	4,599 mín	20:51 (pri)
Peranso	23:44:45	2458530,489416	0,000930	2458530,49260	4,592	23:49:20
Mira Pro	23:44:47	2458530, 4894338	0,000314	2458530,49262	4,592	23:49:22
B.R.N.O.	23:45:04	2458530,48963	0,00032	2458530,49282	4,592	23:49:39
18-02-2019	19:55:35	2458533,33027		2458533,33333	4,411 mín	20:00 (pri)
Peranso	19:59:44	2458533,333150	0,001079	2458533,33621	4,411	20:04:08
Mira Pro	20:00:12	2458533,3334671	0,000488	2458533,33653	4,411	20:04:36
B.R.N.O.	20:00:04	2458533,33338	0,00026	2458533,3353	4,411	20:02:49
30-12-2019	16:06:19	2458848.17106		2458848.17500	5,677 mín	16:12 (sec)
Peranso	19:15:01	2458848,302095	0,000763	2458848.30604	5.680	19:20:41
Mira Pro	19:15:40	2458848,3025512	0,000286	2458848.30650	5.680	19:21:21
B.R.N.O.	19:14:47	2458848,30193	0,00053	2458848.30587	5,679	19:20:27
02-01-2020	19:56:16	2458851.33075		2458851.33473	5,728 mín	20:02(sec)
Peranso	23:03:41	2458851.460894	0,000793	2458851.46487	5,730	23:09:24
Mira Pro	23:02:38	2458851.4601588	0,000273	2458851.46414	5,730	23:08:21
B.R.N.O.	23:03:43	2458851.46092	0,00026	2458851.46490	5,730	23:09:27
03-01-2020	18:43:16	2458852.28005		2458852.28404	5,740 mín	18:49 (sec)
Peranso	21:50:07	2458852.409799	0,000439	2458852.41379	5,741	21:55:51
Mira Pro	21:50:24	2458852.4100020	0,000312	2458852.41399	5,741	21:56:08
B.R.N.O.	21:50:08	2458852.40982	0,00024	2458852.41381	5,741	21:55:53
03-01-2020	22:29:15	2458852.43698		2458852.44097	5,741 mín	22:35 (pri)
Peranso	01:35:46	2458852.566510	0,000389	2458852.57050	5,743	01:41:31
Mira Pro	01:36:17	2458852.5668629	0,000463	2458852.57085	5,743	01:42:01
B.R.N.O.	01:35:39	2458852.56642	0,00040	2458852.57041	5,743	01:41:23
08-01-2020	16:22:52	2458857.18255		2458857.18656	5,775	16:29 (pri)*
Peranso	19:22:00	2458857,306946	0,001734	2458857,31096	5,775	19:27:46
Mira Pro	19:23:04	2458857,3076858	0,00051	2458857,31170	5,775	19:28:50
B.R.N.O.	19:24:22	2458857,30859	0,00073	2458857,31260	5,775	19:30:08

*Millimyrkvi (sec) var kl. 20:11.

3.2.1 Ákvörðun aðalmyrkva, birtustöðurit og O—C rit

Auk ofangreindra niðurstaðna var mæligögnum frá fimm athugendum, sem voru aðgengileg í gagnagrunni B.R.N.O. (sjá töflu 3), bætt í safnið til nákvæmari ákvörðunar á birtulotu og viðmiðstíma, til samanburðar við viðurkennda birtulotu og viðmiðstíma, til þess að yfirfara spár vegna þess að mældir aðalmyrkvar falla nærri spátíma millimyrkva og öfugt. Einnig til að setja upp O—C rit til þess að meta tímafrávik í lotu stjörnu og kanna hvort myrkvar hafa verið rétt skráðir í gagnagrunninn. Síðustu þrjú atriðin hafa valdið töluverðum heilabrotum. Ástæða þess var að [aðal]myrkvi sem fylgst var með þann 15. febrúar 2019, átti sér stað um þremur stundum síðar en spáin tilgreindi. Myrkvinn varð því nálægt næsta spáðum millimyrkva. Þremur dögum síðar (18. feb. 2019, tafla 2) mældist myrkvi svo nærri spátíma.

Næsta mælingaskeið fór fram kringum áramótin 2019/20. Að kvöldi 30. desember 2019 varð [milli]myrkvi kl. 19:15 (JD) en þá hafði aðalmyrkva verið spáð um kl. 19:59. Sama gerðist þann 2. janúar 2020, að [milli]myrkvi, sem var spáð kl. 20:02 (HJD), varð kl. 23:09, en aðalmyrkva sama kvöld var spáð kl. 23:50. Mælingar aðfararnótt

3.-4. jan. 2020 bentu sterklega til að seinni myrkvinn væri aðalmyrkvi (myndir 19a-c til 20a-c). Sá mældist kl. 01:42 en samkvæmt spám B.R.N.O. og VSX átti millimyrvki að eiga sér stað kl. 02:24. Enn gerðist það sama þann 8. jan. 2020. Til þess að leita skýringa á þessu var farið í gegnum öll mæligögnin, að meðtaldri niðurstöðu Khruslov (2007). Dreifing á mælingum athugenda, og ákvörðun birtulotu, voru dregin fram í birtustöðuriti í Peranso (miðað er við sólmiðjutíma) og ákvarðað hvaða myrkvi mátaðist sem aðalmyrkvi eða millimyrvki (tafla 3, myndir 22a-b).

Í töflu 3 eru sett upp tvö rauntíma—spátíma (O—C) rit til samanburðar. Í fyrri lotu (dálkar 5-7) er viðurkenndur viðmiðstími notaður (Khruslov 2007), en í seinni lotu (dálkar 8-10) miðast viðmiðstíminn við fyrsta aðalmyrkva úr mæligögnunum, og er sá frá 16. febrúar 2015 (mæling D. Hanžl), og jafnframt kynntur í töflu 4. Þegar sá myrkvi er notaður sem viðmið (núll í dálki 8) fá eldri myrkvar mínustölu. Heiltölugildi eru aðalmyrkvar en þeir sem hafa brot (0,5) eru millimyrvkar. Loturnar ákvarða gerð myrkvanna (p = aðalmyrkvi, s = millimyrvki, dálkar 6 og 9), og byggir það m.a. á minnstu frávikum á O—C riti (dálkar 7 og 10).

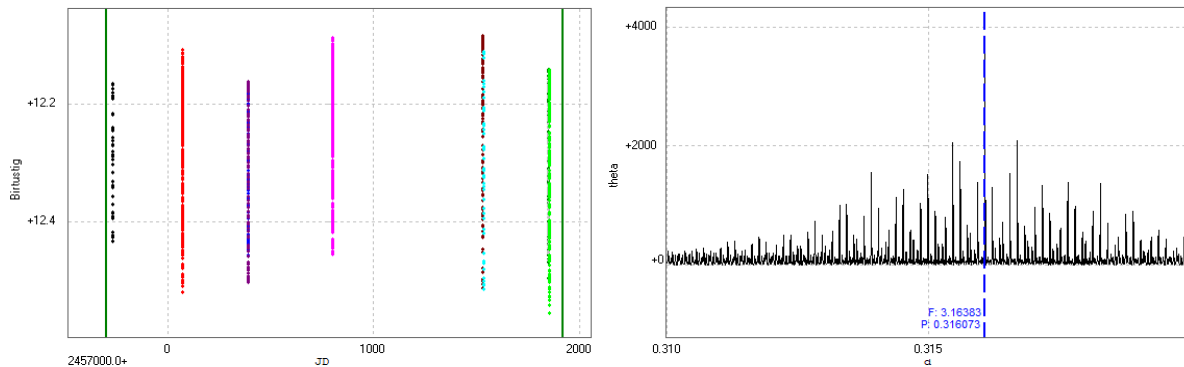
Tafla/Table 3. Mælingar úr gagnagrunni B.R.N.O., auk mælinga höfundar, voru notaðar til þess að ákvarða birtulotu og viðmiðstíma og meta tímafrávik í tveim O—C ritum. Þau miðast við sinn hvorn viðmiðstímann; lota 1 við viðurkenndan tíma en lota 2 við tímarn í töflu 4. Fyrstu fjórir dálkarnir sýna athugendur, litsíur, dagsetningu og miðmyrkva (í HJD). Í næstu dálkum eru lota, myrkvagerð og tímafrávik, hvor fyrir sína uppsetninguna. – Results from B.R.N.O. database, and the author, were used to determine period, Epoch and to estimate time deviation with a O—C calculation. Comparison of Epochs; cycle 1 is the published one (Khruslov 2007) but cycle 2 uses Epoch, based on results presented in table 4 (explained in text). First four columns are observers, filters, date of observation and time of mid-eclipse (HJD). The next columns are the number of cycles since the Epochs, type of eclipse (p = primary, s = secondary) and time deviation in a O—C diagram.

Athugandi Observer	Litsía Filter	Dags Date	Myrkvi (HJD) Mid eclipse	Lota ₁ Cycle ₁	Gerð Type	O—C	Lota ₂ Cycle ₂	Gerð Type	O—C
Khruslov (2007)	R	1999-12-06	2451518,739	0	p	0,00	-17565,5	s	-0,06
M. Vrašćák	V	2014-03-12	2456729,350	16486	p* ¹	0,07	-1079,5	s	0,00
Raetz M	—	2014-03-13	2456729,509	16486,5	s	0,07	-1079	p	0,00
D. Hanžl	R	2015-02-16	2457070,394	17565	p	0,06	-0,5	s	0,00
D. Hanžl	R	2015-02-16	2457070,549	17565,5	s	0,06	0	p	0,00
J. Šuchaň	glær	2015-12-31	2457388,364	18571	p	0,06	1005,5	s	-0,01
J. Šuchaň	glær	2016-01-01	2457388,518	18571,5	s	0,06	1006	p	-0,01
J. Šuchaň	glær	2016-01-01	2457389,467	18574,5	s* ²	0,06	1009	p	-0,01
U. Bragagnolo	glær	2017-02-15	2457799,572	19872	p	0,05	2306,5	s	-0,01
SG	V	2019-02-15	2458530,490	22184,5	s	0,04	4619	p	-0,03
SG	V	2019-02-18	2458533,333	22193,5	s	0,04	4628	p	-0,03
SG	V	2019-12-30	2458848,302	23190	p	0,03	5624,5	s	-0,03
SG	V	2020-01-02	2458851,461	23200	p	0,03	5634,5	s	-0,03
SG	V	2020-01-03	2458852,410	23203	p	0,03	5637,5	s	-0,03
SG	V	2020-01-04	2458852,567	23203,5	s	0,03	5638,	p	-0,03
SG	V	2020-01-08	2458857,312	23218,5	s	0,03	5653,	p	-0,04

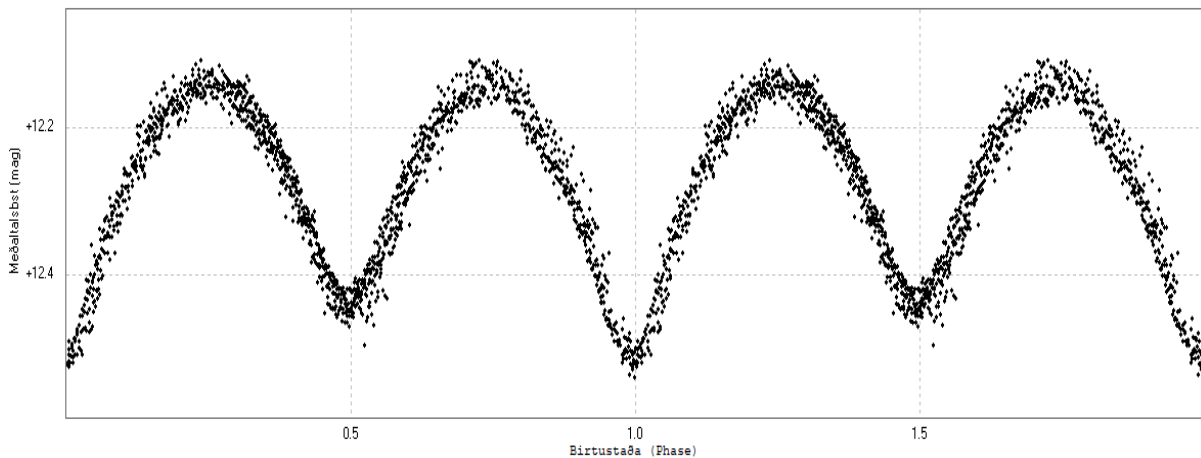
*¹Skráður sem aðalmyrkvi í gagnagrunni en er millimyrvki. – Registered as a primary ecl. in B.R.N.O. database, but based on this work, assumed a secondary. *²Skráður millimyrvki í gagnagrunni en er aðalmyrkvi. – Registered as a secondary in B.R.N.O. database but undoubtedly a primary eclipse.

Samanburðurinn sýnir að viðmiðin, þ.e.a.s. aðalmyrkvarnir (skráðir lota 0) ganga ekkig saman, svo að annar þeirra ætti að vera millimyrvki. Mæligögn sýna óvæfengjanlega að seinna viðmið er einnig aðalmyrkvi. Möguleg skýring á þversögninni er sú að tímar myrkvanna hafi hliðrast smám saman sem nemur helmingi umferðartímans, frá 1999 til 2015. Ein niðurstaðan sem fæst af birtustöðuriti (mynd 23) er að viðmiðstími Khruslovs er ~4t33m á eftir

viðmiðstímanum sem ákvarðaðist frá gagnasafninu sem notað var og er kynnt í töflu 4. Hálf birtulotan er $\sim 3t47m$. O—C rit (myndir 24-a-b) sýna tímafrávikin; efri myndin miðast við viðmiðstíma Khruslov (2007) en sú neðri við mælingu Hanžl frá 16.2.2015. Tvístirnið fór >23200 lotur (umferðir) á umræddu tímabili, þar af er $\frac{1}{4}$ þeirra frá því að viðmiðstími Khruslovs var festur og mælingar Hanžl áttu sér stað árið 2015.



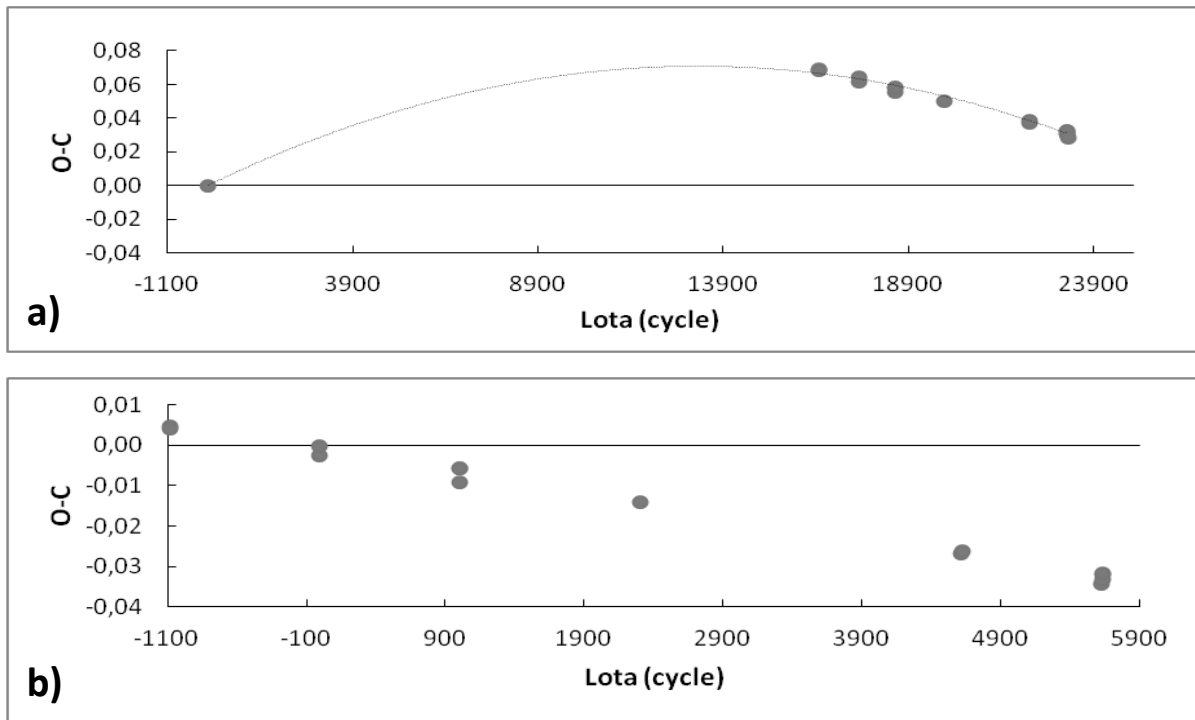
Myndir/Fig. 22a-b. a) Dreifing athugana (lóðr. rákir) á OT UMa yfir ~ 2123 daga tímabil. b) Ákvörðun með ANOVA prófun í Peranso, gaf birtulotu 0,316073 dag. — a) Distribution of observations of OT UMa over a period of ~ 2123 days. b) Period determination with ANOVA method in Peranso suggest a period of 0.316073 day, practically the same as the published value.



Mynd/Fig. 23. Birtustöðurit OT UMa, byggt á mælingum dreifðum yfir 2123 daga ($>5,8$ ár). — Phase diagram for OT UMa, based on observations distributed over 2123 days (>5.8 years).

Tafla/Table 4. Niðurstöður yfir birtulotu OT UMa, byggðar á átta aðalmyrkvum og sjö millimyrkvum. Í fyrsta dálki: ákvörðun umferðartíma, þá tíðni, viðmiðstími, tímabil, fjöldi mælistaka og glaplíkur. — Results of period and epoch based on eight primary and seven secondary eclipses. In first column is the period, followed by frequency, epoch, time span, no of observations and finally false alarm probability.

Birtulota (dagar) Period	Tíðni (fjöldi myrkva/dag)	Viðmiðstími (Epoch)	Tímabil (dagar)	Mælistök	Glaplíkur
07:35:09 stundir		17.2.2015, kl. 01:11:15	2123,3	1502	$10,000$
0.316073 ± 0.000004	3.16383 ± 0.00004	(HJD) 2457070.549477			$20,000$



Myndir/Fig. 24a-b. Rauntíma mínus spátíma rit ($O-C$ rit) af myrkvunum. Á þverás er fjöldi lotna en á lóðás merkir „núll“ spátíma reglulegrar birtulotu. a) $O-C$ rit miðað við viðurkenndan viðmiðstíma frá 1999 (Khruslov 2007), og b) viðmiðstíma frá 16. febrúar 2015 (HJD 2457070,549). — $O-C$ diagram, based on a submitted data by seven observers, including the author, to the B.R.N.O. database. The number of cycles is shown on the x-axis and the deviation of timings on the y-axis. a) $O-C$, based on the generally accepted Epoch, from 1999 (Khruslov 2007), published on B.R.N.O. website or, b) based on February 16, 2015 (HJD 2457070.549).

3.2.2 Líkan af OT UMa

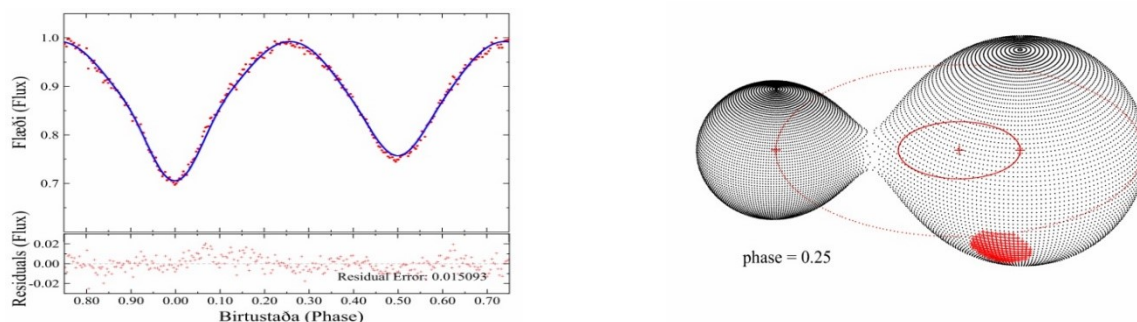
Í birtuferlum myrkvatvístirna felast upplýsingar um gerð og ýmsa aðra eiginleika stjarnanna sem mynda þau. Eftir að birtuferill er ákvarðaður er mögulegt að nýta hann til þess að gera líkan af stjörnuþarfinu, en til þess þurfa samt ýmsar aðrar upplýsingar liggja fyrir – í raun og veru sem mestar upplýsingar. Sjónlínuhraði skiptir miklu máli til þess að skorða af massahlutföll en fyrir kemur að slík gögn eru ekki til staðar. Við þær kringumstæður er þrautaleiðin að bera fjölda líkana með mismunandi massahlutfall (q) að birtuferlinum og finna hvert þeirra mátast best. Þetta vinnulag er nefnt *q*-aðferðin; það nægir ekki eitt og sér til þess að ákvarða massahlutfallið en þar sem nokkrir staðalstíkar (jaðarhúmun, þyngdarljómun og endurkast) skilyrða líkanagerð fyrir tiltekna gerðir myrkvatvístirna er hægt að greina innbyrðis hitamismun stjarnanna (Bradstreet & Steelman 2002).

Í tilfalli OT UMa var litvísir (hiti) þekktur. Birtulotan (umferðartíminn) staðfestir að stjörnurnar eru þéttstæðar og lögun birtuferilsins er dæmigerð fyrir hjúpsnertistjörnur þegar stærri stjarnan er með kaldara yfirborð (Bradstreet & Steelman 2002). Engin mælingagögn yfir sjónlínuhraða OT UMa voru fyrirliggjandi en svo vel vildi til að nýta mátti stika um stjörnuna frá Kjurkchieva o.fl. (2019), sem höfðu lokið við greiningu á myrkvatvístirninu. Hér er því bætt inn niðurstöðum þeirra um yfirborðshita stjarnanna og áætlað massahlutfall. Í líkangerðina var notað forritið Binary Maker 3 (Bradstreet & Steelman 2002, 2005). Með *q*-aðferðinni hjálpar leifarit til við að úrskurða hvenær mælingar og líkön falla best saman. Birtuferill OT UMa úr þessu verkefni var nokkuð dreifður (mynd 23) en mæligildi voru dregin saman í 5 mín. knippi í Peranso, til þess að skerpa ferilinn. Tafla 5 sýnir stika sem auðvelduðu líkangerðina og ætlaðan geisla stjarnanna. Á mynd 25a-b eru mæligildi mátuð að ljósferli sem lýsir best líkani af tvístirninu.

Tafla/Table 5. Stikar sem mátuðust best í líkan af OT UMa. Í fyrsta dálki er litvísir, þá yfirborðshiti (T_1, T_2) í Kelvin, massahlutfall (q), þyngdarljómun (α), jaðarhúmun við 5500 Ångström (ϑ), möndulhalli (i°) og að lokum geisli stjarnanna, sem niðurstaða úr mátinu. – Best fit parameters of OT UMa. The columns show the color index, surface temperature (T_1, T_2) in Kelvin, mass ratio (q), gravity brightening (α), limb darkening at 5500 Ångström (ϑ) and inclination (i°), and finally the resulting radius of the components.

Litvísir (B-V)	T_1 (K)	T_2 (K)	q	$\alpha_1 = \alpha_2$	$\vartheta_1 = \vartheta_2$	i°	r_1	r_2
0,66* ¹	5700* ¹	5222* ¹	0,332* ¹	0,32* ²	0,952* ³	62,73* ⁴	0,486	0,294

*¹Kjurkchieva o.fl. 2019; *²Lucy 1968; Bradstreet & Steelman 2005; *³Van Hamme 1993; Bradstreet & Steelman 2005. *⁴Mönduhalli í Kjurkchieva o.fl.(2019) er 62,8°.



Myndir/Fig. 25a-b. a) Mæligildi (rauðir punktar) og líkan (blá lína) mátuð saman en leifarit (neðst) lýsir gæðum, þ.e. hve vel þau falla saman. b) Líkanið dregur upp mynd af hjúpsnertistjörnu. Rauðir krossar sýna massamiðjur og samþungamiðju kerfisins og rauðir hringir brautarferla stjarnanna, í sjónlínu frá jörðu. Rauður blettur er stjörnuhleitur (sólblettur), sem hefur áhrif á lögun birtuferilsins. – a) Measured values (red dots) and theoretical model (blue line) fitted together, using the q -method (Bradstreet & Steelman 2005). Residuals provide information about the quality of the fitting. b) The results indicate an overcontact binary. Red crosses pinpoint the center of masses and barycenter of the system. Red circles are supposed orbits around the barycenter. Red dot is presumed stellar spot on the surface of the larger star, that affects the shape of the light curve.

3.3 Umfjöllun

Athuganir á EW-stjörnunni OT UMa, árið 2019 og í byrjun árs 2020, leiddu í ljós óvenjulegt frávik spátíma frá mældum tímum myrkva, sem reyndar gekk svo langt að óvíst virtist hvað væri aðal- eða millimyrkvi. Birtumunur myrkvanna (millimyrkvi er grynri) staðfestir hvor er hvað, en spátíminn, sem er bundinn viðmiðstíma frá 1999, er í þversögn við mælingar. Af þeirri ástæðu voru aðgengileg mæligögn í gagnagrunni B.R.N.O. yfirfarin til að rekja tilurð þversagnarinnar. Niðurstöður benda til tilfærslu myrkva sem nemur meira en hálfum umferðartíma yfir tvo áratugi. Í tveim tilfellum eftir 2015 voru myrkvar líklega rangt skráðir. Birtustöðurit miðast því við viðmiðstíma frá 2015. Samanburður birtuferils er í samræmi við niðurstöður Kjurkchieva o.fl. (2019). Þær voru mátaðar við líkan sem m.a. er byggt á stikum þeirra og fellur vel að því. Niðurstöður mælinga á myrkvum hafa verið sendar í gagnasafn B.R.N.O.

Observations of the EW overcontact binary OT UMa (RA 08 19 23.1 Dec +66 12 36.3) revealed unusual time deviations when eclipses were compared to predictions. A depth difference of primary and secondary is recorded, but eclipses are not in agreement with the ephemeris predictions at B.R.N.O. and VSX websites, based on an Epoch from 1999. For this reason, accessible data at the B.R.N.O. database were reviewed to trace the paradox. Two post-2015 eclipse data may have been incorrectly submitted. O–C graphs indicate a large time deviation since the 1999 Epoch. A phase diagram, represented here, is therefore based on an Epoch from 2015. The light curve of eclipses correlates with the results of Kjurkchieva and others (2019), and fits a theoretical model of the binary based on their parameters. Resulting data from this work have been submitted to the B.R.N.O. database.

4 GY Psc

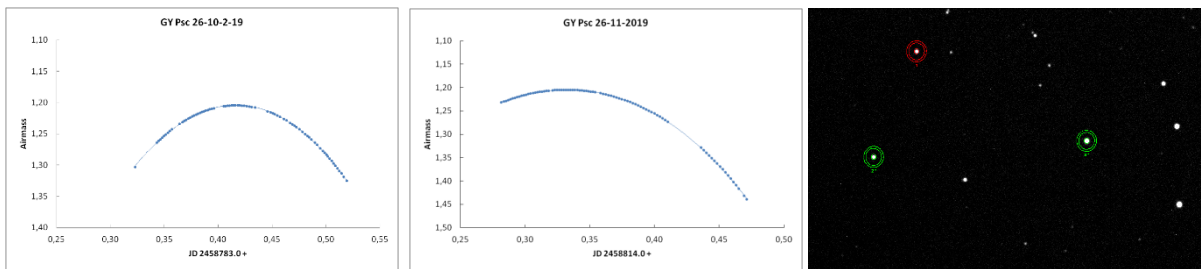
Stjörnuhnit 01 19 15,8 +30 13 39 Bst. (V) 12,4-12,6 Umferðartími: 0,290288 d (6t 58m 1s)

GY Psc (TYC 2291:1283-1) er EW snertivístirni sem lítið er vitað um. Í þriðju samantekt var sagt frá mælingum á þessari stjörnu (Snævarr Guðmundsson 2019) en haustið 2019 var ákveðið að endurtaka athuganir og bæta við gögnum um stjörnuna. Jafnframt var ákveðið að bera myrkvatíma saman við útgefna spátíma og niðurstöður frá árinu á undan. Mikilvægi athugana á þessari stjörnu er metið 9/10 á vefsíðu B.R.N.O.

4.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

27. október 2019 spáði B.R.N.O. aðalmyrkva kl. 00:43 eða kl. 00:59 en VSX kl. 23:03, þann 26. okt. eða um 100 eða 116 mín. fyrr. Tökur hófust kl. 19:44 og lauk kl. 00:27, og voru teknar 77 myndir með V-litsú og tókutíma 60 sekúndur. Aðstæður voru ágætari en norðurljósamóða yfir himni. Stjarnan gekk yfir hábaug meðan á tókum stóð (mynd 26a). Þann 26. nóvember 2019 spáði B.R.N.O. aðalmyrkva kl. 22:35. Til gagnaöflunar var í þetta sinn notaður 80 mm sjónauki. Teknar voru 86 myndir með 120 sek. tókutíma. V-litsía var notuð og 2x2 dílaknipping. Stjarnan var vel staðsett til athugana en gengin yfir hábaug (mynd 26b).

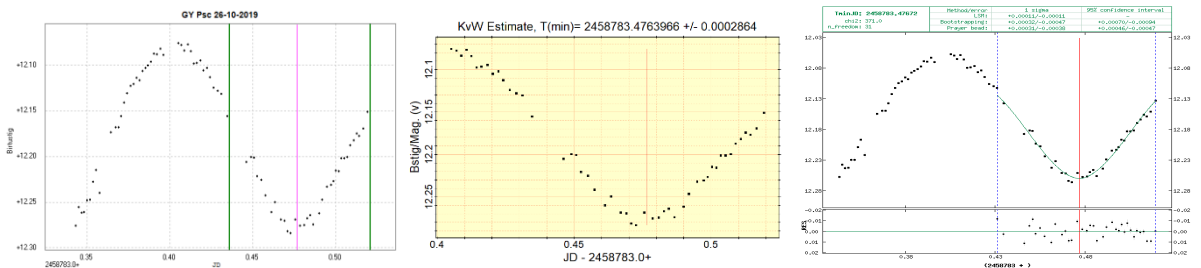
Samanburðarstjörnur í ljósmælingu voru GSC 2291:1544 (UCAC 2.0 bst. 12,27, merkt 2*) og GSC 2291:1537 (UCAC 2.0 bst. 10,48, merkt 3*), sjá mynd 26c.



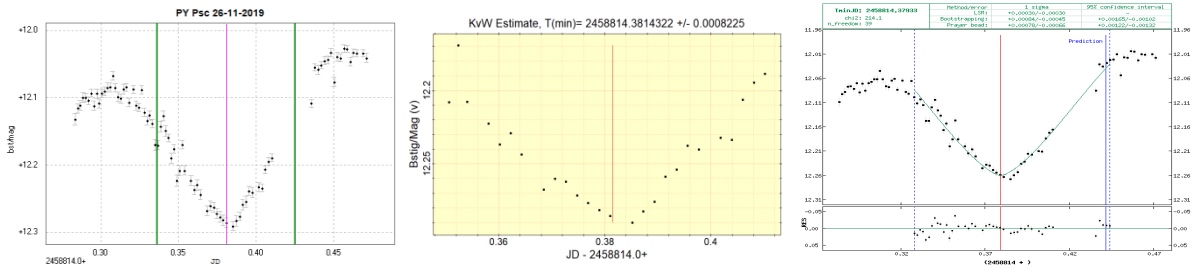
Myndir/Fig. 26a-c. Loftmassaferlar GY Psc dagana a) 26. okt. og b) 26. nóv. 2019. c) GY Psc (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (í grænum hringjum). – Airmass plots for GY Psc from a) October 26, and b) November 26, 2019. c) GY Psc (red circle) and its comparison stars (green circles).

4.2 Niðurstöður

Myndraðir 27a-c og 28a-c sýna mæligildi prófana á aðalmyrkva 26. október 2019. Í töflu 6 eru niðurstöður þessara ákvarðana að vanda bornar saman við spátíma B.R.N.O. Myndir 29a-b draga fram dreifingu athugana og birtulotuprófun. Niðurstöður um lengd birtulotu og viðmiðstíma eru í töflu 7. Í töflu 8 eru niðurstöður höfundar settar upp í O—C rit, sem síðan er birt á mynd 30. Mynd 31 er birtustöðurit fyrir GY Psc. Í töflu 9 eru tvær mögulegar niðurstöður um lengd birtulotu skoðaðar út frá þessum mælingum og viðurkenndri birtulotu.



Myndir/Fig. 27a-c. Miðja aðalmyrkva 26. október 2019 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – PEED on October 26, 2019.

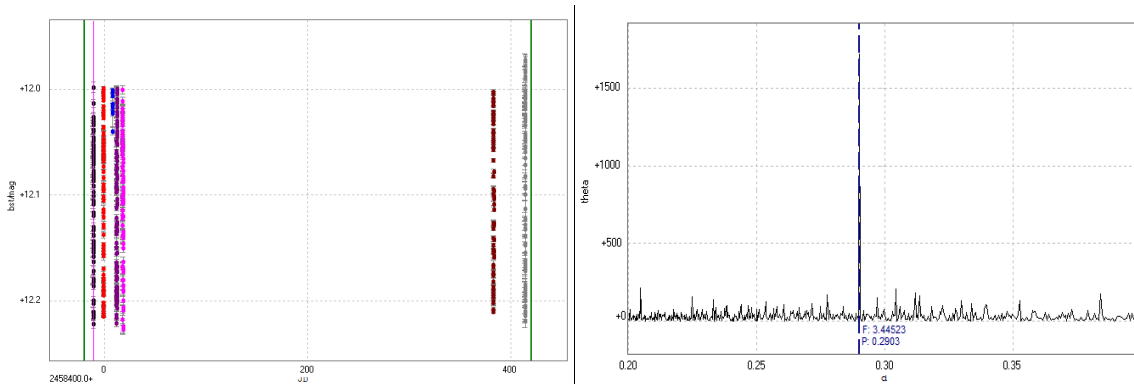


Myndir/Fig. 28a-c. Miðja aðalmyrkva 26. nóvember 2019 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – PEED on November 26, 2019.

Tafla/Table 6. Myrkvi GY Psc 26. okt. 2019, samkvæmt spá á vefsíðu B.R.N.O. (grænir reitir) og þremur prófununum. Sólmíðjutími var ákvarðaður með reiknitóli BAA (2020). – Predicted timings of GY Psc on October 26, 2019, by B.R.N.O. (green rows) and the observed eclipse. Heliocentric determination by BAA (2020).

Dagur/Day	Tími/Time	Júlíanskir dagar (JD)	+/-	Sólmíðjutími (HJD)	Mismunur	Tími
26-10-2019	00:35:15	2458783,52448		2458783,52986	7,748 mín	00:43 (pri)
Peranso	23:26:16	2458783,476569	0,000597	2458783,48195	7,748	23:34:00*
Mira Pro	23:26:03	2458783,47639660	0,000286	2458783,48178	7,748	23:33:45*
B.R.N.O.	23:26:28	2458783,47672	0,00040	2458783,48210	7,748	23:34:13*
26-11-2019	22:28:37	2458814,43654		2458814,44097	6,377 mín	22:35 (pri)
Peranso	21:08:54	2458814,381187	0,000709	2458814,38562	6,381	21:15:17
Mira Pro	21:09:15	2458814,381432182	0,000823	2458814,38586	6,381	21:15:38
B.R.N.O.	21:06:14	2458814,37933	0,00064	2458814,38376	6,381	21:12:36

*Þessi myrkvi var millimyrkvi en ekki aðalmyrkvi



Myndir/Fig. 29a-b. a) Dreifing athugana (lóðr. rákir) á GY Psc yfir ~425 daga. b) Ákvörðun með ANOVA prófun í Peranso, gaf birtulotu 0,2903 dag. — a) Distribution of observations over a period of ~425 days. b) Period determination with ANOVA method in Peranso points to a period of 0.2903 day.

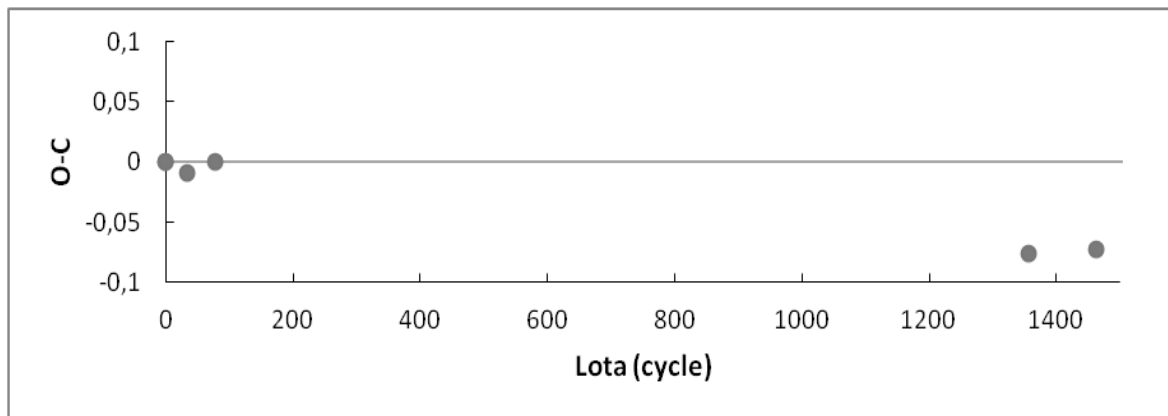
Tafla/Table 7. Niðurstöður yfir birtulotu GY Psc, byggðar á ákvörðun þriggja aðalmyrkva og tveggja millimyrkva. Skýringar á dálkum við töflu 4, bls. 33. — The period of GY Psc and the Epoch provided here is based on the results of three primary and two secondary eclipses. For explanation of columns, see table 4, page 33.

Birtulota (dagar) Period	Tíðni (fjöldi myrkva/dag)	Viðmiðstími (Epoch)	Tímabil (dagar)	Mælistök	Gláplíkur
06:58:02 stundir 0,2903±0,0000 d	3,44523±0,0004	27.9.2018, kl. 23:00:58 (HJD) 2458399, 4590	425,1180	527	¹ 0,000 ² 0,000

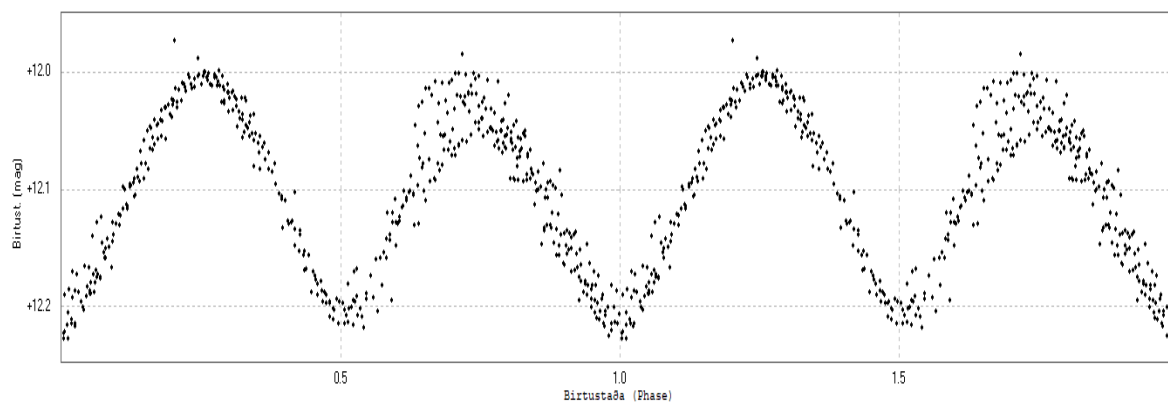
Tafla/Table 8. Rauntíma—spátíma tafla fyrir GY Psc. Í fyrsta dálki er dagsetning athugana, í öðrum dálki miðmyrkvi (sólmíðjutími). Uppgefinn tími er meðaltal þriggja ákvarðana á hverjum myrkva (sem eru birtar í töflum en ekki dregnar saman í meðaltal). Í þriðja dálki eru lotur, miðaðar frá fyrsta aðalmyrkva og í þeim fjórða gerð myrkvanna, þ.e. aðalmyrkvi (pri) eða millimyrvki (sec). Fimmti dálkur er tímafrávik (O—C). — Observed-Calculated (O—C) time deviations of GY Psc. The first column presents the date of observation, the second presents the mid-eclipse (heliocentric JD), i.e. the mean of three determinations of every eclipse. The no. of cycle is shown in column three, on the assumption that the first is a primary eclipse. Column four indicates the type of eclipse, primary (pri) or secondary (sec). Column five shows the time deviations (O—C).

Athugun	Miðmyrkvi (HJD)	Lota	Myrkvi	O-C
2018-09-26*	2458389,459	0	pri	0,00
2018-10-07*	2458399,48	34,5	sec	-0,01
2018-10-20*	2458412,385	79	pri	0,00
2019-10-26	2458783,482	1357,5	sec	-0,08
2019-11-26	2458814,385	1464	pri	-0,07

* Snævarr Guðmundsson 2019.



Mynd/Fig. 30. Rauntíma mínus spátíma rit (O—C rit) af myrkvunum á tímabilinu. Á þverás er fjöldi lotna frá 26. september 2018 (HJD 2458389,459); á lóðás merkir „núll“ spátíma reglulegrar birtulotu. — O—C diagram of eclipses from the previous period. The number of cycles is shown on the x-axis and deviations of timings on the y-axis.



Mynd/Fig. 31. Birtustöðurit GY Psc, byggt á mælingum höfundar dreifðum yfir >1 ár, miðað við lotu sem er 0,2903 dagar. — Phase diagram for GY Psc, based on observations by the author distributed over >1 year indicating a period of this EW star as 0.2903 day.

Tafla/Table 9. Ákvarðaðir miðmyrkvar GY Psc bornir saman við ýmsar spár. Í fyrsta og öðrum dálki er dagsetning og því næst miðmyrkvar (HJD). Í efri töflu byggja spárnar (dálkar 3 og 5) á viðmiðstíma sem er fyrsti aðalmyrkvi sem höfundur ákvarðaði og eru loturnar (P) tvær með 6 sek. mismun. Frávik (dálkar 4 og 6) eru í JD og heimstíma (UT). Í neðri töflu er rauntíminn borin saman við spá B.R.N.O. en vefsíðan birtir tvær birtulotur. – Determined eclipses of GY Psc compared to predictions. Columns 1 and 2 are dates and times of measured eclipses (HJD). In the upper table the predictions (columns 3 and 5) are based on a determined primary eclipse from September 26, 2018, and examined with two periods (P), with a difference of 6 seconds. Time deviation is presented in columns 4 and 6. The lower table examines in same manner the determined mid-eclipse with published Epoch and periods, presented at B.R.N.O. website.

Athugun	Miðmyrkvi	Spá m.v.	O—C frávik		Spá m.v.	O—C frávik	
Observation	Eclipse timing	P=0,29022d	(JD)	(UT)	P=0,2903d	(JD)	(UT)
26.9.2018	2458389,459	–	–	–	–	–	–
7.10.2018	2458399,480	2458399,472	0,008	11m31s	2458399,474	0,006	8m38s
20.10.2018	2458412,385	2458412,387	-0,002	2m53s	2458412,393	-0,008	11m31s
26.10.2019	2458783,482	2458783,438	0,044	1t3m22s	2458783,541	-0,059	1t24m58s
26.11.2019	2458814,385	2458814,347	0,038	54m43s	2458814,458	-0,073	1t45m7s
Athugun	Miðmyrkvi	Spá B.R.N.O.	O—C frávik		Spá B.R.N.O.	O—C frávik	
Observation	Eclipse timing	P=0,290252d	(JD)	(UT)	P=0,339684d	(JD)	(UT)
26.9.2018	2458389,459	2458389,497	0,038	54m43s	2458389,379	-0,080	1t55m12s
7.10.2018	2458399,480	2458399,518	0,038	54m17s	2458399,538	0,058	1t23m31s
20.10.2018	2458412,385	2458412,426	0,041	59m2s	2458412,454	0,070	1t40m48s
26.10.2019	2458783,482	2458783,530	0,048	1t9m41s	2458783,541	0,059	1t24m58s
26.11.2019	2458814,385	2458814,442	0,056	1t21m22s	2458814,458	0,068	1t37m55s

4.3 Umfjöllun

Athugunum á GY Psc frá hausti 2019 var bætt við niðurstöður sem aflað var af sömu stjörnu árið 2018. VSX og B.R.N.O. nota ekki sömu birtulotu á þessa stjörnu, en sem fyrr stóðust hvorugar spárnar. Skekkja í spá VSX var fyrst talin um 30 mínútur en reyndist vera nálægt 70 mínútur hjá B.R.N.O. Eftir að niðurstöður allra mælinga voru yfirfarnar í O—C riti virtist skekkjan í spátíma VSX vera enn meiri en í spátíma B.R.N.O. og að aðalmyrkva væri spáð þegar millimyrvki væri að eiga sér stað. Niðurstöður hér að ofan byggja eingöngu á mælingum höfundar því að engin gögn í gagnagrunni VSX og B.R.N.O. fengust til úrvinnslu. Óróleiki einkennir umferðatíma GY Psc, og myrkvarnir fylgja ekki reglulegum spátíma. Frávik verða upp á meira en klukkustund. Óreglan kemur fram í birtustöðuriti. Samanburður var gerður við ýmsa spátíma (tafla 9) og hann bendir eindregið til þess að erfitt sé að spá myrkvum nákvæmlega til lengri tíma litið. Til þess að sannreyna það voru spár byggðar á niðurstöðum höfundur bornar við mælingar og var útkoman síst betri.

Niðurstöður voru sendar í gagnagrunn B.R.N.O. í nóvember 2019 (athuganir # 17387 og 17488).

Observations of GY Psc started in the autumn of 2018 (some were published in previous reports) and are presented and examined here along with results from 2019. VSX (AAVSO) and B.R.N.O. websites do not provide the same period with their ephemeris. Mid-eclipse determinations have never coincided with these predictions. The results presented here are entirely based on the author's observations, as no data were accessible from AAVSO or B.R.N.O. websites. The phase diagram and examination of O—C timings suggest significant instability which might be caused by an orbital fluctuation of the system. This makes it a tedious task to predict eclipses correctly.

The results were submitted to the B.R.N.O. database on November 5 and 27, 2019 (no 17387 and 17488).

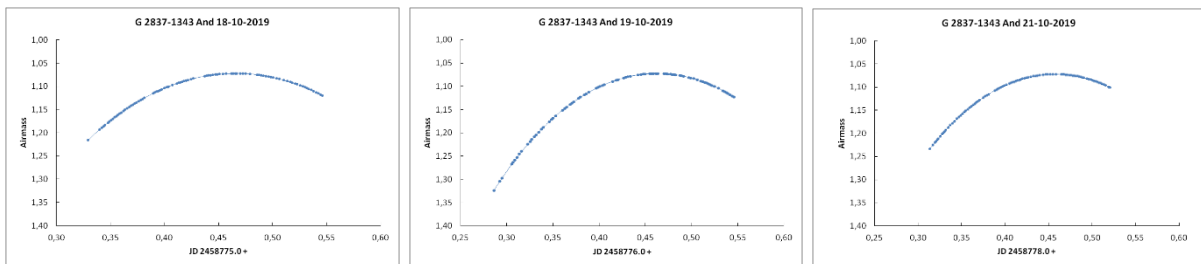
5 V 801 And (G2837.1343 And)

Stjörnuhnit 02 00 09.12 +43 02 43.1 **Bst. (V)** 11,9-12,35 **Umferðartími:** 0,266628 d (06t23m57s)

V 801 And (G2837.1343 And, GSC 2837:1343) er myrkvastjarna staðsett tæpa gráðu norðvestan við Almach í Andrómedu. Stjarnan er EW snertivístinni sem VSX (2020) auðkennir sem *V0801 And*, en upplýsingar um hana birtust fyrst í Simbad gagnagrunninum í árslok 2019. Fáar heimildir segja frá henni og lítið. Á VSX eru þrjár greinar nefndar og er sú elsta eftir Damerdji o.fl. (2007). Stjarnan er skráð G2837.1343 And í Hoňková o.fl. (2013) og að síðustu V0801 And í Kazarovets o.fl. (2019). VSX og B.R.N.O. styðjast við sömu birtulotu og birtusveiflu. VSX miðar viðmiðstíma við (HJD) 2456225,3936 (24. október 2012, kl. 21t26m47s) en B.R.N.O. (HJD) 2453288,51197 (10. okt. 2004, kl. 00t17m14s). Dýpt aðalmyrkva af ofantöldu er því 0,45 bst. en ekki fannst birtustig fyrir millimyrkva. B.R.N.O. mat mikilvægi athugana á þessari stjörnu 8/10, árið 2019, þ.e. afar fáar mælingar hafa verið gerðar á síðustu árum.

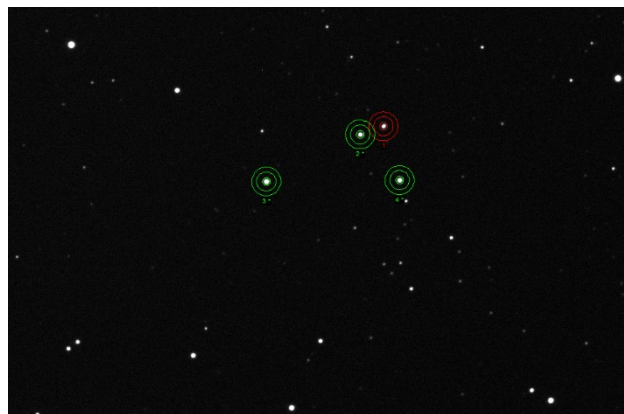
5.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Athuganir voru gerðar á V 801 And dagana 18., 19. og 21. október 2019. Þann 18. okt. hófust tókur kl. 19:55 og lauk kl. 01:10. Myrkvaspá B.R.N.O. þetta kvöld sagði aðalmyrkva verða kl. 22:47 en VSX kl. 22:10. 90 myndir voru teknar með V litsíu, 60 sekúndna tókutíma og 2x2 dílaknippingu. Þessi uppsetning og tókutími voru ætíð notuð. Þann 19. okt. hófust tókur kl. 18:55 og þeim lauk kl. 01:10. Það kvöld spáði B.R.N.O. millimyrkva kl. 21:11 og aðalmyrkva kl. 00:23 en VSX aðalmyrkvum kl. 17:22 og 06:09. 83 myndir voru teknar í þetta sinn. Þann 21. okt. hófust tókur kl. 19:30 og þeim lauk kl. 00:30. 93 myndir voru teknar í það skiptið. Stjarnan stóð ætíð hátt á himni á meðan tókum stóð og gekk yfir hábaug umrædd kvöld (myndir 32a-c).



*Myndir/*Fig. 32a-c. Loftmassaferlar V 801 And dagana a) 18. okt., b) 19 okt. og c) 21. okt. 2019. – a) Airmass plot for V 801 And on a) October 18, b) October 19, and October 21, 2019.

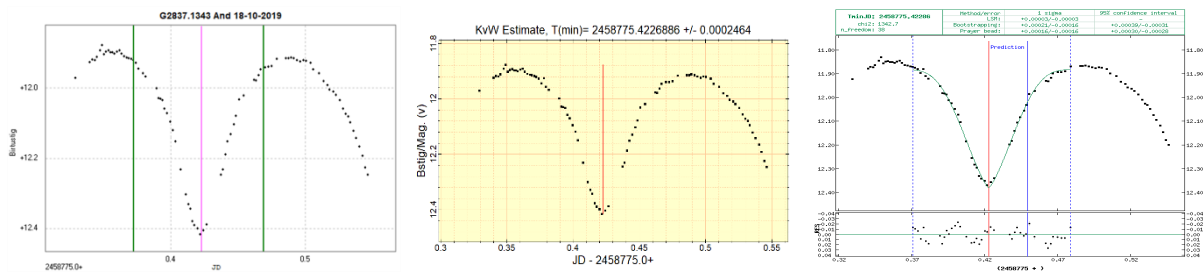
Myrkvastjarnan var borin saman við GSC 2837:703 (UCAC 2.0 bst. 11,43, merkt 2*), GSC 2824:1455 (bst. 10,7, merkt 3*), og GSC 2837:645 (bst. 11,1, merkt 4*) á mynd 33.



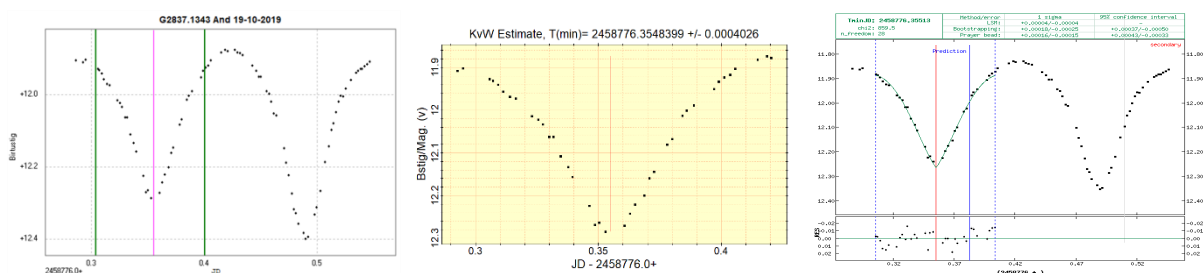
*Mynd/*Fig. 33. V 801 And (rauður hringur) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – V 801 And (red circle) and its comparison stars (green circles).

5.2 Niðurstöður

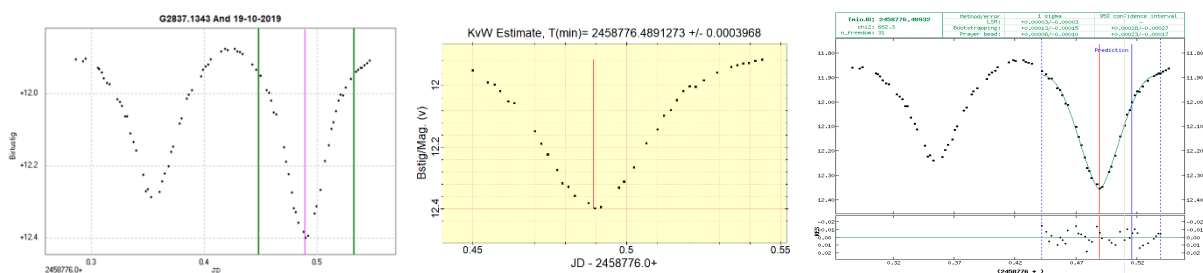
Myndraðir 34a-c til 38a-c sýna mæligildi þriggja prófana á miðju aðal- eða millimyrkva úr fyrrgreindum athugunum í október 2019. Niðurstöður mælinga og samanburður við spátíma B.R.N.O. eru í töflu 10 og í töflu 11 yfir birtulotu og viðmiðstíma. Myndir 39a-b lýsa mælingatímabili og ákvörðun birtulotu. Mælitímabilið varð lengra þar sem notuð voru gögn frá AAVSO (2020) frá 27. og 28. nóvember 2015 (athugandi Petriew Vance, 363 mæligildi). Mynd 40 er birtustöðurit, sem er byggt á mælingum hans og höfundar.



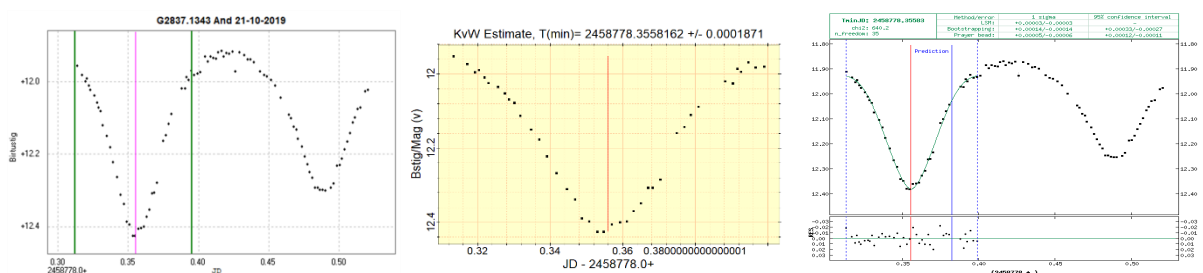
Myndir/Fig. 34a-c. Miðja aðalmyrkva 18. október 2019 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – PEED on October 18, 2019.



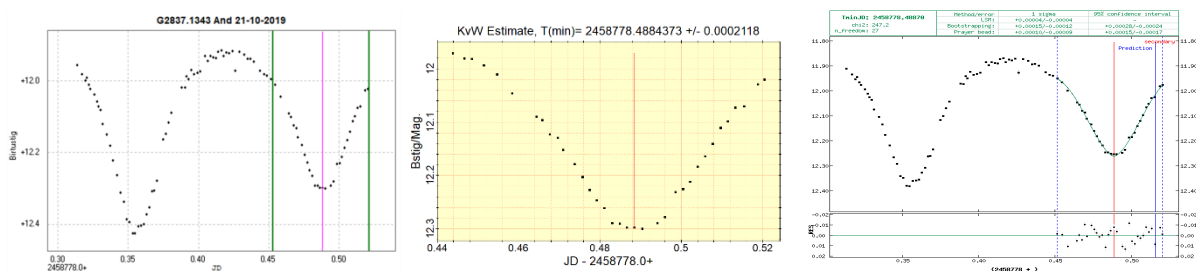
Myndir/Fig. 35a-c. Miðja millimyrkva 19. okt. 2019 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – SEED on October 18, 2019.



Myndir/Fig. 36a-c. Miðja aðalmyrkva 19. október 2019 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – PEED on October 19, 2019.



Myndir/Fig. 37a-c. Miðja aðalmyrkva 21. október 2019 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – PEED on October 21, 2019.



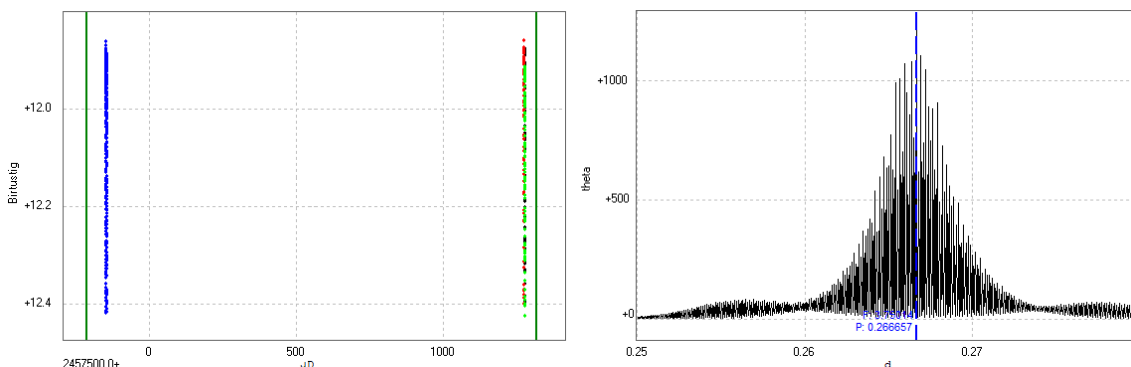
Myndir/Fig. 38a-c. Miðja millimyrvka 21. október 2019 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – SEED on October 21, 2019.

Tafla/Table 10. Myrkvar V 801 And 18. og 19. okt. 2019, samkvæmt spá á vefsíðu B.R.N.O. (grænir reitir) og ákvarðaðir með þremur prófununum. Sólmíðjutími var ákvarðaður með reiknitóli BAA (2020). – Predicted timings of V 801 And on October 18 and 19 2019, by B.R.N.O. (green rows) compared to observed eclipses. Heliocentric determination by BAA (2020).

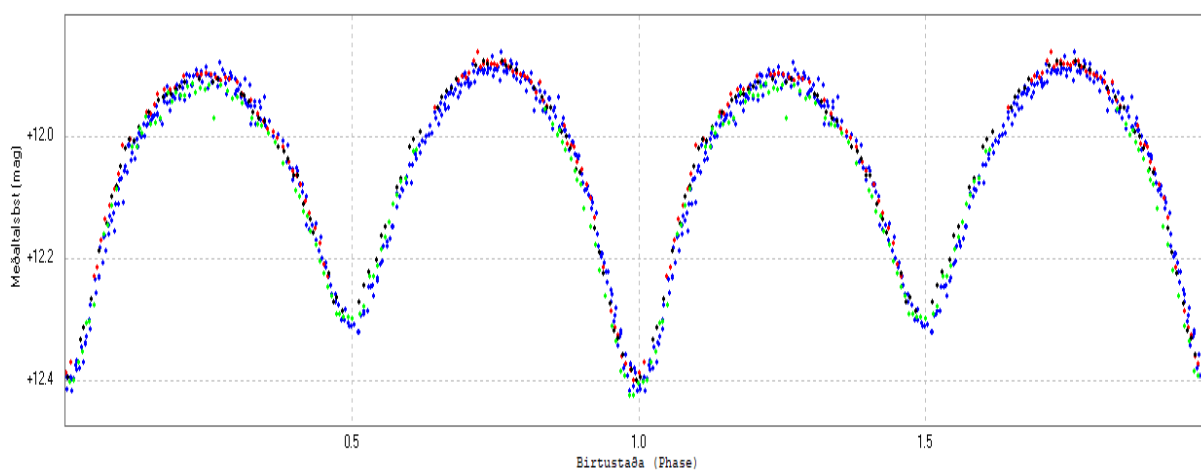
Dagur/Day	Tími/Time	Júlianskir dagar (JD)	+/-	Sólmíðjutími (HJD)	Mismunur	Tími
18-10-2019	22:40:08	2458775,44454		2458775,44931	6,870 mín	22:47 (pri)
Peranso	22:08:51	2458775,422814	0,002503	2458775,42758	6,869	22:15:43
Mira Pro	22:08:40	2458775,4226837	0,000246	2458775,42745	6,869	22:15:32
B.R.N.O.	22:08:55	2458775,42286	0,00019	2458775,42763	6,869	22:15:47
19-10-2019	21:04:05	2458776,37784		2458776,38264	6,906 mín	21:11 (sec)
Peranso	20:31:13	2458776,355224	0,000582	2458776,36002	6,905	20:38:26
Mira Pro	20:30:58	2458776,3548399	0,000403	2458776,35963	6,905	20:37:52
B.R.N.O.	20:31:23	2458776,35513	0,00022	2458776,35992	6,905	20:38:17
20-10-2019	00:16:05	2458776,51117		2458776,51597	6,910 mín	00:23 (pri)
Peranso	23:44:14	2458776,489062	0,000138	2458776,49386	6,910	23:51:09
Mira Pro	23:44:30	2458776,4892408	0,000362	2458776,49404	6,910	23:51:25
B.R.N.O.	23:44:37	2458776,48932	0,00014	2458776,49412	6,910	23:51:31
21-10-2019	21:03:01	2458778,37710		2458778,38194	6,975 mín	21:10 (pri)
Peranso	20:31:46	2458778,355395	0,000022	2458778,36024	6,974	20:38:44
Mira Pro	20:32:22	2458778,355816159	0,000187	2458778,36066	6,974	20:39:21
B.R.N.O.	20:32:23	2458778,35583	0,00014	2458778,36067	6,974	20:39:21
22-10-2019	00:15:01	2458778,51043		2458778,51528	6,985 mín	00:22 (sec)
Peranso	23:43:34	2458778,488596	0,002577	2458778,49345	6,985	23:50:34
Mira Pro	23:43:24	2458778,4884782	0,000213	2458778,49333	6,985	23:50:23
B.R.N.O.	23:43:43	2458778,48870	0,00014	2458778,49355	6,985	23:50:42

Tafla/Table 11. Niðurstöður yfir birtulotu V 801 And, byggðar á sex aðalmyrkvum og fjórum millimyrvum dreifðum yfir 1423 daga. Skýringar á dálkum, sjá töflu 3. – Results of period and epoch based on six primary and three secondary eclipses distributed over 1423 days. For explanations of columns, see table 3.

Birtulota (dagar) Period	Tíðni (fjöldi myrkva/dag)	Viðmiðstími (Epoch)	Tímabil (dagar)	Mælistök	Gláplíkur
06:23:59 stundir		27.11.2015, kl. 02:47:45	1425	627	¹ 0,000
0,266657±0,00003	3,75014±0,00043	(HJD) 2457353,616499			² 0,000



Myndir/Fig. 39a-b. a) Dreifing athugana (lóðr. rákir) á V 801 And yfir 1425 daga tímabil. b) Ákvörðun birtulotu með ANOVA-prófun í Peranso. Niðurstaða: 0,266657 dagar. – a) Distribution of observing sessions, a period of 1425 days. b) Period determination with ANOVA method in Peranso. Result: 0. 266657 day.



Mynd/Fig. 40. Birtustöðurit V 801 And byggt á birtulotu ákvarðaðri eftir mæligögnum höfundar og AAVSO. – Phase diagram based on available data from author and the database of AAVSO (2020), obtained by Petriew Vance (363 measure points) to test period (P) and accordingly provide a new epoch.

5.2.1 Líkan af V 801 And

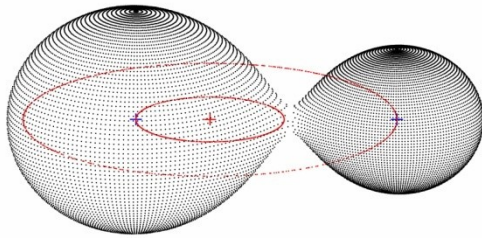
Niðurstöður birtustöðurits voru færðar í forritið BinaryMaker 3, til þess að draga fram líkan af tvístirninu, byggðu á lögum birtuferilsins, afmörkunarktikum og litvísi. Engin mælingagögn yfir sjónlínuhraða V 801 And voru haldbær en eins og fyrr hefur verið sagt, þá er q-aðferðin (sjá lýsingu í OT UMa) þrautaleiðin við slíkar kringumstæður að máta fjölda líkana með mismunandi massahlutfall við ljósferilinn og finna hvenær mæligildi og líkan falla best saman. Leifarit er notað við að gera matið sem nákvæmast og fá ákveðna nálgun á gerð tvístirnisins (Bradstreet & Steelman 2005).

Í tilfalli V 801 And (þegar þetta verkefni var unnið) var litvísir (vísir á hita stjarnanna) þekktur auk lögunar birtuferilsins, sem er dæmigerður fyrir snertivístirni. Jafnframt staðfestir birtulotan (umferðartíminn) að stjörnur tvær séu þéttstæðar. Birtuferill er skýr (mynd 40) en mæligildi voru engu að síður knipuð saman. Afmarkanirnar gefa ákveðnar vísbendingar um hita stjarnanna og nýtast til þess að ákvarða nokkra fleiri staðalstika sem eru dæmigerðir fyrir EW stjörnur, og þar af leiðandi fækka stikum sem þarf að prófa frekar. Tafla 12 sýnir stika sem byggðir eru á q-aðferðinni og voru notaðir í endanlegt líkan og ætlaðan geisla stjarnanna. Myndir 41a-b sýna mæligildi mátuð að ljósferli sem hvað best lýsir líkaninu af tvístirninu.

Tafla/Table 12. Stikar til þess að gera tilgátulíkan af V 801 And. Skýringar á dálkum eru við töflu 5. – Best fit parameters for hypothetical model of V 801 And. Explanations for columns are presented in table 5.

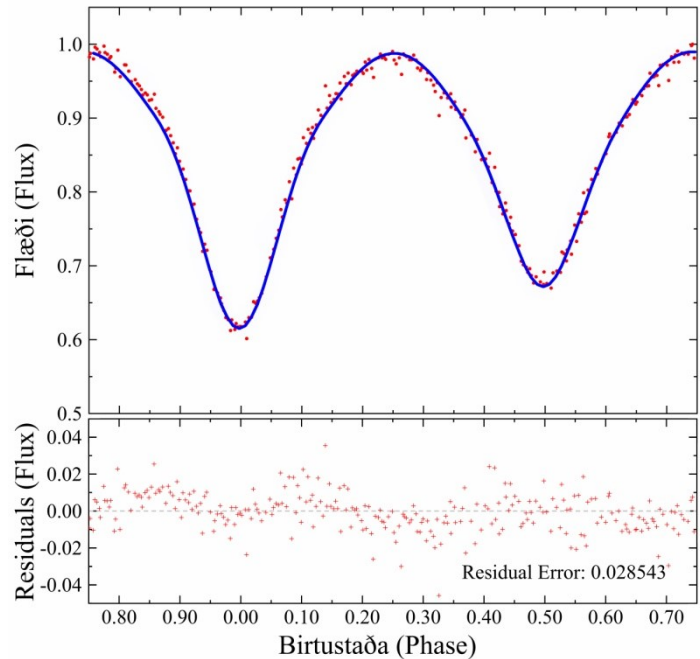
Litvísir (B-V)	T_1 (K)	T_2 (K)	q	$\alpha_1 = \alpha_2$	$\vartheta_1 = \vartheta_2$	i°	r_1	r_2
1,01 ^{*1}	4503	4753	0,396 ^{*2}	0,32 ^{*3}	0,764 ^{*4}	71,15	0,465	0,304

^{*1} VSX 2020; ^{*2} Bradstreet, tölvuskeyti 27.1.2020; ^{*3} Lucy 1968; Bradstreet & Steelman 2002; ^{*4} Van Hamme 1993; Bradstreet & Steelman 2002.



Myndir/Fig. 41a-b. Líkan af V 801 And, gert með Binary Maker 3 (Bradstreet & Steelman 2005). a) Að ofan: Um hjúpsnertitvistirni er að ræða og aflagast stjörnurnar vegna flóðkrafta. Massamiðjur og samþungamiðja kerfisins eru sýndar með rauðum krossum, rauðir hringir sýna sporbrautir umhverfis samþungamiðjuna og brautarfleti stjarnanna, í sjónlínu frá jörðu. b) Til hægri: Mæligildi (rauðir punktar) og líkan (blá lína) mátuð saman en leifarit (neðst) lýsir gæðum, þ.e. hve vel þau mátast. – Model of the overcontact binary V 801 And, done with Binary Maker 3 (Bradstreet & Steelman 2002).

a) Above: The result is an overcontact binary, a system deformed by tidal forces. Red crosses locate the center of the masses and the barycenter of the system. b) To the right: Measured values (red dots) and theoretical model (blue line) fitted, using the q -method (Bradstreet 2005). Residuals describe the quality of the fitting.



5.3 Umfjöllun

Athuganir á snertitvistirninu V 801 And, í október 2019, voru í fyrstu ætlaðar til þess að bera saman við viðurkennda birtulotu og viðmiðstíma. B.R.N.O. metur mikilvægi athugana 8/10, og á slíkum tvístirnum mælast oft frávik á tímum miðmyrkva miðað við spátíma. B.R.N.O. og VSX kynna sömu birtulotu og myrkvadýpt en styðjast ekki við sama viðmiðstímann. Viðmiðstímar VSX og B.R.N.O. voru orðnir úreltir þegar þessar athuganir voru gerðar. Spátími VSX reyndist innihalda skekkju upp á ~5t21m en spá sem B.R.N.O. birtir á vefsíðu sinni var of sein. Mælingar sýndu miðmyrkva verða nálægt 32 mín. fyrir en spár sögðu til um. Hér er því kynntur nýr viðmiðstími.

Í þessu verkefni voru notaðar mælingar úr gagnasafni AAVSO (Petriew Vance, 363 mæligildi). Athuganirnar 18. og 19. október falla vel saman við mælingagögn sem Vance (AAVSO 2020) aflaði árið 2015. Ákvörðun á birtulotu var því reiknuð út frá sex aðalmyrkvum og fjórum millimyrkvum og ákvarðaðist um 2,5 sek. lengri en áður viðurkennt gildi. Í töflu 12 er viðmiðstími miðaður við fyrsta aðalmyrkvann sem Vance mældi, og ræðst ákvörðuð birtulota því af meira en þriggja ára löngu tímabili. Birtumunur á aðalmyrkva (bst. ~12,4) og millimyrkva (bst. ~12,3) reyndist vera 0,1 bst.

Tilgáta að líkani af stjörnunni var búið til og mátað við gögnin. David Bradstreet Ph.D, hönnuður forritsins Binary Maker 3, leiðbeindi höfundi við líkangerðina. Tilgátan er sú að um hjúpsnertistjörnu sé að ræða, þar sem massameiri stjarnan hefur kaldara yfirborð. Tekið skal fram að þessi tilgáta byggir einungis á gögnum sem var aflað með V litsíu í þessu verkefni og staðalstikum sem einkenna þessa gerð myrkvastirna. Til þess að skera úr um hvort sú sé raunin þarf mælingar á fleiri litsviðum, til þess að ákvarða hvort líkanið fellur sömuleiðis að þeim og auk þess á sjónlínuhraða til þess að ákvarða massahlutföll. Svo að líkanið er sett hér fram til gamans og ætti ekki taka of hátíðlega.

V 801 And (G2837.1343 And [GSC 2837:1343]) is a little known EW eclipsing binary, positioned at RA 02 00 09.12 Dec +43 02 43.1, or $\sim 1^\circ$ northwest of the visual star Almach in Andromeda. In 2019 B.R.N.O. rated this star a 8/10, indicating very few observations in the last 10 years. VSX database notes three papers, Damerdji and others (2007), Hoňková and others (2013) and Kazarovets and others (2019), but they provide only basic information. Hoňková and others (2013) identify the star as G2837.1343 A and finally, in Kazarovets and others (2019) it is registered V0801 And. VSX og B.R.N.O. quote the period of 0. 266628 d (6h23m57s) and the magnitude 11.9-12.35. VSX uses the Epoch of (HJD) 2456225.3936 but B.R.N.O. (HJD) 2453288.51197.

Observations were obtained in October 2019. The results indicate that the Epoch provided on VSX website is obsolete. The VSX predicted timings of primary eclipses have an error of $\sim 5h21m$ and at B.R.N.O. website the mid-eclipses occurred about 32 min. earlier than predicted. Measurements (363 datapoints), originally submitted by P. Vance to the AAVSO database, were applied together with the author's results to determine the period of the system and provide a new Epoch.

A hypothetical model was constructed for comparison with the data. In the construction the author was supervised by David Bradstreet Ph.D, designer of the Binary Maker 3 software. He is, however, not responsible for any error this model may contain. The hypothesis is that the system is a overcontact binary and the larger mass star has a cooler surface than the smaller one. It should be noted that the hypothesis fits the data obtained with V filter only and can not be accepted literally. Determination of actual mass ratio is based on radial velocity measurements, which presently are unavailable for this star. The statement provided is more or less intended for enjoyment.

6 V 712 And

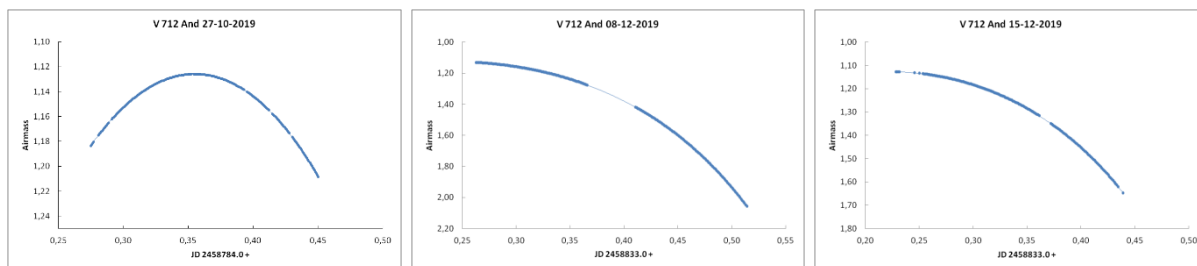
Stjörnuhnit 23 54 39.19 +36 45 16 **Bst. (V)** 10,03-10,24 **Umferðartími:** 0,367193 d (08t48m45s)

V 712 And (GSC 2780:2053) er lítt þekkt EW myrkvastjarna en var valin til athugana haustið 2019. Stjarnan er um átta gráður norðvestan við Alpheratz í Andrómedu. VSX (2020) segir hana á bst. 10,03 og myrkvann um 0,21 bst. Simbad gagnagrunnurinn gefur upp meðaltalsbst. 10,12. V 712 And var skráð meðal stjarna með hraða eiginhreyfingu af Ali (1952) en það er fyrst í mæligögnum sem aflað var árið 2004 sem uppgötvast að um myrkvastjörnu sé að ræða (Maciejewski 2005). Þar er birtulotan uppgefin 0,367193 dagar og viðmiðstími (HJD) 2453256,092084. Stjarna er síðan skráð V0712 And í Kazarovets o.fl. (2013). VSX og B.R.N.O. nota sömu birtulotu og viðmiðstíma ([HJD]2453256,09208 eða 7. sept. 2004, kl. 14:12:35). B.R.N.O. mat mikilvægi athugana á henni 10/10, árið 2019, þ.e. afar fáar mælingar hafa verið gerðar á síðustu árum.

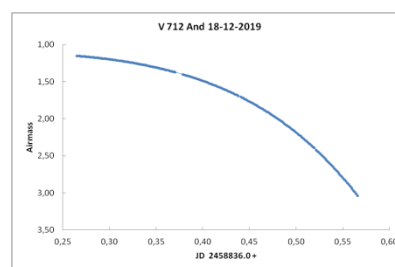
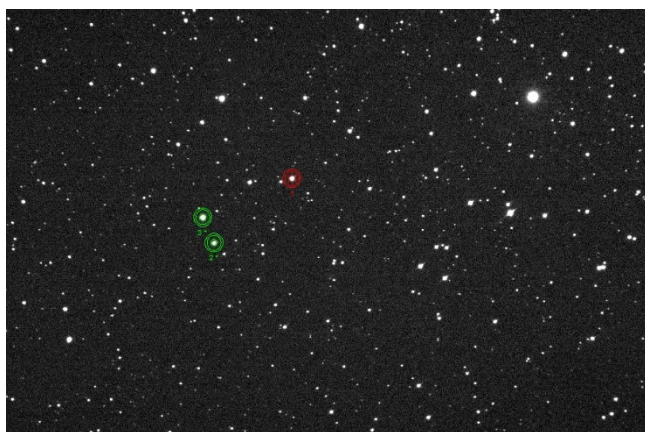
6.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Athuganir á V 712 And voru gerðar 27. október, 7., 28. nóvember, 8., 15. og 18. desember 2019. Við tókur var notuð ZWO Asi 174MM-C CMOS myndavél og Baader V litsía á 80 mm linsusjónauka. Tökutími var alltaf 60 sek. en dílakniping var breytileg. Þann 27. okt var millimyrkva spáð kl. 20:47. Daga 7. og 28. nóv náðust ekki myrkvar. 8. des. var aðalmyrkva spáð kl. 21:19, 15. des var aðalmyrkva spáð kl. 21:16 og 18. des. aðalmyrkva kl. 19:46. Myndir 42a-d sýna göngu stjörunnar þegar myrkvar náðust.

Stjarnan var borin saman við GSC 2780:1118 (bst. 10,81, merkt 2*) og SAO 73609 (GSC 2780:1189 [bst. 9,63] merkt 3*) á mynd 43.



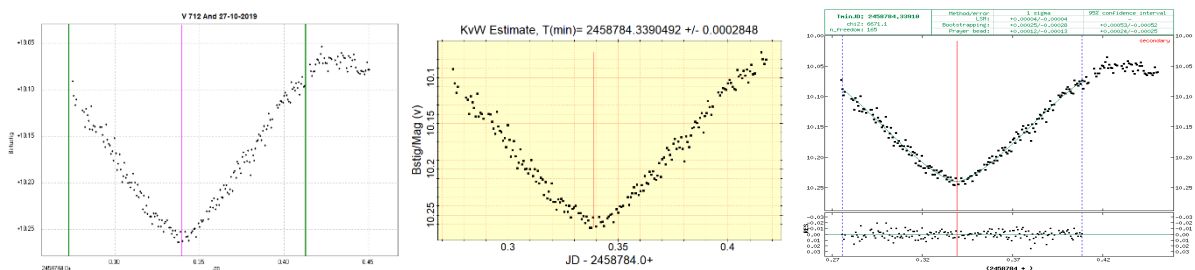
Myndir/Fig. 42a-d. Loftmassaferlar V 712 And dagna a) 27. okt., b) 8. des. og c) 15 des. og 18. des. 2019 – a) Airmass plot for V 712 And on a) October 27, b) December 8, c) December 15 and d) December 18, 2019.



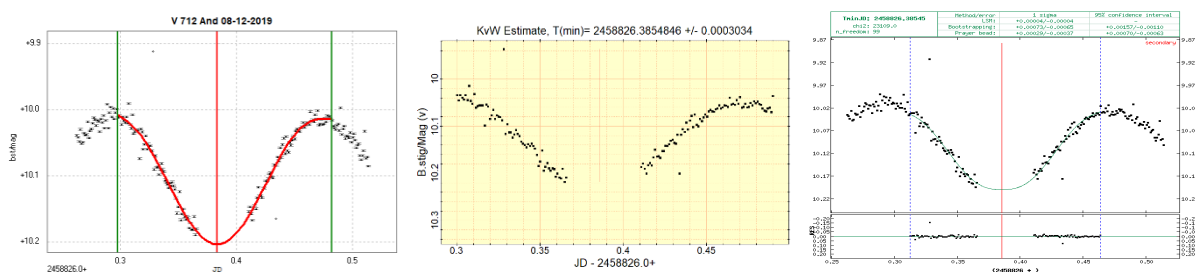
Mynd/Fig. 43. V 712 And og viðmiðsstjörnur. – V 712 And (red circle) and its comparison stars (green circles).

6.2 Niðurstöður

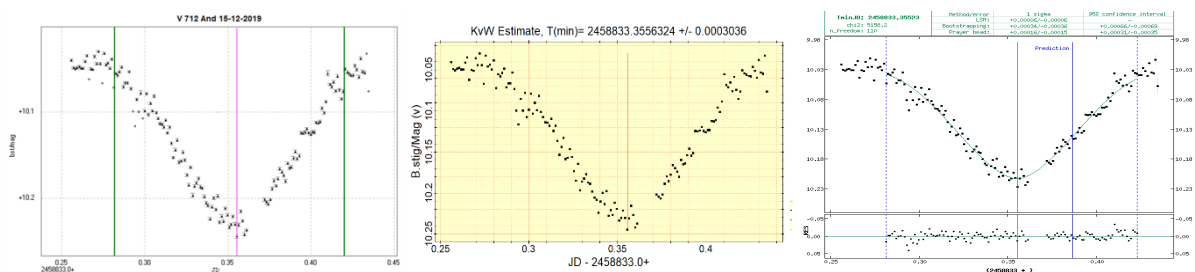
Myndraðir 44a-c – 48a-c sýna mæligildi þriggja prófana á miðju myrkvanna sem náðust þann 27. okt., 8., 15. og 18. des. 2019. Niðurstöður mælinga og samanburður við útgefna spátíma B.R.N.O. eru í töflu 13. Í töflu 14 eru niðurstöður yfir birtulotu og viðmiðstíma. Myndir 49a-b lýsa mælingatímabili og ákvörðun birtulotu. Á mynd 50 er dregið upp birtustöðurit úr mælingunum.



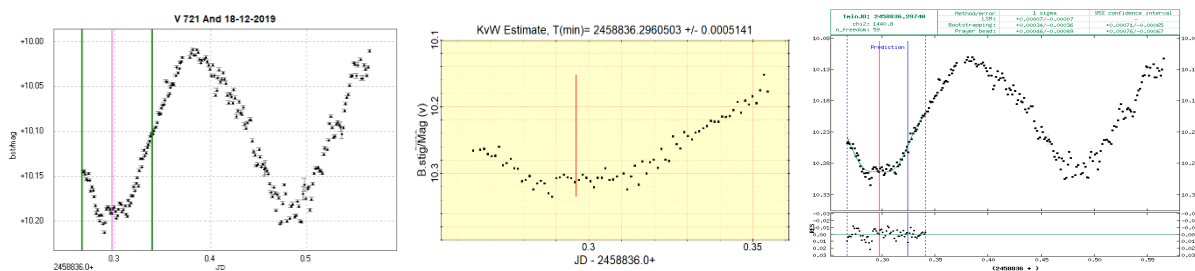
Myndir/Fig. 44a-c. Miðja aðalmyrkva 27. október 2019 ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – PEED on October 27, 2019.



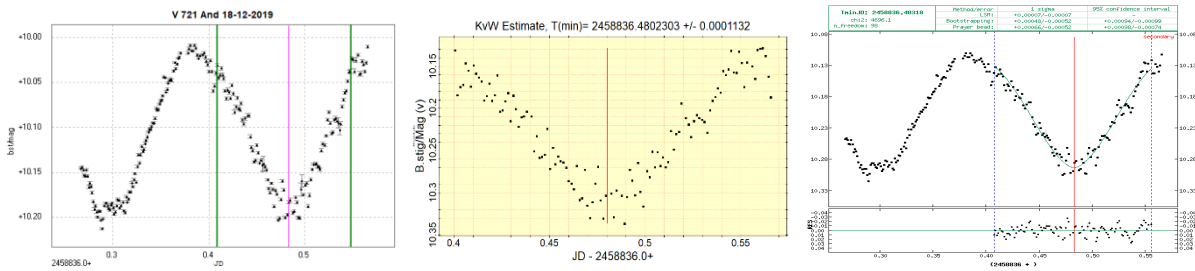
Myndir/Fig. 45a-c. Miðja aðalmyrkva þann 8. desember 2019, ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – PEED on December 8, 2019.



Myndir/Fig. 46a-c. Miðja aðalmyrkva 15. desember 2019, ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – PEED on December 15, 2019.



Myndir/Fig. 47a-c. Miðja aðalmyrkva 18. desember 2019, ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – PEED on December 18, 2019.



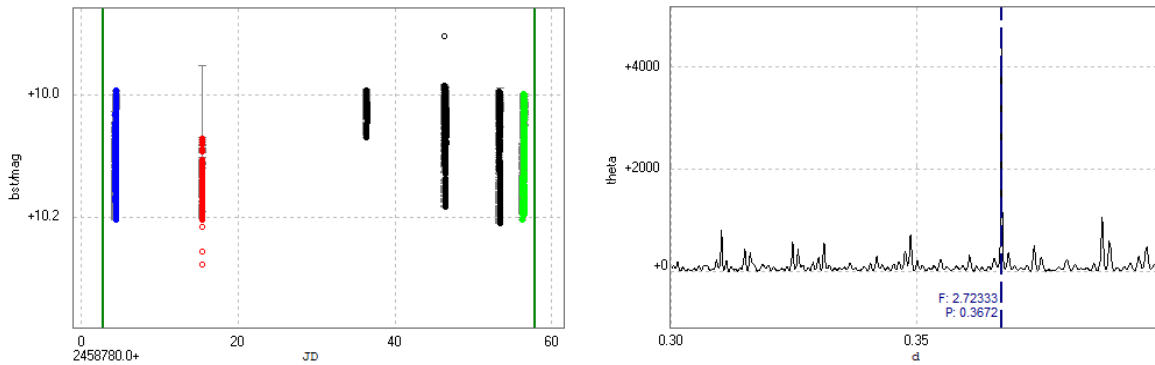
Myndir/Fig. 48a-c. Miðja millimyrkva þann 18. desember 2019, ákvörðuð í a) Peranso, b) Mira Pro, og c) reiknitóli B.R.N.O. – SEED on December 18, 2019.

Tafla/Table 13. Millimyrkvi V 712 And, þann 27. okt. 2019, samkvæmt spá á vefsíðu B.R.N.O. og VSX (grænir reitir) og ákvarðaður með þremur prófunum. Sólmiðjutími var ákvarðaður með reiknitóli BAA (2020). – Predicted time of V 712 And secondary eclipse on October 26, 2019, by B.R.N.O. and VSX (green rows) and observed timings. Heliocentric determination by BAA (2020).

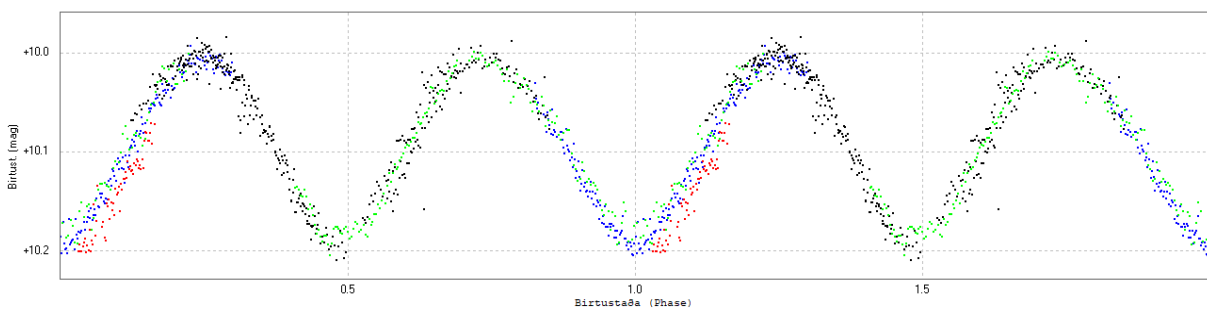
Dagur/Day	Tími/Time	Júlíanskir dagar (JD)	+/-	Sólmiðjutími (HJD)	Mismunur	Tími
27-10-2019	20:40:29	2458784.36145		2458784.36597	6,514 mín	20:47 (pri)
Peranso	20:08:29	2458784.339226	0.000481	2458784.34375	6.515	20:15:00
Mira Pro	20:08:14	2458784.3390492	0.000285	2458784.34357	6.515	20:14:44
B.R.N.O.	20:08:18	2458784.33911	0,00027	2458784.34362	6.515	20:14:48
08-12-2019	21:15:40	2458826.38589		2458826.38820	3,321 mín	21:19 (pri)
Peranso	21:12:27	2458826.383651	0.00305	2458826.38596	3,321	21:15:46
Mira Pro	21:15:05	2458826.3854846	0.000303	2458826.38779	3,321	21:18:25
B.R.N.O.	21:15:21	2458826.38566	0.00063	2458826.38797	3,321	21:18:40
15-12-2019	21:13:26	2458833.38434		2458833.38612	2,557 mín	21:16 (pri)
Peranso	20:31:55	2458833.355502	0.001264	2458833.35728	2,561	20:34:28
Mira Pro	20:32:07	2458833.35563785	0.000303	2458833.35742	2,561	20:34:41
B.R.N.O.	20:31:31	2458833.35523	0.00035	2458833.35701	2,561	20:34:05
18-12-2019	19:43:49	2458836.32207		2458836.32361	2,224 mín	19:46 (pri)
Peranso	19:08:19	2458836.297447	0.000659	2458836.29899	2,227	19:10:32
Mira Pro	19:06:19	2458836.2960503	0.000514	2458836.29760	2,227	19:08:32
B.R.N.O.	19:08:15	2458836.29740	0.00035	2458836.29895	2,227	19:10:29
19-12-2019	00:08:47	2458836.50611		2458836.50764	2,204 mín	00:11 (sec)
Peranso	23:36:23	2458836.483599	0.000857	2458836.48513	2,206	23:36:22
Mira Pro	23:31:30	2458836.4802139	0.000122	2458836.48175	2,207	23:33:43
B.R.N.O.	23:35:47	2458836.48318	0.00050	2458836.48471	2,206	23:37:58

Tafla/Table 14. Niðurstöður yfir birtulotu V 712 And, byggðar á fjórum aðalmyrkvum og einum millimyrkva dreifða yfir 52 daga. Skýringar á dálkum, sjá töflu 3. – Results of period and epoch based on four primary and one secondary eclipses distributed over 52 days. Explanations of columns, see table 3.

Birtulota (dagar) Period	Tíðni (fjöldi myrkva/dag)	Viðmiðstími (Epoch)	Tímabil (dagar)	Mælistök	Gláplíkur
08:48:46 stundir		27.10.2019, kl. 20:14:47	52.2878	914	¹ 0,000
0,3672±0,0001	2,72333±0,00083	(HJD) 2458784.3436			² 0,000



Myndir/Fig. 49a-b. a) Dreifing athugana (lóðr. rákir) á V 712 And yfir 52 daga tímabil. b) Ákvörðun birtulotu með ANOVA-prófun í Peranso. Niðurstöður: 0,3672 dagar. – a) Distribution of observing sessions over, a period of 52 days. b) Period determination with ANOVA method in Peranso. Results: 0.3672 day.



Mynd/Fig 50. Birtustöðurit V 712 And byggt á ákvarðaðri birtulotu eftir mæligögnum höfundar og AAVSO. – Phase diagram based on data from the author. No data were available in B.R.N.O. or AAVSO database.

6.3 Umfjöllun

V 712 And er lítið þekkt EW snertivístirni, þrátt fyrir að vera fremur bjart og með djúpa myrkva sem eru auðmælanlegir. Á vefsvæði B.R.N.O. er mikilvægi athugana á því gefið 10/10. Í þessu verkefni voru birtulota og viðmiðstími metin út frá fjórum aðalmyrkvum og einum millimyrkva. Örfáar mælingar fundust í gagnagrunni B.R.N.O. en engin var opin. Engar athuganir eru í gagnagrunni VSX. Fyrir vikið er prófun á birtulotu eingöngu byggð á gögnum höfundar. Niðurstöður fyrstu mælinga sýndu að myrkvi varð um 30 mín. á undan spánni. Sú varð oftast raunin með aðra myrkva en þó stóðst spá nokkurn veginn fyrir myrkva 8. des 2019. Birtustöðurit sýnir örlitla tilfærslu á aðalmyrkva í tíma (rauðir punktar) en það bendir til að einhver frávik eigi sér stað, eða óstöðugleiki á sporbraut. Frekari athuganir þarf til þess að stækka gagnasafnið og draga upp O—C rit. Mátun viðurkennds viðmiðstíma frá 2005 á birtustöðuritið staðfestir að sá er úreltur. Nýr viðmiðstími er í töflu 13.

Þar sem sýndarbst. V 712 And er rétt rúmlega tíu var gagna eingöngu aflað með 80 mm sjónauka og er það fyrsta viðfangsefnið sem þannig er höndlað. Niðurstöður á myrkvum voru sendar í gagnasafn B.R.N.O. (nr 17623, 17653, 17659, 17668 og 17669).

V 712 And (GSC 2780:2053 is a neglected EW eclipsing binary, located at RA 23 54 39.19 Dec +36 45 16. It was registered as a high proper motion star in the 1950s (Ali 1952) but identified as an eclipsing binary in 2004 (Maciejewski 2005). In this project four primary eclipses and one secondary were used to test the period and Epoch of the star, as the observed eclipses occurred about 30 minutes earlier than predicted. The observations support a published period of a 0.3672 day. V 712 And is a star of magnitude 10 which makes it a good target with a small telescope. In this project an 80 mm refractor was used for data acquisition.

7 Algol

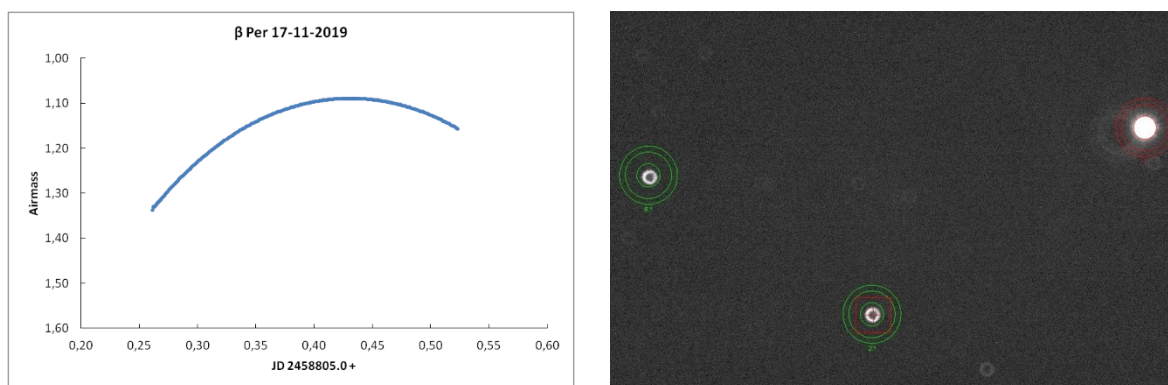
Stjörnuhnit 03 08 10 +40 57 2 **Bst. (V)** 2,12-3,39 **Umferðartími:** 2,867339 d (2d 20t 48m 56,8s)

Algol (β Persei) í Perseusi, sem er frumgerð EA-myrkvastjarna, myrkvast á tæplega þriggja daga fresti og greinast myrkvarnir með berum augum. Ef fylgjast á með ljósbreytingunni þarf að bera birtu stjörnunnar saman við nálægar stjörnur, meðan myrkvinn á sér stað, og ef ákvarða skal miðmyrkva, þarf að skrá breytingarnar meðan stjarnan gengur í gegnum myrkvann. Almanak Háskólans birtir spátöflu fyrir Algolmyrkva ár hvert, sem ætluð er stjörnuathugendum til þess að auðvelda þeim að fylgjast með myrkvunum. Athuganir af því tagi þar sem að ferill myrkvans er skráður nýtast í vísindaskyni og er slíkum niðurstöðum safnað í gagnagrunna AAVSO og B.R.N.O. Stundum ber á milli hversu nákvæmlega spár og myrkvar falla saman og svo virðist sem umferðatíminn sé að lengjast (Price 1999).

Á liðnum áratug hefur þrívægis verið greint frá ákvörðun á miðmyrkva Algol, þeim fyrsta hinn 26. febrúar 2009, þá 18. mars 2016 og síðast 29. desember 2017 (Þorsteinn Sæmundsson 2009; Snævarr Guðmundsson 2009, 2016a, 2016b, 2019). Hér er greint frá fjórðu mælingunni, en hún var gerð þann 17. nóvember 2019. Þorsteinn Sæmundsson (2009) hefur tekið saman yfirlit um Algol og birt á netinu (<http://www.almanak.hi.is/algol.html>). Lesendur sem þekkja ekki stjörnuna er hér með bent á þann fróðleik.

7.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

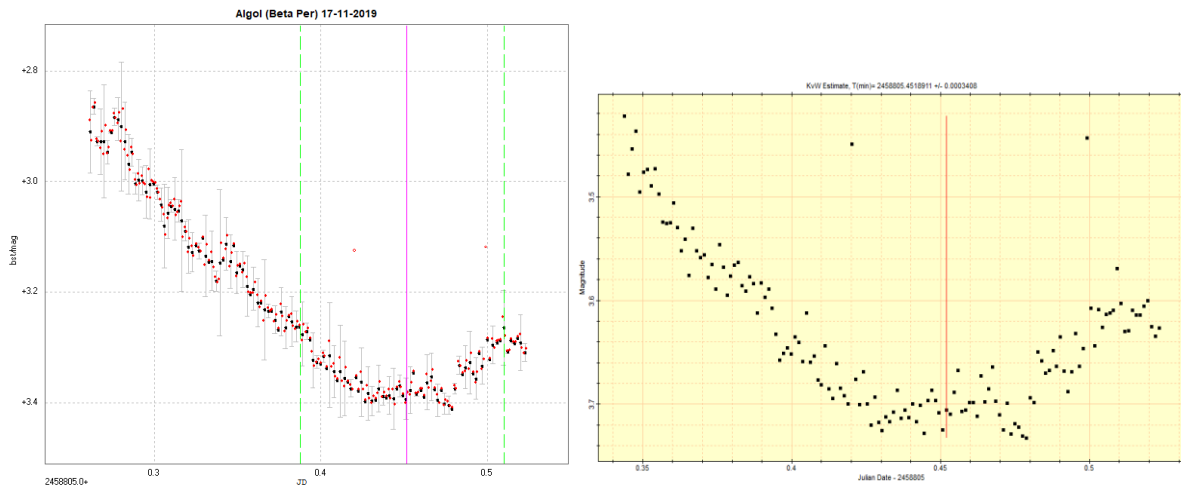
Þann 17. nóvember 2019 var fylgst með Algolmyrkva. Á þeim tíma var stjarnan hátt á lofti og gekk yfir hábaug (mynd 51a) en auk þess voru aðrar aðstæður til mælinga góðar. Frá kl. 18:47 til kl. 23:05 voru teknar 217 tíu sekúndna myndir með 80 mm linsusjónauka í gegnum V-litsíu. Samanburðarstjörnur voru SAO 38605 (merkt 2*) og SAO 38614 (merkt 6*) á mynd 51b. Dregið var úr skarpstillingu (fókus) til þess að yfirmetta ekki díla myndflögunnar. Vegna stutts tókutíma var suðhlutfall hátt og frávik birtugilda því töluvert (mynd 52a-b).



Myndir/Fig. 51a-b. a) Loftmassaferill 17. nóv. 2019. b) Algol (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnurnar SAO 38605 neðar og SAO 38614 t.v. (grænir hringir). — Airmass plot for Algol on November 17, 2019. b) Algol and its comparison stars (green circles) SAO 38605 (below centre) and SAO 38614 to the left.

7.2 Niðurstöður og umfjöllun

Næg gögn fengust til ákvörðunar miðmyrkva þrátt fyrir að einungis næðist að fylgjast með hluta myrkvans. Miðja var ákvörðuð með tveim prófunum og eru niðurstöður birtar á myndum 52a-b. Í töflu 15 eru niðurstöðurnar bornar saman við spátíma. Niðurstöður voru ekki sendar í gagnagrunn B.R.N.O. að þessu sinni. Þrjú myrkvar sem skráðir hafa verið á síðustu árum (18. mars 2016, 29. desember 2017 og 17. nóv 2019) voru dregnir upp í birtustöðurit til þess að kanna hvernig þeir féllu með viðurkenndri birtulotu. Niðurstaðan sem fékkst í Peranso var sú að lotan væri 2,86734 dagar (2d20t48m58,1s), sem er mjög nærri viðurkenndri lotu.



Myndir/Fig. 52a-b. Aðalmyrkvi 17. nóv. 2019 ákvarðaður í a) Peranso og b) Mira Pro. — Primary Eclipse Extremum Determination on November 17, 2019 with a) Peranso, and b) Mira Pro.

Tafla/Table 15. Tímaákvörðun Algolmyrkva 17. nóv. 2019. Spátími úr Almanaki Háskólans er í grænum reit. Sólmiðjutími var ákvarðaður með reiknitóli BAA (2020). — Predicted timings of Algol on November 17, 2019 (green row) and determined timings. Heliocentric determination by BAA (2020).

Dagur	Tími	Júlíanskir dagar (JD)	+/-	Sólmiðjutími (HJD)	Mismunur	Tími
17-11-2019	22:31:00	2458805.43819		2458805.44347	7,599 mín.	22:38:35 (pri)
Peranso	22:48:59	2458805.450683	0.000993	2458805.45596	7,599	22:56:34
Mira Pro	22:50:43	2458805.4518911	0.000341	2458805.45717	7,599	22:58:19

Algol er sögufræg myrkvastjarna og nokkrar vefsíður birta spá yfir myrkva hennar. Viðurkennt sýndarbst. stjörnuunar utan myrkva er 2,12. Myrkvinn tekur um 10 stundir, þá dofna stjarnan um 1,3 bst. á fyrri helming þess tíma og er á bst. 3,4 í hámarki. Síðan tekur stjörnuna aðra fimm tíma að ná upphaflegri birtu.

Myrkvinn náði hámarki á sólmiðjutíma kl. rúmlega 22:57 (meðaltal af tveim ákvörðunum), eða nálægt 22:50 á heimstíma. Ákvarðaðist hann 18m51s eftir spá Almanaksins. Spár annarra vefsíðna voru eftirfarandi: Suhora-stjörnustöðin spáði myrkvanum kl. 22:27 (HJD), B.R.N.O. kl. 21:01 (HJD) og Sky&Telescope kl. 22:24 (UT) eða 22:31 (HJD), sem er sama spá og hjá almanakinu. Er spáin næst lagi hjá Almanaki Háskóla Íslands.

Algol er það björt að lítill sjónauki eða linsa nægir til þess að afla mæligagna. Höfundur hefur notað 30 cm, 40 cm og 8 cm sjónauka til mælinga á síðustu árum. Helsta vandamálið er að skerma birtusöfnunina nægilega vegna þess að myndflögur ljósnæmra myndavéla mettast hratt vegna hinnar miklu birtu. Í raun nægir að nota dæmigerða linsu áfastri myndavél til þess að fylgjast með myrkvunum, ef öðrum viðurkenndum aðferðum er fylgt.

The eclipse of Algol, on November 17, 2019 was determined ~18min51sec later than predicted timing, published by the Almanak Háskóla Íslands, in Iceland. Several astronomical websites predicts Algol's primary mid-eclipse, but based on different Epochs or period. Accepted apparent magnitude out of eclipse, is 2.12, but the star dims by 1.3 magnitude during the eclipse.

Fjarreikistjörnur

Yfirlit um athuganir á völdum fjarreikistjörnum árið 2019, ásamt eldri mælingum.

8 WASP 12b

Stjörnuhnit 06 30 32.8 +29 40 20.3 **Bst. (V)** 11,69 **Myrkvadýpt** 0,0151 bst. **Myrkvalengd** 180.06 mín.

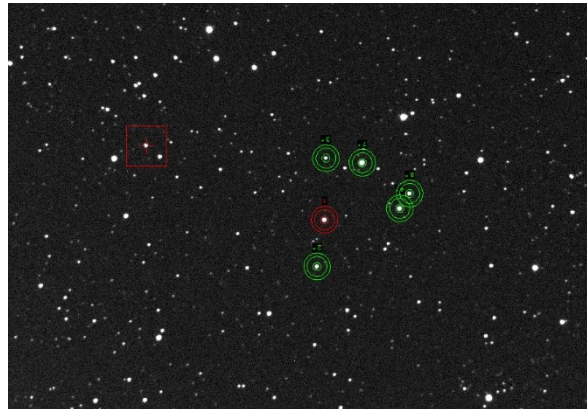
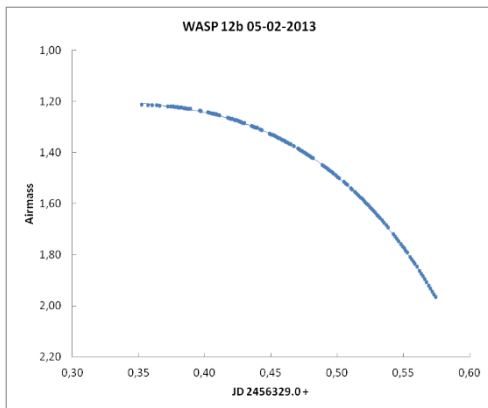
WASP 12b gengur um meginraðarstjörnuna GSC 1891:1178 í Ökumanni (WASP 12) en sú stjarna er $>5^\circ$ norðvestan við Mebsuta í Tvíburum. Þessi fjarreikistjarna uppgötvaðist í mæligögnum sem var aflað árin 2004 og 2006 með SuperWASP-N sjónaukanum á La Palma (Hebb o.fl. 2009). Helstu stikar sem eru kynntir á vefsíðu Exoplanet.eu (úr nokkrum frumheimildum) eru: fjarlægð er talin $432 \pm 6,1$ parsek (1408 ljósár), móðurstjarnan er 1,43 sólmassar, reikistjarnan 1,47 Júpítermassi og umferðartími 1.0914203 dagar (EPE, 2020). Í apríl 2019 höfðu 154 greinar og skýrslur verið birtar þar sem fjarreikistjarnan kemur við sögu á einn eða annan hátt. Á ráðstefnu um fjarreikistjörnur sem haldin var í Reykjavík í ágúst 2019 var gerð grein fyrir þessu framandi sólkerfi. Það sem þar kom fram reyndist sérstök hvatning til þess að bera saman mælingar sem höfundur hefur gert á stjörnunni með nokkurra ára millibili.

Fyrsta athugun höfundar á WASP 12b var þann 5. febrúar 2013 og sú næsta 5. janúar 2019. Í fyrri tilvikinu var því spáð að þvergangi hæfist kl. 21:44, miðja yrði kl. 23:14 og lokin kl. 00:44. Í seinna tilvikinu var því spáð að þvergangi myndi hefjast kl. 19:55, miðja yrðikl. 21:25 og lokin kl. 22:55.

8.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Í athugun þann 5. febrúar 2013 var notaður 30 cm spegil-/linsusjónauki sem þá var staðsettur í Hafnarfirði. Myndatökur hófust kl. 20:30 og þeim lauk kl. 01:48. 135 myndir voru teknar í gegnum Lum-ljóssíu með 2x2 dílaknipingu, og þær lýstar í 45 sek. hver. Á þeim tíma hafði stjarnan gengið yfir hábaug og var komin undir 45° hæð yfir sjóndeildarhring þegar tókum lauk (mynd 53a).

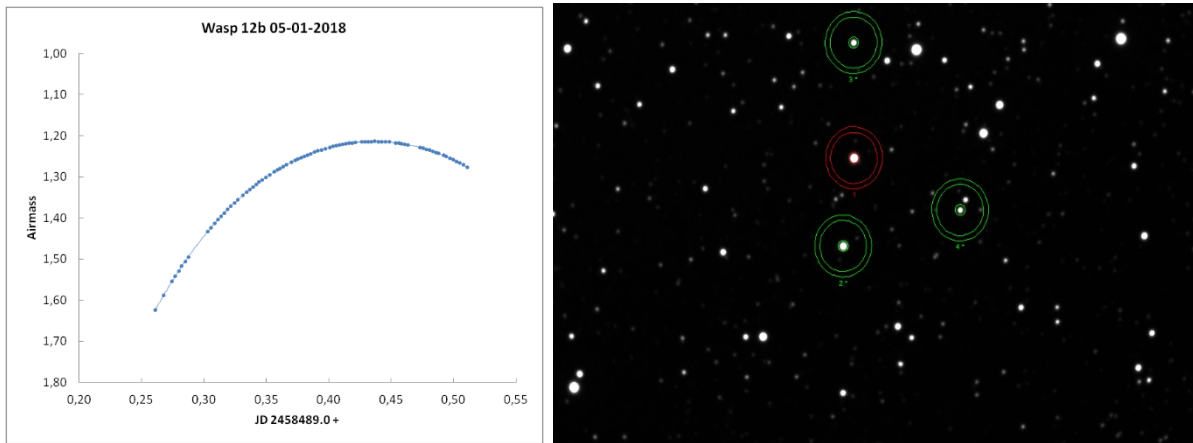
Í þessari mælingu var stjarnan borin saman við GSC 1891:731 (UCAC 2.0 bst. 11,88) merkt 2* á mynd 53b, GSC 1891:977 (UCAC 2.0 bst. 12,89) merkt 3*, GSC 1891:324 (UCAC 2.0 bst. 11,30) merkt 4*, GSC 1891:326 (UCAC 2.0 bst. 10.23) merkt 7* og GSC 1891:38 (UCAC 2.0 bst. 11,73) merkt 8*.



Myndir/Fig. 53a-b. a) Loftmassaferill WASP 12, 5. febrúar 2013. b) WASP 12 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – a) Airmass plot for WASP 12 on February 5, 2013. b) WASP 12 (red circle) and its comparison stars (green circles) used for magnitude estimations of the February 5, 2013 observations.

Þann 5. janúar 2019 hófust tölur kl. 18:15 og þeim lauk kl. 00:17. Teknar voru 82 myndir með 2x2 dílaknipingu og 120 sek. tókutíma hver mynd. Stjarnan gekk yfir hábaug þegar langt var liðið á þvergönguna (mynd 54a). Jafnlýsimyndir voru teknar næsta dag. Í þessu tilfalli var notuð XOP-CBB ljóssía.

Í þetta skipti var stjarnan borin saman við GSC 1891:731 (UCAC 2.0 bst. 11,88) merkt 2* á mynd 54b, GSC 1891:977 (UCAC 2.0 bst. 12,89) merkt 3* og UCAC 2.0 stjörnu, af bst. 13,29.



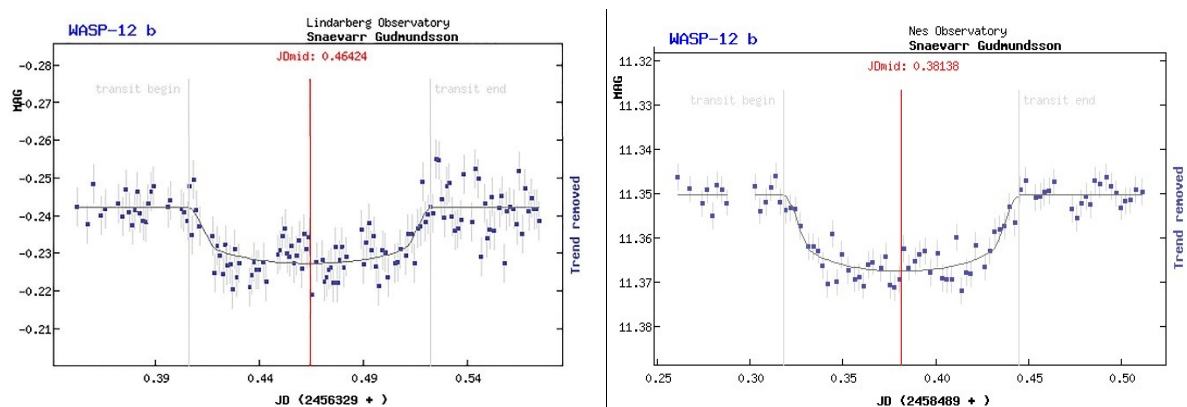
Myndir/Fig. 54a-b. a) Loftmassaferill WASP 12, 5. jan. 2019. b) WASP 12 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – a) Airmass plot for WASP 12 on January 5, 2019. b) WASP 12 (red circle) and its comparison stars (green circles) used for magnitude estimations of January 5, 2019 observations.

8.2 Niðurstöður

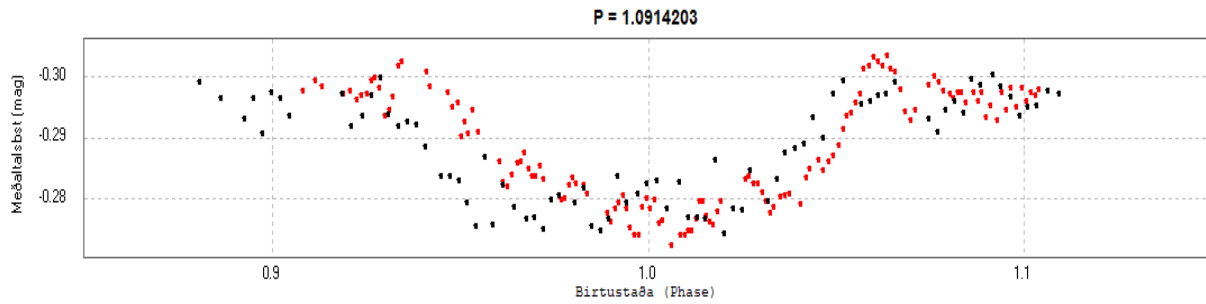
Flestar af niðurstöðunum sem eru kynntar hér birtast á vefsvæði TRESKA (Poddaný o.fl. 2010), en mælingin var send í gagnasafn þess. Myndir 55a-b sýna framvindu mælinga 5. febrúar 2013 og 5. janúar 2019 (punktar) sem eru bornar saman við líkön spáðra þvergangna (lína). Vegna þess að langur tími leið á milli mælinga var birtustaðan metin (mynd 56), og í ljós kom frávik frá viðurkenndum umferðartíma.

Til þess að kanna þetta frekar voru gögn úr gagnagrunni TRESKA notuð til þess að kanna birtustöðuritið. Auk mælinga höfundar voru notaðar mælingar frá *Ingemyr* 7.12.2009, *Irwin* 2.12.2010, *Zambelli* 10.12.2010, *Naves* 16.1.2011 og 24.11.2011, *Ivanov* 16.3.2012, *Bachschmidt* 1.11.2014, *Molina* 19.11.2015, 1.12.2015 og 7.1.2017, svo og *Jongen* 27.12.2018. Mælióvissa þessara mælinga er innan við 0,005 bst. Niðurstöðurnar á þessu aukaverkefni eru á mynd 57 og þar kemur skýrt fram lögun þvergöngu WASP 12b.

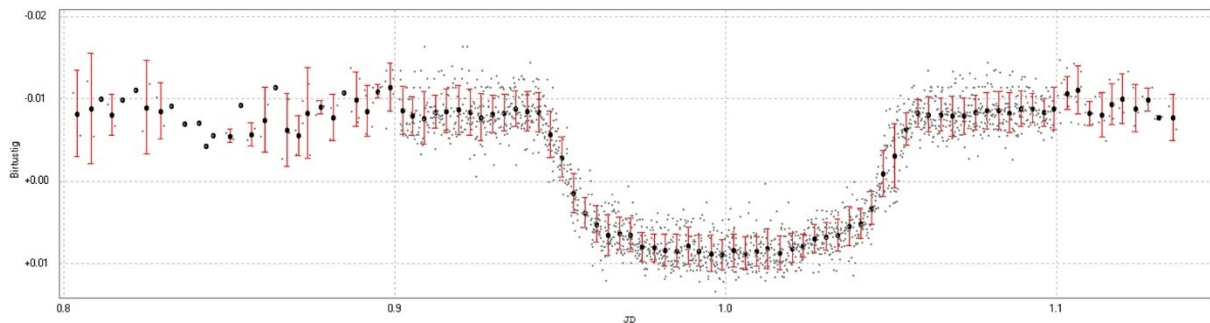
Mynd 58a lýsir dýpt myrkvanna í 239 skráðum athugunum í safni TRESKA á árunum 2008-2019, og mynd 58b sýnir hve nærri áætlaðri lengd þvergöngunnar 277 mælingar falla á sama árabili. Mynd 59 sýnir tímafrávik miðju þvergangna í 245 athugunum á sömu árum. Myndir 60a-b sýna skinhlutfall, þ.e. hve mikið fjarreikistjarnan skyggir á móðurstjörnuna í mældum þvergöngum höfundar, sem hér er sagt frá.



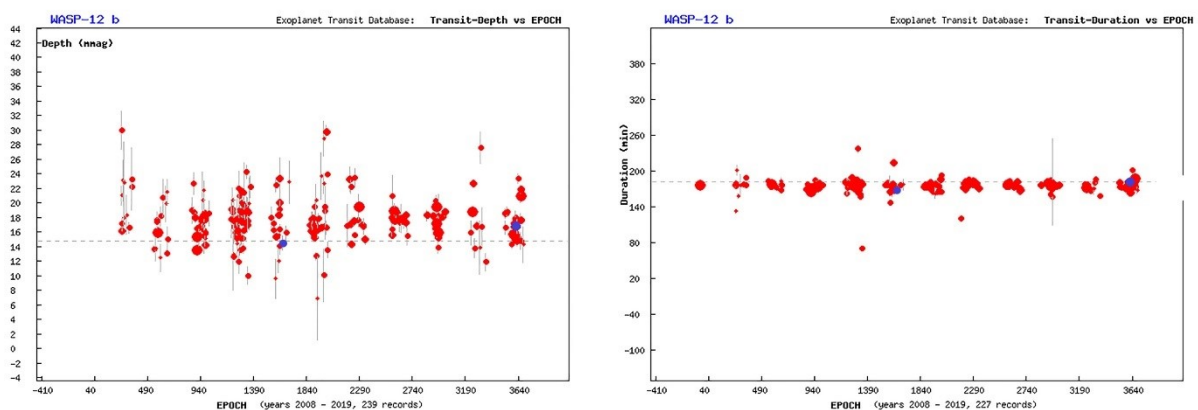
Myndir/Fig. 55a-b. Mæld birtugildi WASP 12, þann a) 5. febrúar 2013 (30 cm sjónauki) og b) 5. janúar 2019 (40 cm sjónauki). Tími er á þverás og birta á lóðás. – Results from a) February 5, 2013 (30 cm telescope) and b) January 2019 (40 cm telescope). Time is on x-axis and magnitude on y-axis.



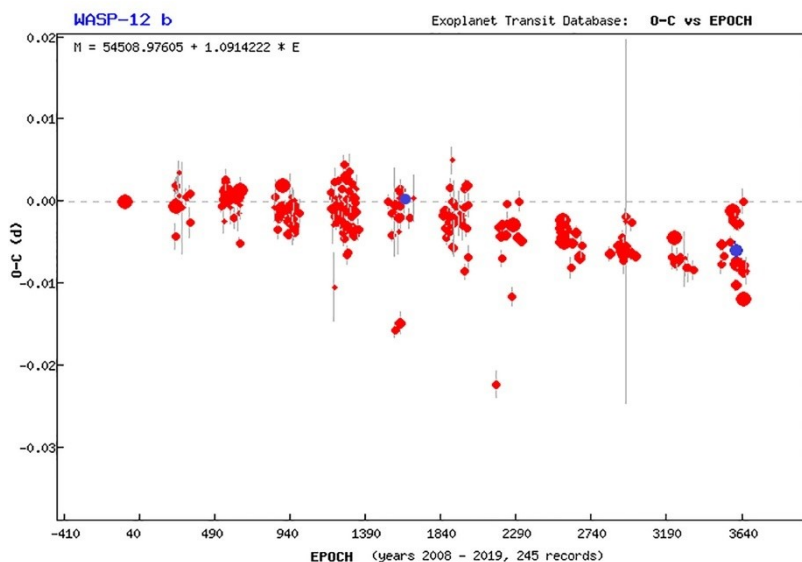
Mynd/Fig. 56. Birtustöðurit, sett upp í Peranso, þar sem niðurstöður þvergangnanna tveggja eru miðaðar við viðurkennda lotu. Mælingar 5. febrúar 2013 (rauðir punktar) og 5. janúar 2019 (svartir punktar) benda til tímafrávíks. – Phase diagram established with Peranso, based on an accepted period (P) implies an orbital time deviation up to several minutes, in the six year interval between the observations. This is most easily seen by the fact that neither ingress nor egress coincide.



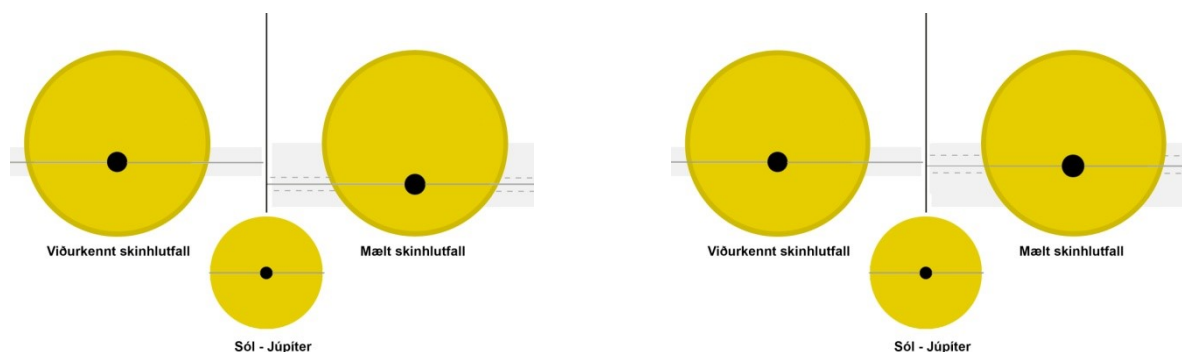
Mynd/Fig. 57. Hér hefur fjöldi mæligagna (ljósgráir punktar) og yfir lengra tímabil verið dreginn saman, til þess að fá skýrari mynd á ljósferilinn. Auk gagna höfundar voru gögn sótt í gagnagrunn TRESKA; athugendurnir eru nefndir í textanum. Þau voru knipuð saman í 5 mín. mælistök (svartir punktar). – By data submitted by ten other transit observers, to the TRESKA databank (observers: Ingemyr 7.12.2009; Irwin 2.12.2010; Zambelli 10.12.2010; Naves 16.1.2011 og 24.11.2011; Ivanov 16.3.2012; Bachschmidt 1.11.2014; Molina 19.11.2015, 1.12.2015 and 7.1.2017; Jongen 27.12.2018) a clearer view emerges of the light curve of the transiting planet (light grey colored). The data was then combined into a 5 minute bins (black dots with red deviation bars).



Myndir/Fig. 58a-b. a) Ljósdeyfiing (dýpt myrkva); blá gildi eru mælingar höfundar. Brotalínan sýnir viðurkennda dýpt (0.015 bst.). Niðurstöður fengnar á vefsvæði TRESKA. – a) Results from Nov. 19, 2018. b) Depth in mmag, blue dots are the author's results. Data obtained from TRESKA website (Poddaný and others 2010).



Mynd/Fig. 59. O–C rit yfir sama tímabil 245 mælingar. Blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður fengnar á vefsvæði TRESKA. — O–C determination. Blue points are the author's measurements. Results from TRESKA website (Poddaný and others 2010).



Myndir/Fig. 60a-b. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. a) (t. v.) Niðurstaða mælinga 5. febrúar 2013 lýsir reikistjörnu með ~5% stærri geisla og 6% meiri brautarhalla en viðurkennt gildi. b) (t. h.) Niðurstaða 5. jan 2019 var sú að þá mældist geisli ~13% stærri en viðurkennt gildi og <1% meiri brautarhalli. Myndirnar voru fengnar á vefsvæði TRESKA þann 12. mars 2017, og aðlagðar fyrir skýrsluna.

8.3 Umfjöllun

Höfundur hefur tvívegis fylgst með þvergöngu WASP 12b. Í fyrra skiptið (5. feb. 2013) frá Hafnarfirði, þá með 30 cm sjónauka, og í seinna skiptið (5. jan. 2019) frá Hornafirði, með 40 cm sjónauka. Samanburður á myndum 55a-b vitnar um mun minni óvissu í seinni mælingunni. Leifarit sýnir frávik upp á 0,01 bst. í mælingu 5. feb. 2013 en 0,005-0,006 bst. þann 5. jan. 2019. Góð skilyrði þarf til að frávik séu svo lág. Niðurstöður mælinga sýna jafnframt frávik í brautartíma reikistjörnunnar (mynd 56). Til frekari skoðunar voru sótt gögn úr gagnagrunni TRESKA. O–C rit staðfestir að tímafrávik hafa verið að aukast og er það rakið til þess að reikistjarnan er að dragast að móðurstjörnu sinni og er talið að hún endist vart meira en 3 milljón ár áður en að dómsdegi kemur.

Niðurstöður frá 5. febrúar 2013 voru sendar inn í gagnasafn TRESKA þann 10. feb. 2013 (athugun nr # 111) en niðurstöður 5. jan. 2019 degi síðar, þann 6. jan. 2019 (athugun nr # 221).

Two transits of the notable exoplanet WASP 12b, observed in 2013 and 2019 are examined. The results were submitted to TRESKA database.

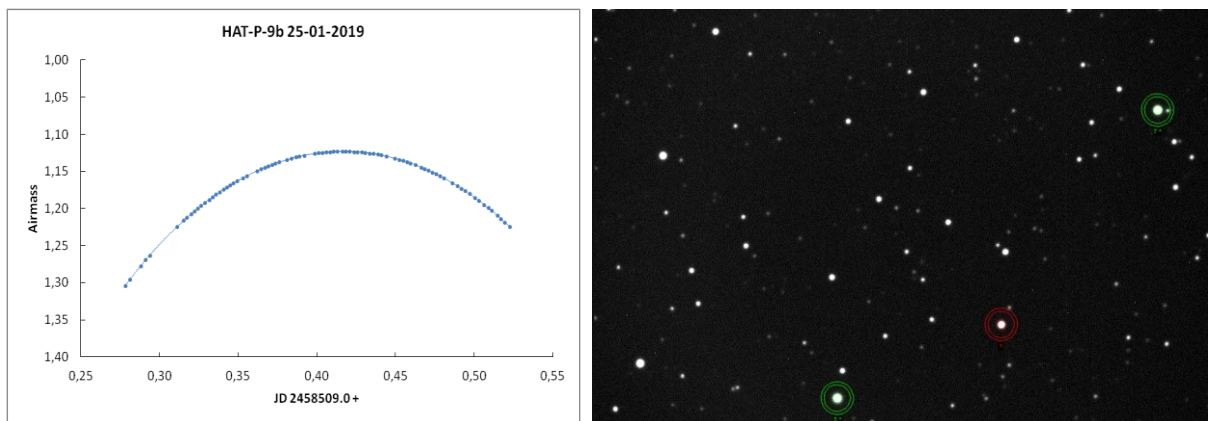
9 HAT-P-9b

Stjörnuhnit 07 20 40.45 +37 08 26.4 **Bst. (V)** 12,3 **Myrkvadýpt** 0,0126 bst. **Myrkvallengd** 206 mín.

Fylgst var með þvergöngu HAT-P-9b að kvöldi 25. janúar 2019. Er það önnur mæling höfundar á þessari fjarreikistjörnu. Fyrri skiptið var þann 23. febrúar 2016 og var sagt frá því í fyrstu skýrslu, sama ár (Snævarr Guðmundsson 2016a). Til upplýsinga um stjörnuna er hér því bent á þá skýrslu, svo og Bakos o.fl. (2002) og fjölda greina á EPE (2020). Samkvæmt spá átti þvergangann að hefjast kl. 19:56, miðju yrði náð kl. 21:39 og henni lyki kl. 23:22.

9.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Myndatökur hófust kl. 18:40 og þeim lauk kl. 00:34. Stjarnan gekk yfir hábaug meðan á þeim stóð (mynd 61a). Nokkuð hvasst var í byrjun kvölds en lyngdi þegar á leið. Teknar voru 82 myndir með XOP-CBB ljóssíu og var tókutími 90 sek. og 2x2 dílakniping. Jafnlýsimyndir voru teknar næsta dag. Samanburðarstjörnur í ljósmælingum voru GSC 2463:947 (UCAC 2.0 bst. 10,68) merkt 2* og GSC 2464:140 á mynd 61b.



Myndir/Fig. 61a-b. a) Loftmassaferill HAT-P-9, 25. janúar 2019 og b) HAT-P-9 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – Airmass plot for HAT-P-9 on January 25, 2019. b) HAT-P-9 (red circle) and comparison stars (green circles) used in measurements.

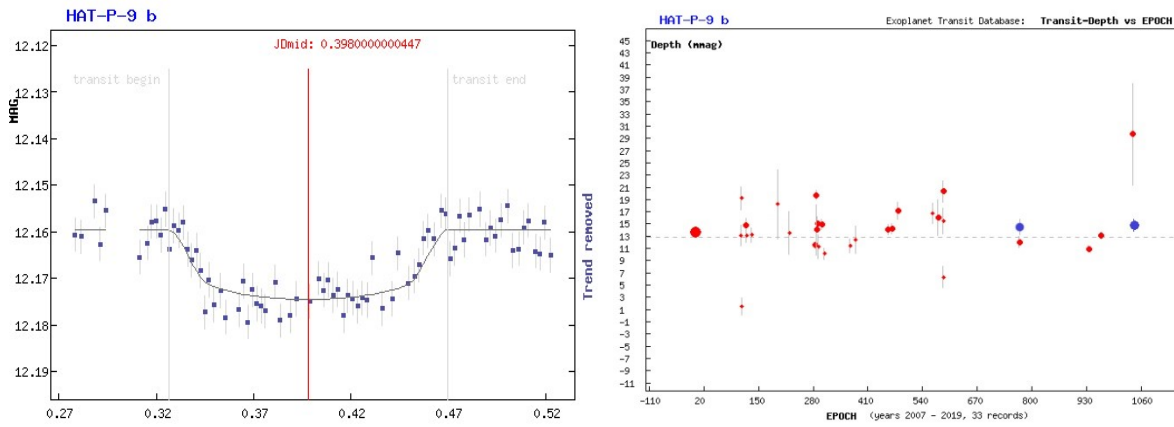
9.2 Niðurstöður

Greinargerðin hér byggir sem fyrr á niðurstöðum sem eru birtar á vefsvæði TRESCA (Poddaný o.fl. 2010), en mælingin var send í gagnasafn þess. Mynd 62a sýnir atburðarásina (punktar) borna saman við líkan spáðrar þvergöngu (lína). Mynd 62b lýsir dýpt myrkvanna í 33 skráðum athugunum frá 2007-2019 í safni TRESCA.

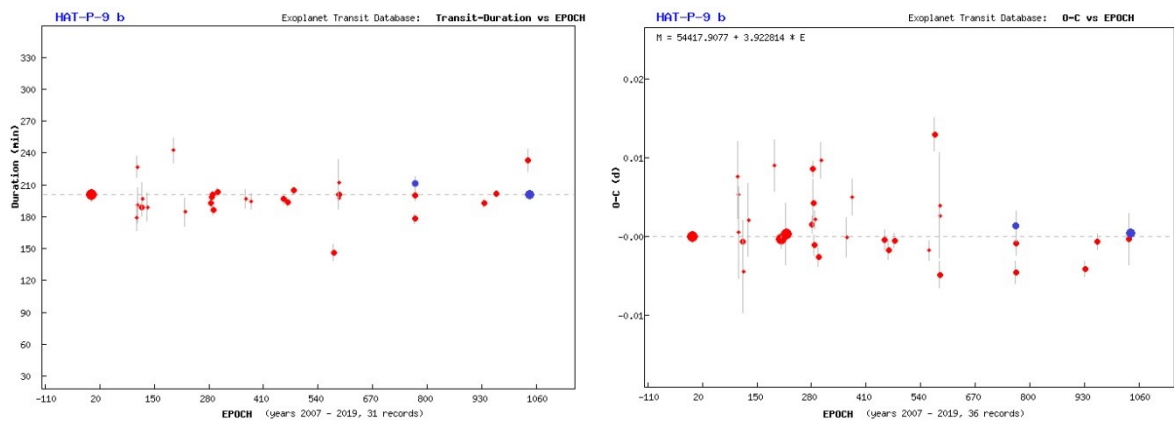
Mynd 63a lýsir því hve nærri áætlaðri lengd þvergöngu 31 mælingar falla og 63b sýnir tímafrávik 36 athugana við O–C. Mynd 64 sýnir skinhlutfall, þ.e. hve mikið fjarreikistjarnan skyggir á móðurstjörnuna í þvergöngu.

9.3 Umfjöllun

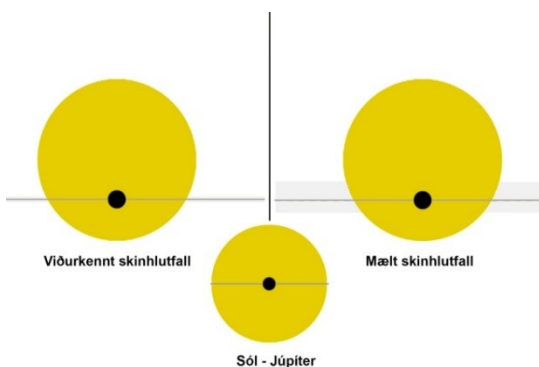
Þann 25. janúar 2019 var fylgst með þvergöngu fjarreikistjörnnunnar HAT-P-9b. Höfundur mældi einnig þvergöngu veturinn 2016 með 30 cm sjónauka (Snævarr Guðmundsson 2016a). Niðurstöður urðu ekki skýrari í 40 cm sjónaukanum en í 30 cm sjónauka. Skilyrði þetta kvöld kunna að ráða einhverju um hvernig til tókst. Einnig kunna samanburðarstjörnur að hafa verið of fáar. Niðurstöður með reiknitóli TRESCA, varðandi ljósdeygingu, lengd og O–C rit féllu þó nærri viðurkenndum gildum. Niðurstöðurnar voru sendar inn 27. janúar 2019 (athugun nr. # 6867).



Myndir/Fig. 62a-b. a) Mæld birtugildi HAT-P-9 25. jan. 2019. Á þverás er tími en birtubreyting á lóðás. b) Dýpt þvergöngu, samkv. TRESCA. Blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður fengnar á vefsvæði TRESCA. — a) Results from January 25, 2019 and b) transit depth comparison. Results obtained from the website of TRESCA (Poddaný and others 2010).



Myndir/Fig. 63a-b. a) Tímalengd þvergöngu, frá 2007 (31 mæling). Fjöldi þvergöngu (lotur) á þverás en tími þvergöngu á lóðás. b) O–C rit á sama tímabili (36 mælingar). Lotur á þverás (tímaás) með tímafrávik á lóðás. Blá gildi eru mælingar höfundar. — a) Duration of transits (31 observations) since 2011, and b) O–C determination of 36 measurements. Blue points are the author’s results. Results based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).



Mynd/Fig. 64. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. Niðurstöður mælinga 25. jan. 2019 lýsa reikistjörnu með ~8% stærri geisla og -0,02% minni brautarhalla en viðurkennt gildi. Myndin var fengin á vefsvæði TRESCA og aðlöguð fyrir skýrsluna. — Geometry derived from measurements. Image based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).

On January 25, 2019 a transit of the exoplanet HAT-P-9b was observed from the Nes observatory. A comparison of these two measurements, obtained with a 40 cm mirror vs a 30 cm mirror, indicates that the quality of data was similar. Despite fair results, a lower values of residuals were not obtained from the data acquired by the larger mirror on this occasion. The results were submitted on January 27, 2019 (observation #6867).

10 XO-6b

Stjörnuhnit 06 19 10.37 +73 49 39.6 **Bst. (V)** 10,25 **Myrkvadýpt** 0,013 bst. **Myrkvalengd** 174 mín.

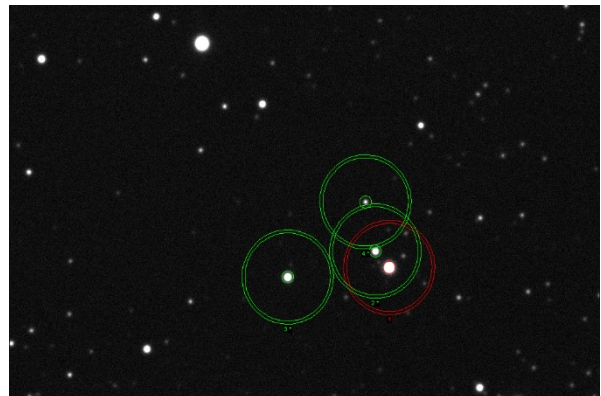
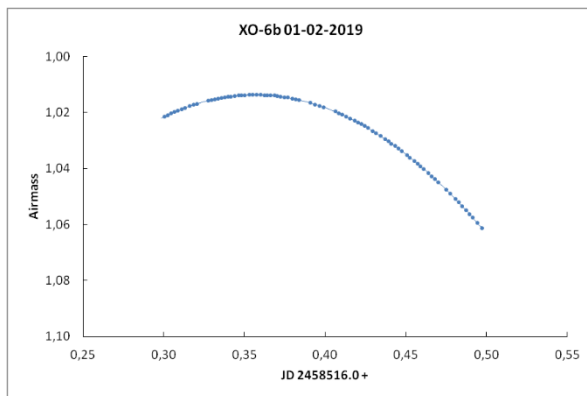
Fjarreikistjarnan XO-6b er á braut um GSC 4357:995 (XO-6) en sú er í Gíraffanum. Reikistjarnan er sú sjötta sem uppgötvaðist í leitarverkefninu XO. Því var fyrst sinnt frá Hawaii en nú hafa mælitæki verið flutt til Utah í Bandaríkjunum, Tenerife á Kanaríeyjum og til Spánar (Crouzet 2017a). XO-6b fannst í mæligögnum sem var aflað árin 2012-2013 (Crouzet o. fl., 2017b). Uppgefnir stikar á vefsíðu Exoplanet.eu eru frá Crouzet o.fl. (2017b). Þeir eru eftirfarandi: Fjarlægð er talin 86 ± 79 parsek (~ 280 ljósár en mikil óvissa), móðurstjarnan 1,47 sólmassar, reikistjarnan 1,9 Júpítermassi og umferðartími 3,765 dagar (EPE, 2020). Í september 2019 hafði ein grein birtst um þessa reikistjörnu.

Fylgst var með þvergöngu XO-6b þann 1. febrúar 2019. Spáð var að þvergangin hæfist kl. 19:51, miðju yrði náð kl. 21:18 og henni lyki kl. 22:45.

10.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Að kvöldi 1. feb. 2019 hófust tölur kl. 19:09 og þeim lauk kl. 23:56. Stjarnan gekk yfir hábaug nokkuð snemma í þvergöngunni en það kom ekki að sök því að hún var nærri hvirfilpunkti allan tímann (mynd 65a). 82 myndir voru teknar með XOP-CBB ljóssíu og var tókutími 90 sek. og 2x2 dílakniping. Jafnlýsimyndir voru teknar næsta morgun.

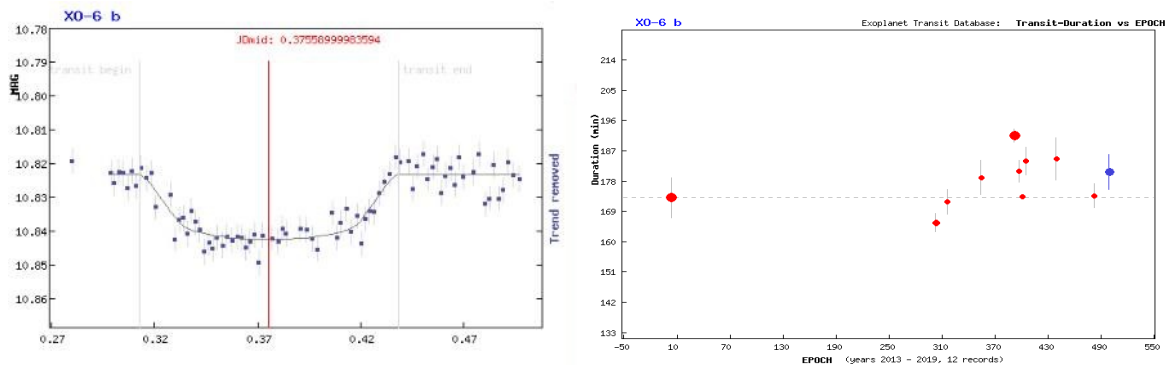
Stjarnan var í borin saman við GSC 4357:451 (USNO B1 bst. 13,22) merkt 2* á mynd 65b, GSC 4357:1294 (USNO B1 bst. 12,29) merkt 3* og GSC 4357:1183 (USNO B1 bst. 14.68) merkt 4*.



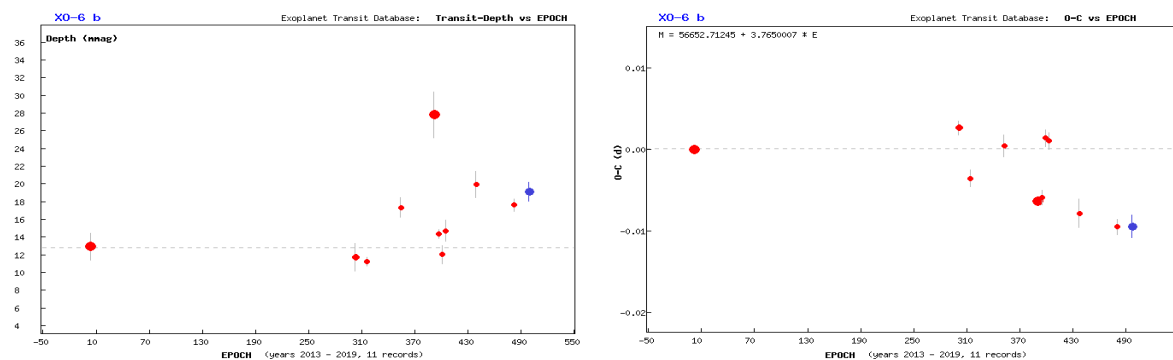
Myndir/Fig. 65a-b. a) Loftmassaferill XO-6, 1. febrúar 2019. b) XO-6 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænar hringir). – Airmass plot for XO-6 on February 1, 2019. b) XO-6 (red circle) and comparison stars (green circles) used in measurements.

10.2 Niðurstöður

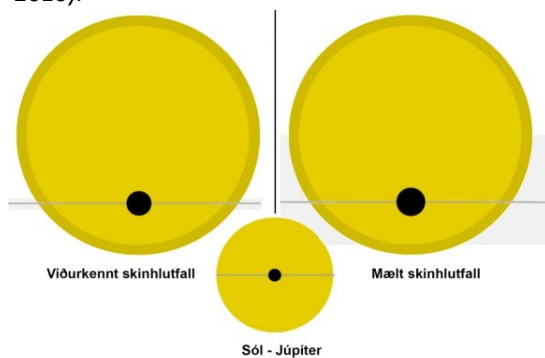
Greinargerðin hér byggir sem fyrr á niðurstöðum sem eru birtar á vefsvæði TRESKA (Poddaný o.fl. 2010), en mælingin var send í gagnasafn þess. Mynd 66a sýnir atburðarásina (punktar) borna saman við líkan spáðrar þvergöngu (lína). Mynd 66b lýsir dýpt myrkvanna í 12 skráðum athugunum frá 2013-2019 í safni TRESKA. Mynd 67a lýsir því hve nærri áætlaðri lengd þvergöngu 11 mælingar falla og 67b tímafrávik 11 athugana við O–C. Mynd 68 sýnir skinhlutfall, þ.e. hve mikið fjarreikistjarnan skyggir á móðurstjörnuna í þvergöngu.



Myndir/Fig. 66a-b. a) Mæld birtugildi XO-6 1. febrúar 2019. Á þverás er tími en birtubreyting á lóðás. b) Dýpt þvergöngu samkv. TRESKA. Blátt gildi er mæling höfundar. Niðurstöður fengnar á vefsvæði TRESKA. — a) Results from February 1, 2019 and b) transit depth comparison. Results obtained from the website of TRESKA.



Myndir/Fig.67a-b. a) Tímalengd þvergöngu, frá 2013 (12 mælingar). Fjöldi þvergöngu (lotur) á þverás en tími þvergöngu á lóðás. b) O–C rit á sama tímabili, en 11 mælingar. Lotur á þverás (tímaás) með tímafrávik á lóðás. Blá gildi eru mælingar höfundar. — a) Duration of transits (12 observations) since 2013, and b) O–C determination of 11 measurements. Blue points are the author's results. Results from TRESKA website (Poddaný and others 2010).



Mynd/Fig. 68. Skinhlutfall, ráðið af birtuferlinum. Niðurstöður frá 1. feb. (t. v.) benda til reikistjörnu með ~21% stærri geisla og 0,1% meiri brautarhalla en viðurkennt gildi. Myndin var fengin á vefsvæði TRESKA þann 3. feb. 2019, og aðlöguð fyrir skýrsluna. — Geometry derived from measurements. Image based on TRESKA website.

10.3 Umfjöllun

Þann 1. febrúar 2019 var fylgst með þvergöngu fjarreikistjörnnunnar XO-6b. Leifarit sýndi gögn með $<0,01$ bst. óvissu. Nokkur brögð voru að norðurljósum þetta kvöld og kann það að hafa ráðið einhverju um hvernig til tókst. Niðurstöður með reiknitóli TRESKA, varðandi ljósdeygingu, lengd og O–C rit féllu nærri viðurkenndum gildum en afar fáar mælingar eru af þessari stjörnu. Niðurstöður voru sendar inn 18. feb. 2019 (athugun nr. # 6870).

Observation of the transiting XO-6b was obtained on February 1, 2019. Residuals of the data amounted to <0.01 mag. A possible cause might be the impact of aurora that night. Results submitted to Tresca (Observation #6870).

11 HAT-P-19b

Stjörnuhnit 00 38 04.02 +34 42 41.7 **Bst. (V)** 12,90 **Myrkvadýpt** 0,0215 bst. **Myrkvallengd** 170 mín.

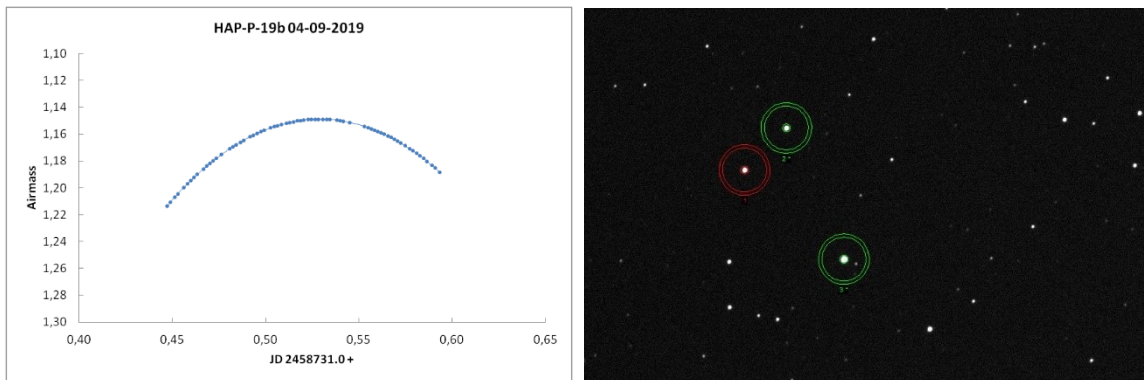
HAT-P-19b er á braut um stjörnuna GSC 2283:589 (HAT-P-19), en sú er $\sim 3^\circ$ norðan við δ And (31 And) í Andrómedu. Reikistjarnan uppgötvaðist í mæligögnum frá árunum 2007–2009 með HATNet sjónaukunum (Hungarian Automated Telescope Network) sem eru sérhæfðir til leitar að fjarreikistjörnum (Hartman o. fl., 2010, 2015). Helstu stikar sem Hartman o.fl. (2010) og vefsíða Exoplanet.eu skrá eru eftirfarandi: Fjarlægð er talin 215 ± 15 parsek (>700 ljósár), móðurstjarnan 0,842 sólmassar, reikistjarnan 0,292 Júpítermassi og umferðartími 4,008784 dagar (EPE, 2020). Í nóvember 2019 voru 20 greinar skráðar á EPE (2020) um þessa eða sambærilegar fjarreikistjörnur.

Fylgst var með þvergöngu HAT-P-19b að kvöldi 4. september 2019. Var spáin sú að þvergangin hæfist kl. 22:41, miðju yrði náð kl. 00:06 og að henni lyki kl. 01:31.

11.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Myndatökur hófust kl. 22:45, 4. sept. 2019 og þeim lauk kl. 02:15 um nóttina. Stjarnan gekk yfir hábaug þegar þvergöngunni var að ljúka en var hátt á lofti allan tímann (mynd 69a). 71 mynd var tekin með XOP-CBB ljóssíu og var tókutími 90 sek. og 2x2 dílaknipping. Jafnlýsimyndir voru teknar næsta morgun.

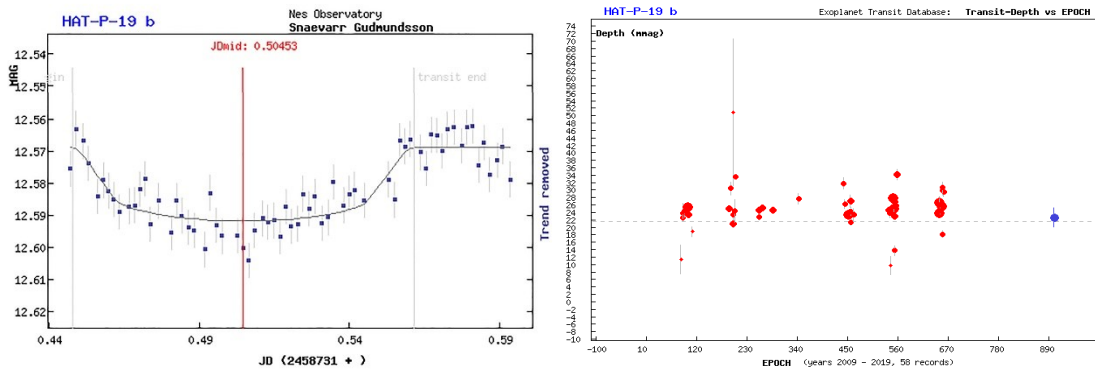
Stjarnan var í borin saman við GSC 2283:1197 (UCAC 2.0 bst. 12,35) merkt 2* á mynd 69b og GSC 2283:664 (UCAC 2.0 bst. 11,03) merkt 3*.



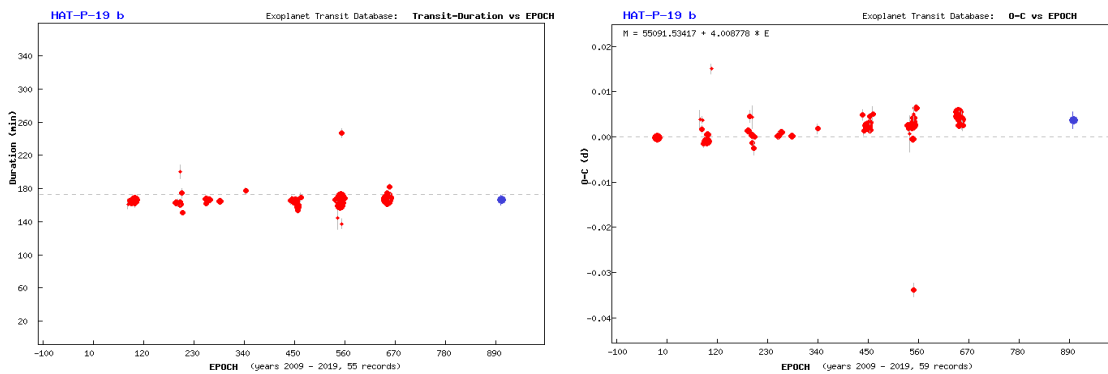
Myndir/Fig. 69a-b. a) Loftmassaferill HAT-P-19, 4. sept. 2019. b) HAT-P-19 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – Airmass plot for HAT-P-19 on September 1, 2019. b) HAT-P-19 (red circle) and comparison stars (green circles) used for the measurements.

11.2 Niðurstöður

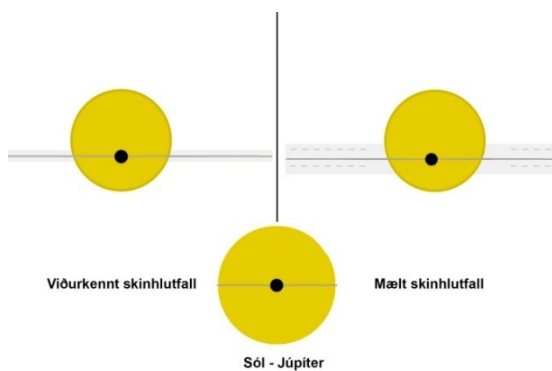
Greinargerðin hér byggir sem fyrr á niðurstöðum sem birtast á vefsvæði TRESKA (Poddaný o.fl. 2010), en mælingin var send í gagnasafn þess. Mynd 70a sýnir atburðarásina (punktar) borna saman við líkan spáðrar þvergöngu (lína). Mynd 70b lýsir dýpt myrkvanna í 58 skráðum athugunum frá 2009-2019 í safni TRESKA. Mynd 71a lýsir því hve nærri áætlaðri lengd þvergöngu 55 mælingar falla og 71b sýnir tímafrávik (O–C rit) 59 athugana. Mynd 72 sýnir skinhlutfall, þ.e. hve mikið fjarreikistjarnan skyggir á móðurstjörnuna í þvergöngu.



Myndir/Fig. 70a-b. a) Mæld birtugildi HAT-P-19, 4. sept. 2019. Á þverás er tími en birtubreyting á lóðás. b) Dýpt þvergöngu, samkv. TRESCA. Blátt gildi er mæling höfundar. Niðurstöður frá vefsvæði TRESCA. — a) Results from September 1, 2019 and b) transit depth comparison. Results obtained from the website of TRESCA (Poddaný and others 2010).



Myndir/Fig. 71a-b. a) Tímalengd þvergöngu, frá 2009-2019. Fjöldi þvergangna (lotur) á þverás en tími þvergöngu á lóðás. b) O–C rit á sama tímabili. Lotur á þverás (tímaás) en tímafrávik á lóðás. Blá gildi eru mælingar höfundar. — a) Duration of transits (55 observations) since 2009, and b) O–C determination of 59 measurements. Blue points are the author's results. Data from TRESCA website (Poddaný and others 2010).



Mynd/Fig. 72 (t.v.). Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. Niðurstöðurnar benda til reikistjörnu með ~2% stærri geisla en viðurkennt gildi, en sama brautarhalla. Myndin var fengin á vefsvæði TRESCA og aðlöguð fyrir skýrsluna. — Geometry according to measurements. Image based on TRESCA website.

11.3 Umfjöllun

Þegar fylgst var með þvergöngu HAT-P-19b þann 4. sept. 2019 hófust tölur það seint að reikistjarnan var byrjuð að ganga inn fyrir skífu móðurstjörnnar. Leifarit sýnir nálægt 0,01 bst. óvissu í gögnunum. Niðurstöður með reiknitóli TRESCA, varðandi ljósdeygingu og lengd féllu nærri viðurkenndum gildum en O–C rit sýnir tímafrávik á þessari stjörnu (mynd 72). Niðurstöður voru sendar inn 7. september 2019 (athugun nr. # 7541).

Observation of the transiting HAT-P-19b was obtained on September 1, 2019. Residuals of the data amounted to <0.01 mag. Results submitted to Tresca (Observation #7541).

12 Qatar 4b

Stjörnuhnit 00 19 26.22 +44 01 39.5 **Bst. (V)** 13,60 **Myrkvadýpt** 0,0215 bst. **Myrkvallengd** 170 mín.

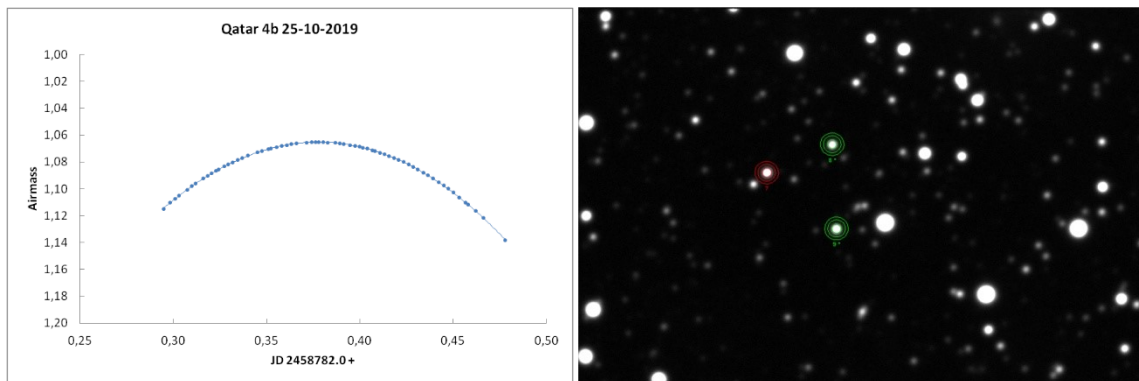
Fjarreikistjarnan Qatar 4b gengur um stjörnuna GSC 2794:1333 (Qatar 4), nærri ~16' norðvestan við 26 And í Andrómedu. Reikistjarnan uppgötvaðist í mæligögnum Qatar-leitarverkefnisins, sem var aflað árin 2012-2014 (Alsubai o.fl. 2014, 2017). Helstu stikar sem Alsubai o.fl. (2017) og vefsíða Exoplanet.eu skrá eru eftirfarandi: Fjarlægð er óþekkt en móðurstjarnan er 0,896 sólarmassar, reikistjarnan 5,85 Júpítermassi og umferðartími 1,8053949 dagar (EPE 2020). Í nóvember 2019 höfðu tvær greinar birtst um þessa reikistjörnu.

Fylgst var með þvergöngu Qatar 4b þann 25. október 2019. Þá var því spáð að þverganga myndi hefjast kl. 20:00, miðju yrði náð kl. 21:04 og að þvergöngunni lyki kl. 22:08.

12.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Myndatökur hófust kl. 19:05, þann 25. okt. 2019 og þeim lauk kl. 23:30. 66 myndir voru teknar með XOP-CBB ljóssíu og 2x2 dílaknipingu, og var tókutími 120 sek. Stjarnan gekk yfir hábaug meðan á þvergöngunni stóð (mynd 73a). Hins vegar var afar hvasst (16-20 m/s) og ókyrrð í lofti og urðu mælingarnar erfiðar fyrir vikið.

Stjarnan var í borin saman við GSC 2794:861 (UCAC 2.0 bst. 13,72) merkt 8* á mynd 73b og GSC 2794:513 (UCAC 2.0 bst. 13,35) merkt 9*.

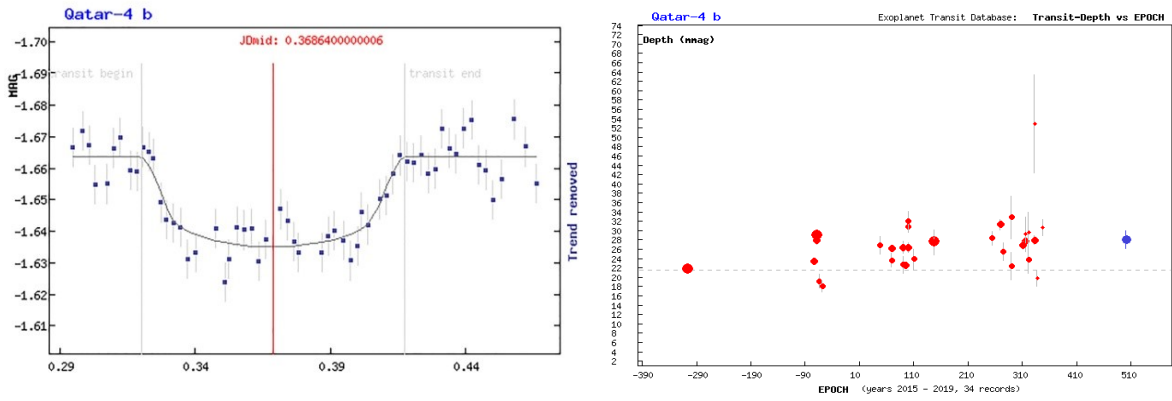


Myndir/Fig. 73a-b. a) Loftmassaferill Qatar 4, 25. okt. 2019. b) Qatar 4 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – Airmass plot for Qatar 4 on October 25, 2019. b) Qatar 4 (red circle) and the comparison stars (green circles) used for the measurements.

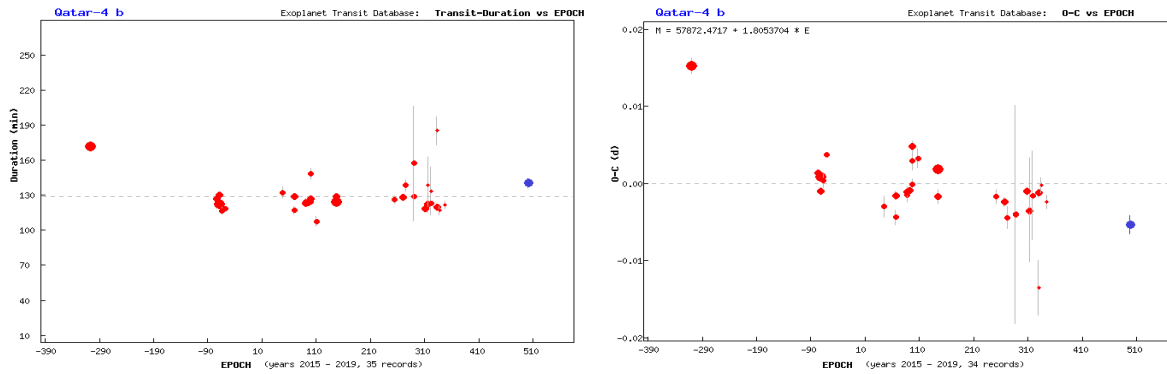
12.2 Niðurstöður og umfjöllun

Að vanda byggir eftirfarandi greinargerð á niðurstöðum sem birtast á vefsvæði TRESKA (Poddaný o.fl. 2010), en mælingin var send í gagnasafn þess. Mynd 74a sýnir atburðarásina (punktar) borna saman við líkan spáðrar þvergöngu (lína). Mynd 74b lýsir dýpt myrkvanna í 34 skráðum athugunum frá 2015-2019 í safni TRESKA. Mynd 75a lýsir því hve nærri áætlaðri lengd þvergöngu 35 mælingar falla og 75b tímafrávik (O–C rit) 34 athugana. Mynd 76 sýnir skinhlutfall, þ.e. hve mikið fjarreikistjarnan skyggir á móðurstjörnuna í þvergöngu.

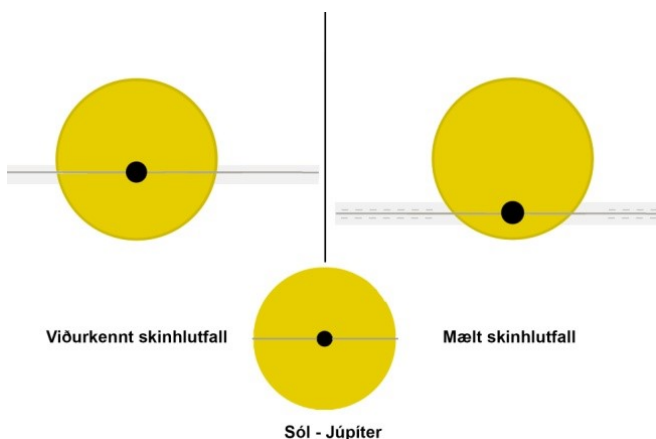
Athugun á þvergöngu Qatar 4b fór fram við óheppileg veðurskilyrði þann 25. okt. 2019. Leifarit sýnir því >0,01bst. óvissu í niðurstöðunum. Niðurstöður með reiknitóli TRESKA, varðandi ljósdeyfinu og lengd falla engu að síður nærri viðurkenndum gildum en O–C ritið sýnir talsvert tímafrávik (mynd 75b). Niðurstöður voru sendar inn 9. nóvember 2019 (athugun nr. # 7728).



Myndir/Fig. 74a-b. a) Mæld birtugildi Qatar 4 í þvergöngunni 25. okt. 2019. Á þverás er tími en birtubreyting á lóðás. b) Dýpt þvergöngu, samkv. TRESKA. Blátt gildi er mæling höfundar. Niðurstöður frá vefsvæði TRESKA. — a) Results from October 25, 2019 and b) transit depth comparison. Results obtained from the TRESKA website (Poddaný and others 2010).



Myndir/Fig. 75a-b. a) Tímalengd þvergöngu, frá 2015-2019. Fjöldi þvergangna (lotur) á þverás en tími þvergöngu á lóðás. b) O-C rit á sama tímabili. Lotur á þverás (tímaás) en tímafrávik á lóðás. Blá gildi eru mælingar höfundar. — a) Duration of transits (35 observations) since 2015, and b) O-C determination of 34 measurements. Blue points indicate the author's results. Data from TRESKA website (Poddaný and others 2010).



Mynd/Fig. 76. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. Niðurstöðurnar benda til reikistjörnu með ~13% stærri geisla og 6% minni brautarhalla en viðurkennd gildi. Myndin var fengin á vefsvæði TRESKA og aðlöguð fyrir skýrsluna. — Geometry as a results of measurements. Image based on TRESKA website.

Observation of the transiting Qatar 4b was obtained on October 25, 2019. The residuals of the data came to >0.01 mag., a consequence of a harsh weather condition that night, heavy wind and turbulent airmass. Results submitted to Tresca (Observation #7728).

13 Qatar 1b

Stjörnuhnit 20 13 32 +65 09 43 Bst. (V) 12,84 Myrkvadýpt 0,0204 bst. Myrkvallengd 96,7 mín.

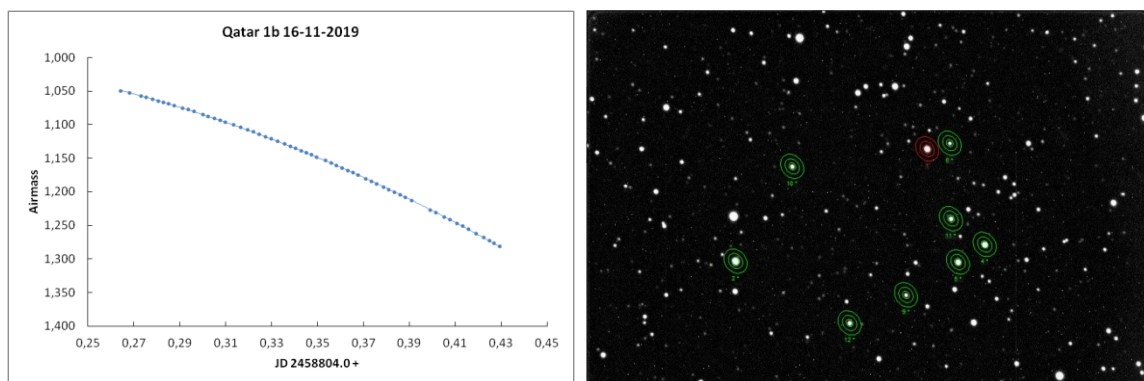
Fjarreikistjarnan Qatar 1b gengur um stjörnuna GSC 4240:470 (Qatar 1), sem er tæpar $\sim 3^\circ$ suðaustan við SAO 18676 í Drekanum. Þetta var fyrsta fjarreikistjarnan sem uppgötvaðist í mæligögnum Qatar-leitarverkefnisins (sem tæpt var á í þriðju samantekt) frá sumrinu 2010 (Alsubai o.fl. 2010). Helstu stikar sem Alsubai o.fl. (2010) og vefsíða Exoplanet.eu segja frá eru: Fjarlægð er $187 \pm 0,5$ parsek (~ 610 ljósár), móðurstjarnan er 0,838 sólmassar, reikistjarnan 1,294 Júpítermassi og umferðartími 1,42002504 dagur (EPE 2020). Í nóvember 2019 höfðu 22 greinar tengdar henni verið birtar.

Fylgst var með þvergöngu Qatar 1b þann 16. nóvember 2019. Þá var spáð að þverganga myndi hefjast kl. 19:31, miðju yrði náð kl. 20:19 og þvergöngu lyki kl. 21:08.

13.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Myndatökur hófust kl. 18:23, þann 16. nóv. 2019 og þeim lauk kl. 22:23. 60 myndir voru teknar með XOP-CBB ljóssúu og 2x2 dílaknippingu, og var tókutími 120 sek. Stjarnan lækkaði lítillega meðan á þvergöngunni stóð (mynd 77a). Veður var viðunandi en upp úr kl. 20:00 fóru háský að gera vart við sig og þéttust þau með kvöldinu.

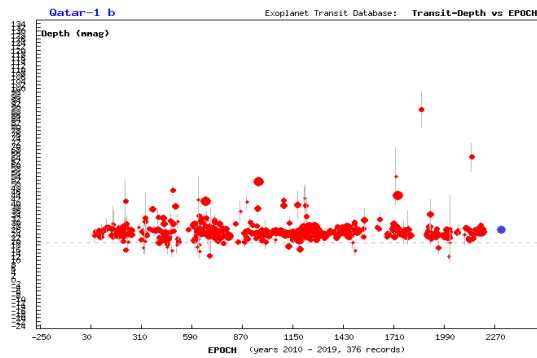
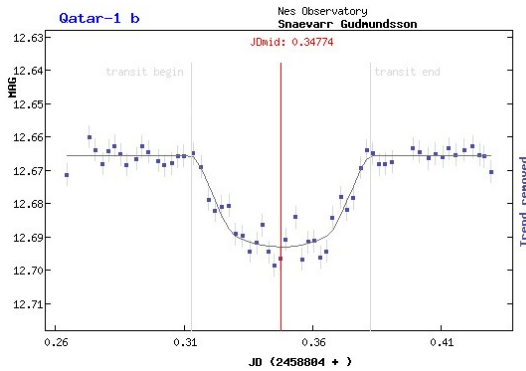
Stjarnan var í borin saman við GSC 4240:16 (UCAC 2.0 bst. 11,98) merkt 2*, GSC 4240:266 (UCAC 2.0 bst. 13,18) merkt 4*, GSC 4240:111 (UCAC 2.0 bst. 13,22) merkt 5*, UCAC4-776-040753 (UCAC4 bst. 15,57) merkt 6*, UCAC4-776-040766 (UCAC4 bst. 15,20) merkt 9*, GSC 4240:555 (UCAC 2.0 bst. 14,42) merkt 10*, UCAC4-776-040752 (UCAC4 bst. 14,73) merkt 11* og UCAC4-776-040784 (UCAC4 bst. 14,60) á mynd 77b.



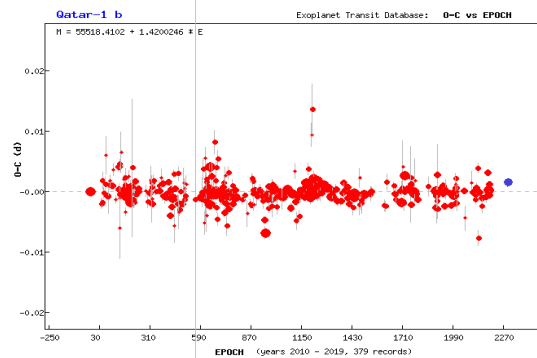
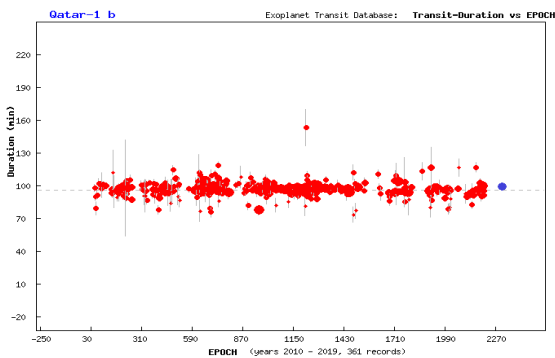
Myndir/Fig. 77a-b. a) Loftmassaferill Qatar 1, 16. nóv. 2019. b) Qatar 1 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – Airmass plot for Qatar 1 on November 16, 2019. b) Qatar 1 (red circle) and the comparison stars (green circles) used for the measurements.

13.2 Niðurstöður

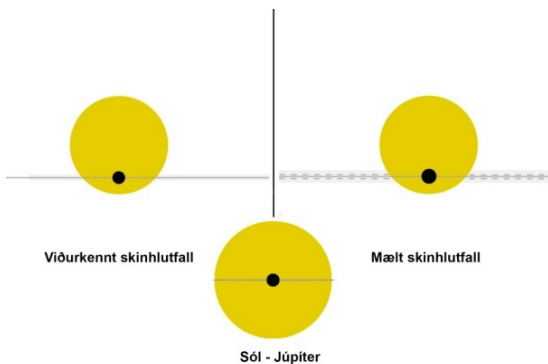
Að vanda byggir eftirfarandi greinargerð á niðurstöðum sem birtast á vefsvæði TRESKA (Poddaný o.fl. 2010), en mælingin var send í gagnasafn þess. Mynd 78a sýnir atburðarásina, þ.e. mælinguna, (punktar) borna saman við líkan spáðrar þvergöngu (lína). Mynd 78b lýsir ljósdeygingu móðurstjörnu í 376 skráðum þvergöngum frá 2010-2019 í safni TRESKA. Mynd 79a lýsir lengd þvergangna og niðurstöðum 361 mælinga á sama tímabili og 79b tímafrávik (O–C rit) 379 athugana. Mynd 80 sýnir skinhlutfall, þ.e. hve mikið fjarreikistjarnan skyggir á móðurstjörnuna í þvergöngu.



Myndir/Fig. 78a-b. a) Mæld birtugildi Qatar 1 í þvergöngunni 16. nóv. 2019. Á þverás er tími en birtubreyting á lóðás. b) Dýpt þvergöngu, samkv. TRESKA. Blátt gildi er mæling höfundar. Niðurstöður frá vefsvæði TRESKA. — a) Results from November 16, 2019 and b) transit depth comparison. Results obtained from the TRESKA website (Poddaný and others 2010).



Myndir/Fig. 79a-b. a) Tímalengd þvergöngu, frá 2010-2019. Fjöldi þvergangna (lotur) á þverás en tími þvergöngu á lóðás. b) O–C rit á sama tímabili. Lotur á þverás (tímaás) en tímafrávik á lóðás. Blá gildi eru mælingar höfundar. — a) Duration of transits (35 observations) since 2015, and b) O–C determination of 34 measurements. Blue points are the author's results. Data from TRESKA website (Poddaný and others 2010).



Mynd/Fig. 80. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. Niðurstöðurnar lýsa reikistjórnun með ~13% stærri geisla og 6% minni brautarhalla en viðurkennt gildi. Myndin var fengin á vefsvæði TRESKA og aðlöguð fyrir skýrsluna. — Geometry according to measurements. Image based on TRESKA website (Poddaný and others 2010).

13.3 Umfjöllun

Athugun á þvergöngu Qatar 1b fór fram við góð skilyrði 16. nóv. 2019. Þessi stjarna hefur verið mjög vel vöktuð síðan hún fannst. Leifarit sýnir ~0,005-0,01 bst. óvissu í mælingum. Niðurstöður með reiknitóli TRESKA, um ljósdeyfiingu, lengd og tímafrávik falla nærri viðurkenndum gildum. Litlar eða engar breytingar koma fram á birtudeyfiingu við þvergöngu (skinhlutfall), tíma þvergangna og auk þess lítill tímafrávik í niðurstöðum sem birtast á vefsíðu B.R.N.O. Niðurstöður voru sendar inn 17. nóvember 2019 (athugun nr. # 7738).

Observation of the transiting Qatar 1b obtained on November 16, 2019, at Nes Observatory. The residuals of the data indicate a photometric deviation of ~0.005-0.01 mag. The observation was done under a fair weather condition. Results submitted to Tresca database on November 17, 2019 (Observation #7738).

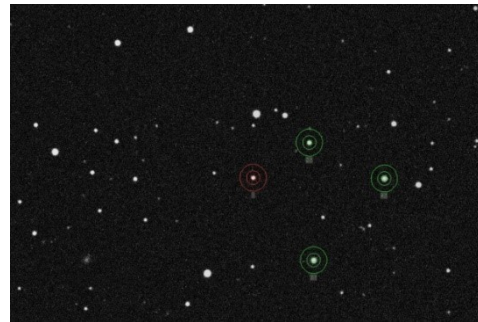
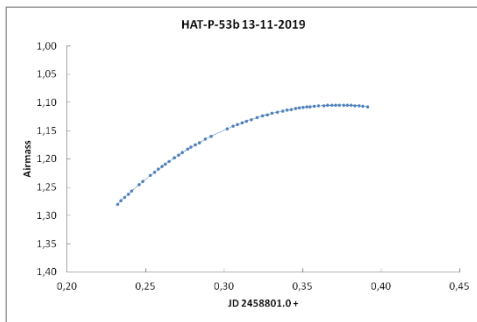
14 HAT-P-53b

Stjörnuhnit 01 27 29,06 +38 58 05,33 **Bst.** (V) 13,73 **Myrkvadýpt** 0,0135 bst. **Myrkvalengd** 128,1 mín.

Þriðja mæling á þvergöngu HAT-P-53b frá Nesjum var gerð þann 13. nóvember 2019. Fyrri athuganir voru gerðar 25. og 27. nóvember 2017 og sagt frá þeim í þriðju samantekt (Snævarr Guðmundsson 2019). Þar er tæpt á stjörnunni en ýtarlegar upplýsingar eru í Bakos o.fl. (2002) og fjöldi annarra greina tengdar henni að finna á EPE (2020).

14.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

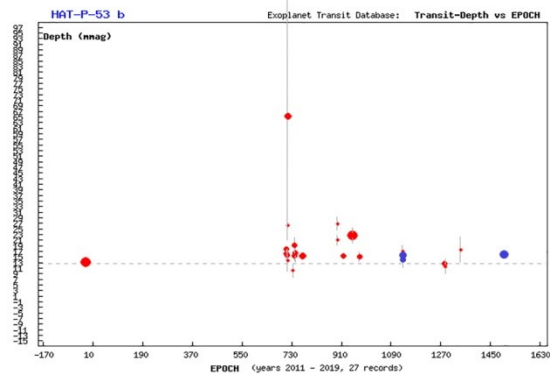
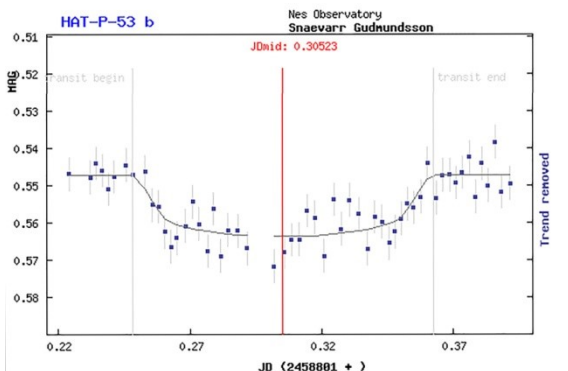
Þann 13. nóv. 2019 hófust tölur kl. 17:25 og þeim lauk kl. 21:37. Samkvæmt spá átti þvergangann að hefjast kl. 18:19, miðju yrði náð kl. 19:23 og þvergöngu lyki kl. 20:28. Á þeim tíma var stjarnan að ganga að hábaug (mynd 81a). Bjart var af tungli, sem var að ganga á austurhiminn meðan á tókum stóð. Teknar voru 56 myndir með XOP-CBB ljóssíu og var tókutími 120 sek. og 2x2 dílakniping. Stjarnan var borin saman við GSC 2813:1766 (UCAC 2.0 bst. 12,93) merkt 2*, GSC 2813:1203 (UCAC 2.0 bst. 11,88) merkt 3* og GSC 2813:1288 (UCAC 2.0 bst. 11,82) merkt 4*, á mynd 81b.



Myndir/Fig. 81a-b. a) Loftmassaferill HAT-P-53, 13. nóv. 2019. b) HAT-P-53 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – Airmass plot for HAT-P-53 on October 25, 2019. b) HAT-P-53 (red circle) and its comparison stars (green circles).

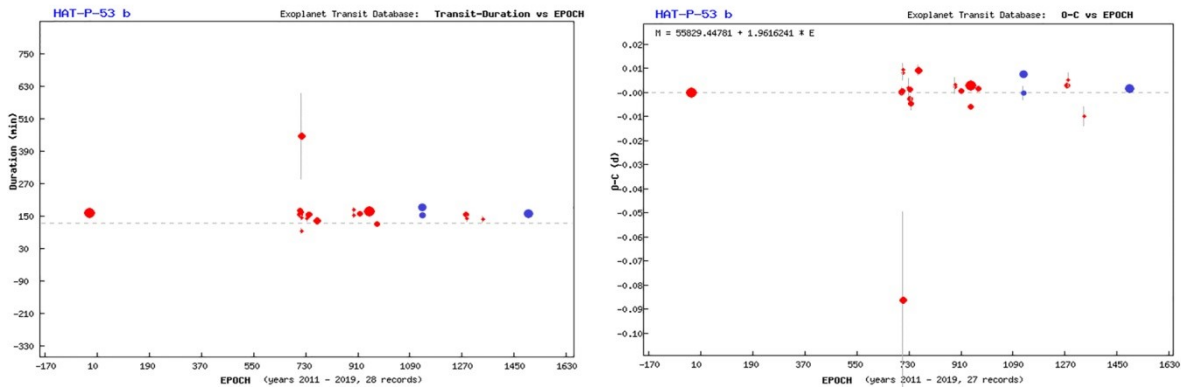
14.2 Niðurstöður

Að vanda byggir eftirfarandi greinargerð á niðurstöðum af vefsvæði TRESCA (Poddaný o.fl. 2010), og var mælingin send í gagnasafn þess. Mynd 82a sýnir atburðarásina (punktar) borna saman við líkan spáðrar þvergöngu (lína). Mynd 82b lýsir dýpt myrkvanna í 27 skráðum athugunum frá 2011–2019 í safni TRESCA.

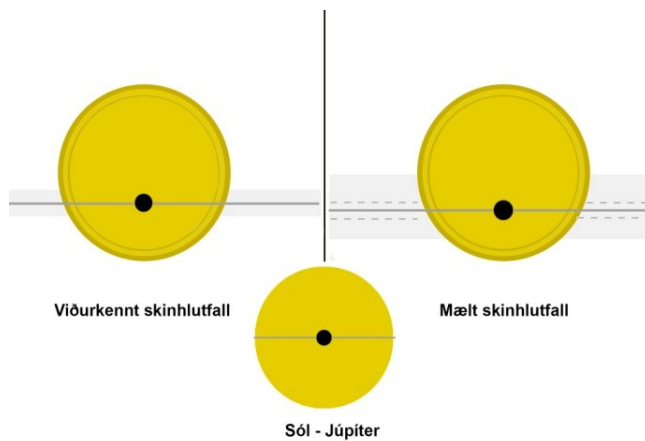


Myndir/Fig. 82a-b. a) Mæld birtugildi HAT-P-53, 13. nóv. 2019. Á þverás er tími en birtubreyting á lóðás. b) Dýpt þvergöngu, samkv. TRESCA. Blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður frá vefsvæði TRESCA. — a) Results from November 13, 2019 and b) transit depth comparison. Diagrams from the website of TRESCA.

Mynd 83a sýnir hve nærri áætlaðri lengd þvergöngu 28 mælingar falla og 83b sýnir tímafrávik (O–C rit) 27 athugana. Mynd 84 sýnir skinhlutfall, þ.e. hve mikið fjarreikistjarnan skyggir á móðurstjörnuna í þvergöngu.



Myndir/Fig. 83a-b. a) Tímalengd þvergöngu, frá 2011-2019. Fjöldi þvergangna (lotur) á þverás en tími þvergöngu á lóðás. b) O–C rit á sama tímabili. Lotur á þverás (tímaás) en tímafrávik á lóðás. Blá gildi eru mælingar höfundar. — a) Duration of transits (28 records) since 2011-2019 and b) O–C determination of 27 records. Blue points are the author’s results. Diagrams obtained from TRESCA website (Poddaný and others 2010).



Mynd/Fig. 84. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. Niðurstöður benda til reikistjörnu með >9% stærri geisla en viðurkennt gildi og 1% meiri brautarhalla. Myndin var fengin á vefsvæði TRESCA og aðlöguð fyrir skýrsluna. — Geometry according to measurements. Image based on TRESCA website.

14.3 Umfjöllun

Athugun á þvergöngu HAT-P-53b var gerð snemma kvölds, þegar tungl var fullt en þá eru birtuáhrif nokkur og ekki fulldimmt. Niðurstöður mælinganna voru engu að síður viðunandi en leifarit sýnir óvissu á milli 0,005 og 0,01 bst. Niðurstöður um ljósdeygingu og lengd þvergöngunnar sem fengust með reiknitóli TRESCA falla nærri viðurkenndum gildum og sömu sögu er að segja um O–C ritið (mynd 83b). Þetta er þriðja athugun sem höfundur gerir. Niðurstöður voru sendar inn 20. nóvember 2019 (athugun nr. # 7741).

Observation of the transiting HAT-P-53b was obtained on November 13, 2019. This was the author’s third observation of a transit of this exoplanet. The residuals of the data amounted to 0.005 to 0.01 mag. On this occasion a full moon affected the sky brightness. Results submitted to Tresca (Observation #7741).

15 WASP 33b

Stjörnuhnit 02 26 51.08 +37 33 02.5 **Bst. (V)** 8,3 **Myrkvadýpt** 0,0151 bst. **Myrkvallengd** 163 mín.

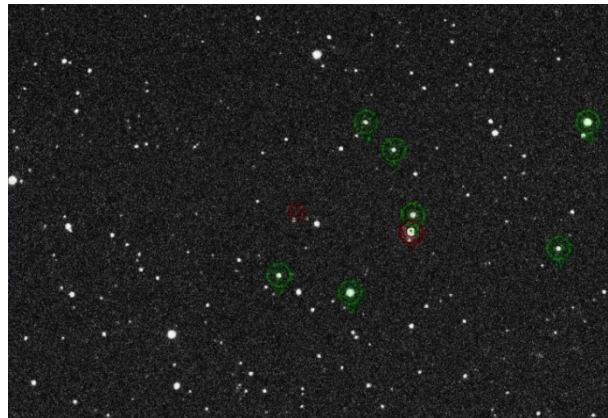
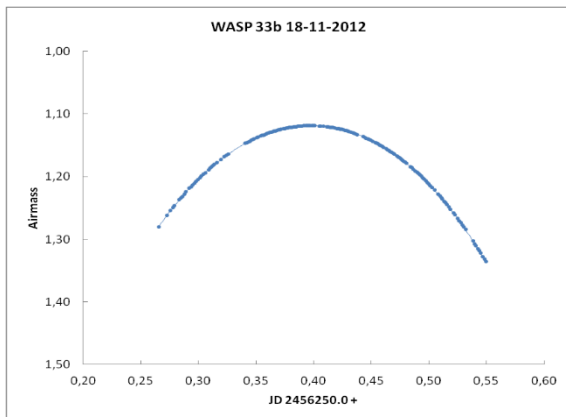
Fjarreikistjarnan WASP 33b gengur á braut um HD 15082 (SAO 55561, V 807 And, WASP 33), en sú er breytistjarna af δ Scuti gerð (VSX 2020), tæpar $\sim 6,5^\circ$ suðaustan við Almach í Andrómedu. Fjarreikistjarnan uppgötvaðist í mæligögnum sem var aflað árin 2003-2004, í WASP-leitarverkefninu (Christian o.fl. 2006) og var síðar útskýrð betur í grein Collier Cameron o.fl. (2010). Lítillega var tæpt á þessu efni í Snævarr Guðmundsson (2018). Helstu stikar sem Collier Cameron o.fl. (2010) og vefsíða Exoplanet.eu tilgreina eru: Fjarlægð er 116 ± 16 parsek (~ 378 ljósár), móðurstjarnan er 1,495 sólarmassar, reikistjarnan 2,1 Júpítermassi og umferðartími 1,21986967 dagar (EPE 2020). Í desember 2019 höfðu 160 greinar, sem tengjast þessari reikistjörnu beint eða óbeint, verið birtar (CDS 2020a).

Höfundur fylgdist fyrst með þvergöngu WASP 33b 18. nóvember 2012. Þá var því spáð að þvergangin myndi hefjast kl. 20:37, miðju yrði náð kl. 21:58 og þvergöngu lyki kl. 23:20. Þann 25. nóvember 2019 var athugun endurtekin á þvergöngu þessarar reikistjörnu. Í það skipti var spáin sú að þvergangin hæfist kl. 19:11, miðju yrði náð kl. 20:33 og þvergöngu lyki kl. 21:54.

15.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Í athuguninni 18. nóv. 2012 var notaður 30 cm spegil-/linsusjónauki sem var uppsettur í Hafnarfirði. Tökur hófust kl. 18:21 og þeim lauk kl. 01:10. Teknar voru 172 myndir sem voru lýstar í 45 sek. hver og teknar í gegnum V-ljóssúu og með 2x2 dílaknipingu. Á þeim tíma gekk stjarnan yfir hábaug (mynd 85a).

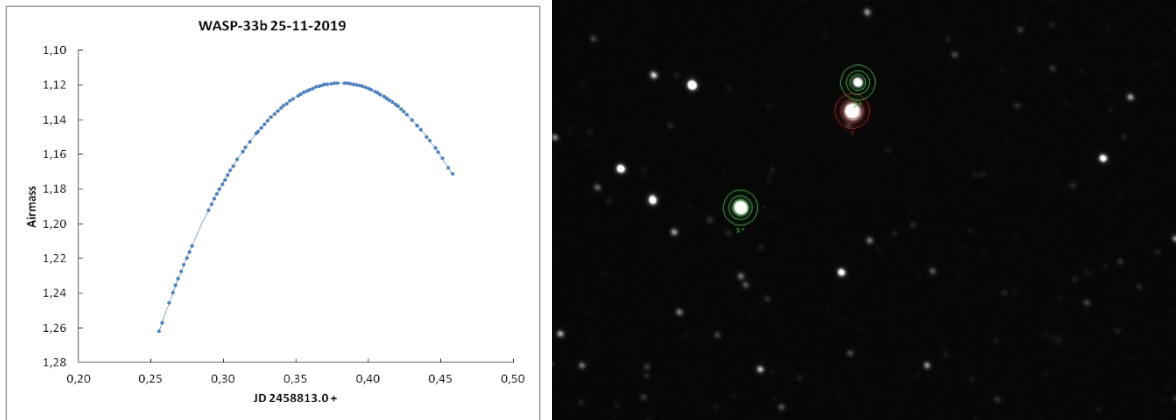
WASP 33 var borin saman við sjö stjörnur í þessari athugun. Þær eru taldar hér frá vinstri til hægri óháð hæð í mynd 85b. Fyrst er GSC 2831:1098 (UCAC 2.0 bst. 11,47), næst SAO 55557 (bst. 9,36), þá GSC 2335:759 (UCAC 2.0 bst. 12,18), GSC 2335:967 (UCAC 2.0 bst. 12,11), GSC 2831:1138 (UCAC 2.0 bst. 11,22), GSC 2831:1490 (UCAC 2.0 bst. 12,14) og SAO 55571 (bst. 9,43), sem er lengst til hægri.



Myndir/Fig. 85a-b. a) Loftmassaferill WASP 33, 18. nóv. 2012. b) WASP 33 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – Airmass plot for WASP 33 on November 18, 2012. b) WASP 33 (red circle) and its comparison stars (green circles).

Þann 25. nóv. 2019 hófust tölur kl. 17:48 og þeim lauk kl. 23:01. Teknar voru 88 myndir með 60 sek. tókutíma hver og 2x2 dílaknipingu. Í þessu tilfelli var notuð XOP-CBB ljóssía. Í 40 cm sjónauka er WASP 33 það björt að henni er haldið utan skarpstillingar, annars mettast dílarnir í 60 sek. myndatöku. Stjarnan gekk yfir hábaug þegar langt var liðið á þvergönguna (mynd 86a). Jafnlýsimyndir voru teknar næsta dag.

Í þetta sinn var stjarnan borin saman við GSC 2831:1138 (UCAC 2.0 bst. 11,22, merkt 2*) og fast við WASP 33 á mynd 86b og SAO 55557 (bst. 9,36, merkt 3*).

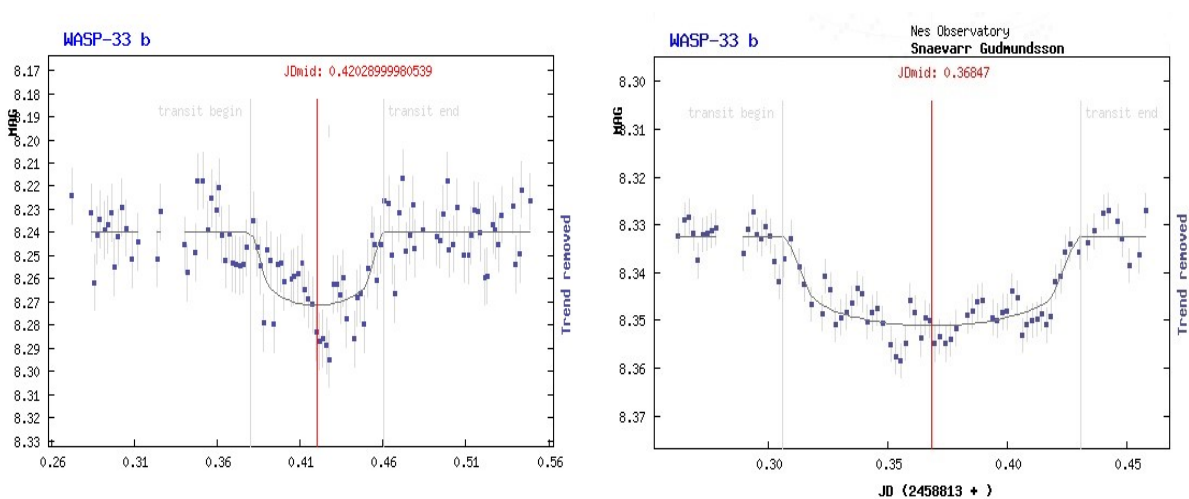


Myndir/Fig. 86a-b. a) Loftmassaferill WASP 33 25. nóv. 2019. b) WASP 33 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – Airmass plot for WASP 33 on November 25, 2019. b) WASP 33 (red circle) and its comparison stars (green circles).

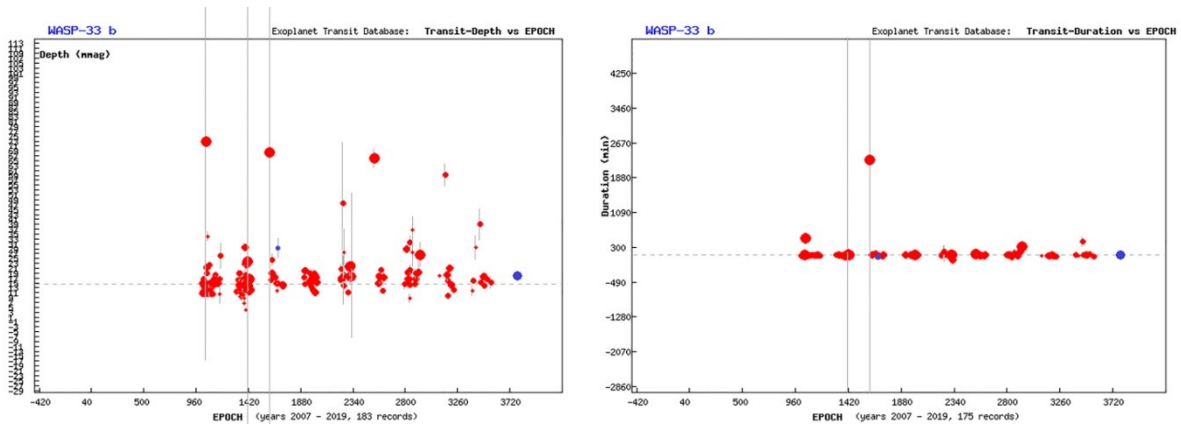
15.2 Niðurstöður

Niðurstöðurnar hér eru birtar á vefsvæði TRESKA (Poddaný o.fl. 2010), en mælingarnar voru sendar í gagnasafn þess. Myndir 87a-b sýna framvindu þvergangna (punktar) 18. nóv. 2012 og 25. nóv. 2019. Mynd 88a lýsir dýpt myrkvanna í 183 skráðum athugunum á árunum 2007-2019, og mynd 88b hve nærri áætlaðri lengd þvergöngunnar 175 mælingar falla á sama árabili. Mynd 89 sýnir tímafrávik miðju þvergangna, í 185 athugunum á sömu árum.

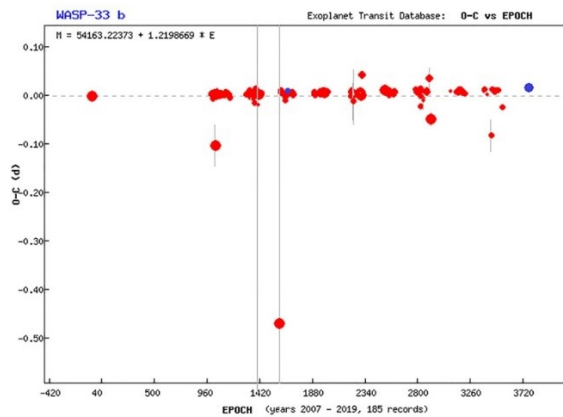
Mynd 90a-b sýnir skinhlutfall, þ.e. hve mikið fjarreikistjarnan skyggir á móðurstjörnuna í mældum þvergöngum höfundar, sem hér er sagt frá.



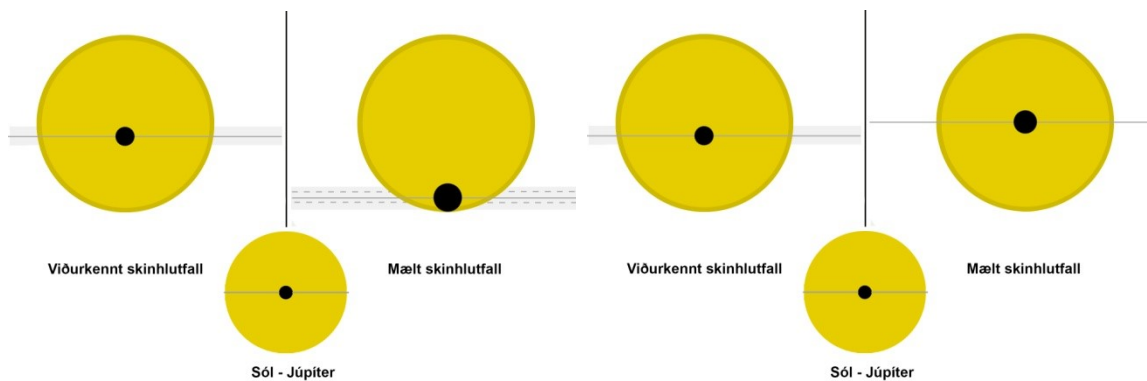
Myndir/Fig. 87a-b. Mæld birtugildi WASP 33 þann a) 18. nóv. 2012 (30 cm sjónauki) og b) 25. nóv. 2019 (40 cm sjónauki). Tími er á þverás og birta á lóðás. – Results from a) February 5, 2013 (30 cm telescope) and b) January 2019 (40 cm telescope). Time is on x-axis and magnitude on y-axis.



Myndir/Fig. 88a-b. a) Ljósdeyfiing (dýpt myrkva), blá gildi eru mælingar höfundar. Brotalínan fylgir viðurkenndri dýpt (15 mbst. = 0.0151 bst.). b) Lengd þvergöngu. Blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður fengnar á vefsvæði TRESCA.– a) Results from Nov. 19, 2018. Depth in mmag, b) Duration of transits. Blue dots are the author's results. Data obtained from TRESCA website (Poddaný and others 2010).



Mynd/Fig. 89. O–C rit yfir sama tímabil, 185 mælingar. Blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður fengnar á vefsvæði TRESCA. — O–C determination. Blue points are the author's measurements. Results from TRESCA website (Poddaný and others 2010).



Myndir/Fig. 90a-b. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. a) (t.v.) Niðurstöður mælinga 18. nóv. 2012. benda til reikistjörnu með ~55% stærri geisla og 12% minni brautarhalla en viðurkennd gildi. b) (t.h.) Niðurstöður 25. nóv. 2019. Þá mældist geisli ~23% stærri en viðurkennt gildi og brautarhalli <3% minni. Myndirnar voru fengnar á vefsvæði TRESCA þann 1. desember 2019, og aðlagðar fyrir skýrsluna. — Geometry according to measurements. Image based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).

15.3 Umfjöllun

Þegar höfundur fylgdist með WASP 33b, 18. nóv 2012 var það í annað skipti sem að honum tókst að mæla þvergöngu fjarreikistjörnu. Reynsla af slíkum mælingum var því takmörkuð, og það kemur fram sem óvissa mæligilda þegar myndir 87a-b og 90a-b eru bornar saman. Í fyrra skiptið var notaður 30 cm sjónauki, en 40 cm sjónauki í seinna skiptið (25. nóvember 2019). Það er þó ekki veigamesta atriðið heldur hitt að ekki tókst að halda stjörnunni á sama bletti á myndflögunni í fyrra skiptið, en slíkt er í raun mjög mikilvægt. Leifarit sýnir að frávik voru allt að 0,05 bst. í mælingu 2012 en 0,005 bst. í seinna skiptið, eða tífalt betri. Það er reyndar aðeins við bestu skilyrði sem óvissan helst svo lág.

Niðurstöður fjölda mælinga á WASP 33b benda til lítillgs tímafráviks en frekari vöktun mun leiða það enn frekar í ljós. Niðurstöður frá 18. nóvember 2012 voru sendar inn í gagnasafn TRESKA þann 21. nóvember 2012 (athugun nr # 101) en fyrir 25. nóvember 2019 þann 1. desember 2019 (athugun nr # 189).

Two observations of the transiting exoplanet WASP 33b, obtained at an interval of seven years, have been submitted to TRESKA database by the author. The first one covers the transit of November 12, 2012 and was obtained with a 30 cm SCT. The transit was the author's second observation of such an event and was achieved with limited experience and skills. The second observation was done on November 25, 2019, with a 40 cm SCT. When these observations are compared (figures 87a-b and 90a-b) a photometric deviation is evident. The smaller aperture isn't the cause for the high deviation (0.05 mag) in the first case, compared to the photometric deviation of 0.005 mag of the latter, but the star's location on the imaging chip shifted randomly during the session.

Results from a number of observations, by a variety of observers submitting data to the TRESKA database indicate a small time deviation (O—C) since its discovery in 2007. Results were submitted to the database by the author on November 21, 2012 (observation # 101). and December 1, 2019 (# 189).

16 HAT-P-38b

Stjörnuhnit 02 21 31.93 +32 14 47.1 **Bst.(V)** 12,56 **Myrkvadýpt** 0,0097 bst. **Myrkvallengd** 182.45 mín.

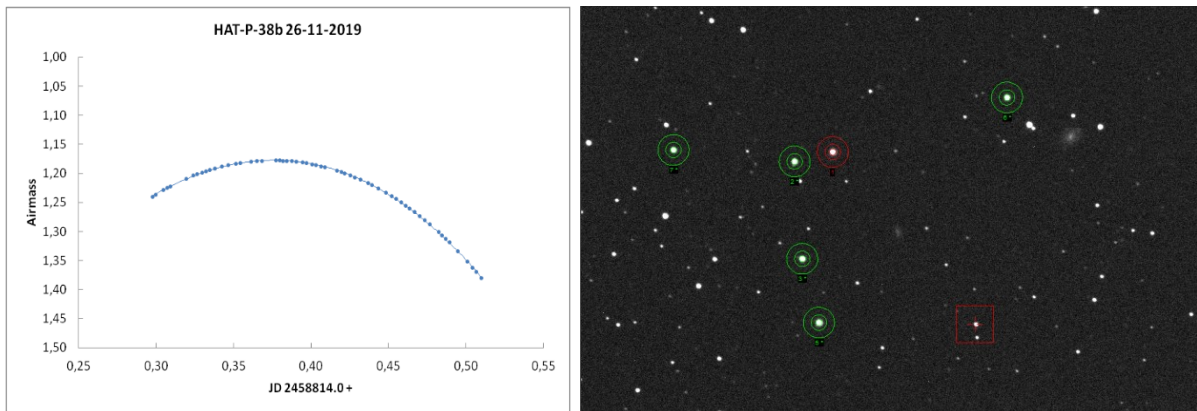
HAT-P-38b gengur á braut um GSC 2314:559 (HAT-P-38), sem er $\sim 2^\circ$ suðaustan við gamma (γ) í Þríhyrningnum. Hún er flokkuð sem *Satúrnus-fjarreikistjarna* og fellur afar nærri þeirri samlíkingu (Sato o.fl. 2012). Þvergangi HAT-P-38b var numin milli ágúst og nóvember 2010 í mæligögnum HAT-5 sjónaukans, sem er staðsettur í Arizona í Bandaríkjunum. Helstu stikar sem Sato o.fl. (2012) og vefsíða Exoplanet.eu segja frá eru: Fjarlægð er 249 ± 19 parsek (~ 811 ljósár), móðurstjarnan er 0,886 sólmassar, reikistjarnan 0,267 Júpítermassi og umferðartími 4,640382 dagar (EPE 2020). Í janúar 2020 höfðu 3 greinar tengdar þessari reikistjörnu verið birtar.

Fylgst var með þvergöngu HAT-P-38b þann 26. nóvember 2019. Þetta kvöld var þvergöngu spáð kl. 20:08, miðju yrði náð kl. 21:10 og að henni lyki kl. 23:10.

16.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Myndatökur hófust kl. 19:08 og þeim lauk kl. 00:16. 58 myndir voru teknar með XOP-CBB ljóssíu og 2x2 dílaknipingu, og var tókutími 120 sek. Stjarnan gekk yfir hábaug meðan á þvergöngunni stóð (mynd 91a). Veður var gott þetta kvöld, heiðskirt og logn.

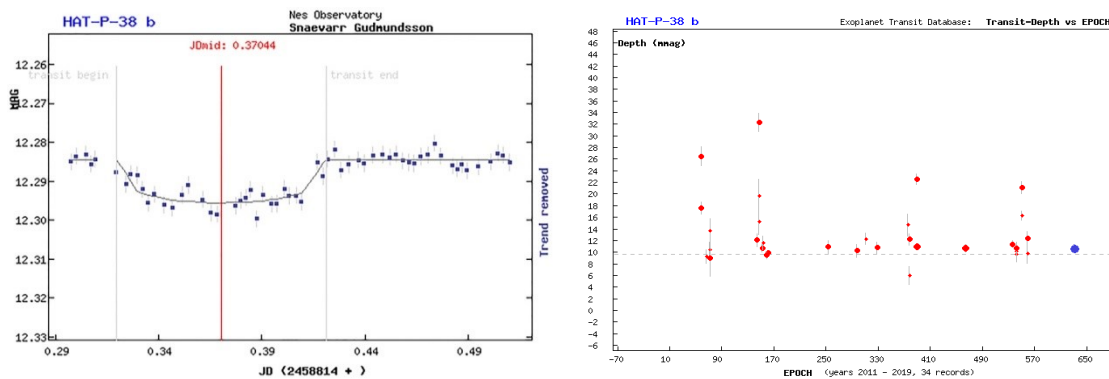
Stjarnan var í borin saman við GSC 2314:21 (UCAC 2.0 bst. 12,72) merkt 2*, GSC 2314:1005 (UCAC 2.0 bst. 12,46) merkt 3*, GSC 2314:771 (UCAC 2.0 bst. 11,91) merkt 5*, GSC 2314:207 (UCAC 2.0 bst. 12,78) merkt 6* og GSC 2314:879 (UCAC 2.0 bst. 12,90) merkt 7* á mynd 91b.



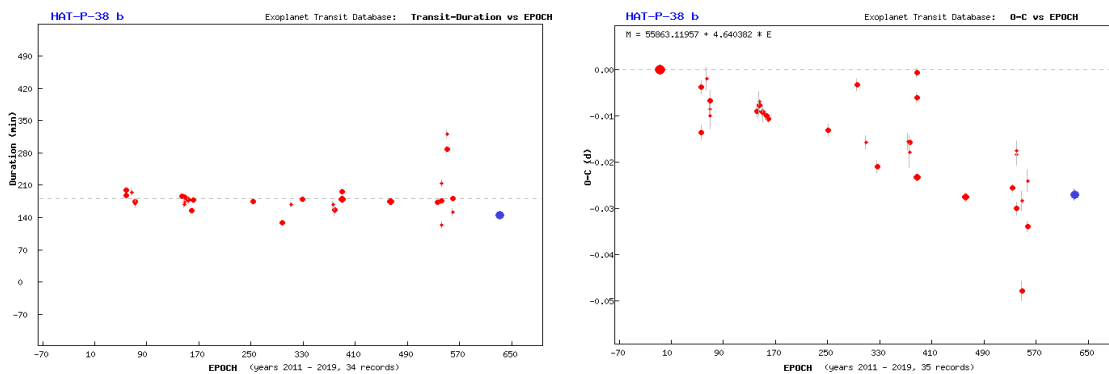
Myndir/Fig. 91a-b. a) Loftmassaferill HAT-P-38 26. nóv. 2019. b) HAT-P-38 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – Airmass plot for HAT-P-38 on November 16, 2019. b) HAT-P-38 (red circle) and its comparison stars (green circles) used for the measurements.

16.2 Niðurstöður

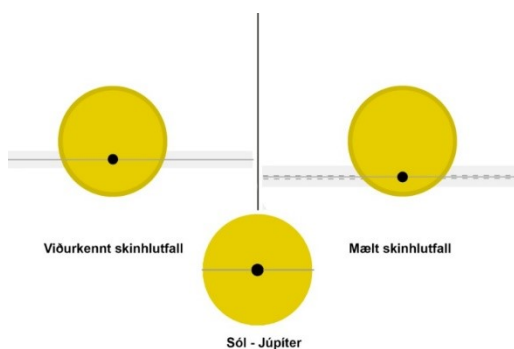
Að vanda byggir eftirfarandi greinargerð á niðurstöðum sem birtast á vefsvæði TRESKA (Poddaný o.fl. 2010), en mælingin var send í gagnasafn þess. Mynd 92a sýnir atburðarásina, þ.e. mælingarnar, (punktar) bornar saman við líkan spáðrar þvergöngu (lína). Mynd 92b lýsir ljósdeyfinu móðurstjörnu í 34 skráðum þvergöngum frá 2011-2019 í safni TRESKA. Mynd 93a lýsir lengd þvergangna og niðurstöðum 34 mælinga á sama tímabili og 93b tímafrávik (O–C rit) 35 mælinga. Mynd 94 sýnir skinhlutfall, þ.e. hve mikið fjarreikistjarnan skyggir á móðurstjörnuna í þvergöngu.



Myndir/Fig. 92a-b. a) Mæld birtugildi HAT-P-38, 26. nóv. 2019. Á þverás er tími en birtubreyting á lóðás. b) Dýpt þvergöngu, samkv. TRESCA. Blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður frá vefsvæði TRESCA. — a) Results from September 1, 2019 and b) transit depth comparison. Diagrams from the website of TRESCA.



Myndir/Fig. 93a-b. a) Tímalengd þvergöngu, frá 2011-2019. Fjöldi þvergöngna á þverás en tími þvergöngu á lóðás. b) O-C rit á sama tímabili. Lotur á þverás (tímaás) en tímafrávik á lóðás. Blá gildi eru mælingar höfundar. — a) Duration of transits (28 records) since 2011-2019 and b) O-C determination of 27 records. Blue points are the author's results. Diagrams obtained from TRESCA website (Poddaný and others 2010).



Mynd/Fig. 94. Skinhlutfall, ráðið af birtuferil. Niðurstöður benda til reikistjörnu með >9% stærri geisla en viðurkennt gildi og 2% meiri brautarhalla. Myndin var fengin á vefsvæði TRESCA og aðlöguð fyrir skýrsluna. — Geometry according to the measurements. Image based on TRESCA website.

16.3 Umfjöllun

Niðurstöður ljósdeyfingar og lengd þvergöngu, með reiknitóli TRESCA eru í takti við viðurkennt gildi og leifarit gaf $\leq 0,005$ bst. óvissu. Þverganga HAT-P-38b varð 17 mín. fyrr en spáð var, eins og sést á O-C ritinu (mynd 93b). Niðurstöður voru sendar inn 30. nóvember 2019 (athugun nr. # 7752).

Observation of the transiting HAT-P-38b was obtained on November 13, 2019. The residuals of the data came to 0.005 mag. The mid-transit occurred 17 minutes earlier than predicted. Interestingly, the O-C results indicate shortening of orbital time. Results submitted to Tresca (Observation #7752)

Önnur viðfangsefni

Yfirlit um athuganir á lausþyrpingunni NGC 7654 og litrófsmælingum árið 2019.

17 NGC 7654 (M 52)

Stjörnuhnit 23 24 48 +61 35 36 Bst. (V) 6,9 Sýndarst. 16,0' Fjarlægð 4640 ljósár.

NGC 7654 (Messier 52) er björt lausþyrping í norðvesturhluta Kassíópeiu. Stjörnuunnendur sem þekka djúpfyrirbæri ættu að kannast við hana, en hún er tilgreind í þokuskrá Messiers. Franski stjörnufræðingurinn Charles Messier (1730-1817) tók skrána saman á öndverðri 18. öld. Í tíð hans var stjörnufræðingum helst til framdráttar að uppgötva halastjörnur. Messier þótti slæmt, þegar hann skimaði eftir þeim, að móðukenndir blettir sáust hér og þar og svipaði til halastjarna en hreyfðust ekki úr stað eins og þær. Hann brást við með því að skrá þokurnar, til þess að þær myndu hvorki trufla sig né aðra í halastjörnuleit. Með tímanum fyllti listinn fleiri en 100 slík fyrirbæri, og er nú nefnd *þokuskrá Messiers* (O'Meara 1998). Þokuna (lausþyrpinguna) M 52 (mynd 95) skráði Messier 7. september 1774, meðan hann sinnti athugun á halastjörnu sem sást það ár og var um skeið nærri þyrpingunni. Í athugasemd skráði hann: „Þyrping mjög lítilla stjarna, blönduð þokuslæðum sem sjást aðeins með litvísium sjónauka.“ (O'Meara, 1998). Hún var auðkennd nr. 7654 í *Nýju himinþokuskránni*, yfir >7840 djúpfyrirbæri, sem var fyrst útgefin seint á 19. öld (Dreyer 1888).



Mynd/Fig. 95. Lausþyrpingin NGC 7654 (Messier 52). Myndin var tekin með 40 cm spegil-/linsusjónauka. – The galactic cluster NGC 7654 (Messier 52). The image was captured with a 40 cm Meade LX200 ACF SCT.

NGC 7654 er skilgreind *I2r* eftir Trumplersflokkun (Trumpler 1930; Pandey 2001) en slíkar þyrpingar eru ríkar af stjörnum, hafa þetta miðju (kjarna), en birtustyrkur stjarnanna dreifist ekki nema í meðallagi yfir vítt svið. Í miðju hennar er fjöldi stjarna af litrófsflokki B. Stöðugleiki lausþyrpinga er háður uppbyggingu þeirra. Kholopov (1969a, 1969b) sýndi fram á að þyrpingar skiptast í tvö meginsvæði, *kjarna*, þar sem massamestu (>3 M_{\odot}), björtustu stjörnurnar er yfirleitt að finna, og *kórónu*, sem býr yfir miklum fjölda daufra og massalítilla stjarna. Kórónusvæði þyrpinganna eru minna þekkt en bjartir kjarnarnir, en til þess að ákvarða lögun og útmörk heildarinnar þykir mikilvægt að taka þessi rými til greina. Þéttleikasnið, sem m.a. eru vel til þess fallin að ákvarða útmörk, bendir til fjölda daufra stjarna í kórónu NGC 7654 (Nilakshi o.fl. 2002). Þyrpingin er talin innihalda meira en 1000 M_{\odot} og vafalítið er massinn miklu meira en það (Pandey o.fl. 2001; Bonatto & Bica 2006). Pandey o.fl. (2001) telja að

stjörnumyndun hafi verið í stigveldi, hæg en stöðug yfir langt skeið, frá 30-100 milljón ár. Fyrst hafi flestar massameiri stjörnurnar myndast, en á seinna skeiði meira af þeim massaminni. Í þyrpingunni vilja höfundar greina massaaðgreiningu, þ.e. massamestu stjörnurnar hafa dregist inn í miðsvæðið. Jafnframt velta þeir fyrir sér hvort skýra megi lítið af miðgeimsefni í miðju þyrpingunnar sem afleiðingu af fornri sprengistjörnu.

NGC 7654 er staðsett í þunnkringlu vetrarbrautarinnar, um $0,4^\circ$ eða 13 parsek (42 ljósár), ofan við vetrarbrautarflötinn (Nilaksi o.fl. 2002). Hún er því í svæði sem er ríkt af stjörnum og miðgeimsefni. Þetta efni sést m.a. á myndum af ljómpokum og dimmum rykskýjum í grennd við hana (mynd 96). Þyrpinguna ber reyndar í víðfeðma geimpoku sem veldur ójafnri roðnun (ljósdeyfingu af miðgeimsefni) yfir hana. Fyrir miðja og á síðari hluta 20. aldar höfðu rannsóknir þegar sýnt þessa óeinsleitu roðnun (Pesch 1960; Schmidt 1977; Danford & Thomas 1981; Pandey o.fl. 2001; Bonatto & Bica 2006). Því hefur reynt nokkuð snúið að ákvarða helstu stika með mikilli nákvæmni, þ.e. fjarlægð og aldur þyrpingarinnar.



Mynd/Fig. 96. NGC 7654 er efst vinstra megin við miðju, ofan við ljómpokuna NGC 7635 (Bólupokuna). Hægra megin við hana er önnur björt þoka, NGC 7538. Á myndinni sést að þetta svæði er auðugt af vetnisgasi og ryki en það dregur úr birtu þyrpingarinnar. Myndin var tekin með WO FLT 110 mm lithreinum linsusjónauka, SBIG STL11000M myndavél og einlitri vetnis-alfa litsíu. – The open cluster NGC 7654 (M 52), the subject of this chapter, is near top, left of center, and above the emission nebula NGC 7653 (Bubble nebula). To the right of it is another bright emission nebula, NGC 7538. The image confirms that the region is rich of hydrogen gas and dust which reddens the starlight, including NGC 7654. The image was captured with a WO FLT 110 apochromatic refractor, SBIG STL11000M camera and narrowband hydrogen-alpha filter.

Pesch (1960) taldi roðnunina vera: $0,51 < E(B-V) < 0,80$. Pandey o.fl. (2001) mátu að óeinsleit roðnun væri $0,46 < E(B-V) < 0,80$ og að mismuna-roðnun $\Delta E(B-V)$ breyttist frá 0,18 í innri svæðum til 0,26 í þeim ytri. Aðrir hópar hafa, þrátt fyrir misræmið notað meðaltal roðunar þegar fjarlægð og aldur er ákvörðuð (Schmidt 1977; Choi o.fl. 1999; Kharchenko o.fl. 2005; Luo o.fl. 2012). Meðalgildi roðunarinnar sem þá hefur verið notuð er breytilegt en á bilinu 0,57-0,66 (Schmidt 1977; Pandey o.fl. 2001). Bonatto & Bica (2006) leiðréttu hins vegar fyrir mismunarroðnun og birtu net með leiðréttingargildum fyrir mismunandi svæði þyrpingarinnar (mynd 97).

17.1.1 Breytistjörnur og tvístirni í NGC 7654

Í maí 2020 voru 168 greinar í Simbad gagnagrunninum (CDS 2020a) sem tengjast þyrpingunni beint eða óbeint. Í fjórum þeirra (Viskum o.fl. 1997; Choi o.fl. 1998, 1999; Luo o.fl. 2012) er sagt frá breytistjörnum en alls hafa 27 uppgötvast innan marka þyrpingarinnar. Breytistjörnur eru þýðingarmiklir prófsteinar í kennilegum líkönunum um þróun stjarna með mismikinn massa frá meginröð eða til ákvörðunar á aldri þyrpinga. Vislum o.fl. (1997) uppgötvuðu tvær sem þeir töldu vera delta Scuti stjörnur (δ Sct). Stjörnur af δ Sct gerð eru, eins og sefítar, mikilvæg „staðalkerti“, sem nýtast til þess að ákvarða fjarlægðir til stjörnuþyrpinga og Stóra-Magellanskýssins. Þær eru af litrófsflokkum A0–F5 III–V (sjá Altair, bls 86). Þær sitja á meginröð eða innan tiltekins flöktsvæðis rétt ofan við hana. Massi þeirra er $\sim 1,5$ – $2,5$ sólmassarar. Ljósseiflur eru á bilinu 0,003–0,9 bst. og lotur milli 0,01 og 0,2 daga. Lögun birtusveiflunnar er mjög breytileg og ljósaflið sömuleiðis (Vislum 1997; VSX 2020).

Choi o.fl. (1998) uppgötvuðu þrjár hægar sveiflustjörnur (SPB) og EA-myrkvastjörnu auk þess að geta um birtubreytingu í annarri af fyrrgreindum breytistjörnum. SPB stjörnur eru hægar sveiflustjörnur af litrófsflokki B2–B9 og sýna bæði birtusveiflu og línusnið í litrófi. Sveiflutími getur verið margvíslegur og er á bilinu 0,4 til fimm dagar og eru ljósseiflur $< 0,1$ bst. (Choi o.fl. 1999; VSX 2020). Luo o.fl. (2012) bættu um betur og fundu fimmtán aðrar SPB stjörnur og þrjár gamma Doradus (γ Dor) stjörnur. Að auki fann hópurinn þrjár EA-stjörnur og eina EW-stjörnu. γ Dor stjörnur eru svonefndar *high order g-mode non-radial* sveiflustjörnur. Birtusveiflur þeirra eru $< 0,1$ bst. og loturnar frá 0,3 til þriggja daga. Stjörnurnar teljast hálfrisar eða dvergar (birtuflokkur IV eða V) og litrófsflokkast sem A7 til F7 (VSX 2020). Á mynd 97 eru þær breytistjörnur merktar, sem fyrrgreindir rannsóknahópar hafa fundið. Þeir staðfestu ekki δ Sct stjörnur í þyrpingunni eins og Vislum o.fl. (1997) greindu frá, en í ljós hefur komið að skyldleiki γ Dor og δ Sct stjarna er mikill (Balano 2018; Padáro 2019).

17.2 Gagnaöflun og úrvinnsla

Í verkefninu sem hér er kynnt var markmiðið að meta hve áreiðanlegar niðurstöður fást til meginraðarmátunar, þegar mæligagna í BVR litsviðum er aflað með 40 cm sjónauka. Meginraðarmátun er aðferð til þess að áætla fjarlægð og aldur lausþyrpinga. Að sjálfsgöðu var höfð hliðsjón af niðurstöðum úr fyrri rannsóknum við þetta, t.a.m. þeim sem greint var frá, því að meiri upplýsingar þurfa að liggja fyrir en fást frá tilgreindum litsviðum. Þar má nefna dreifingu miðgeimefnis og þ.a.l. roðunar til þess að fá sem skýrasta mynd af meginröðinni. Einnig voru dregnar saman upplýsingar um staðsetningu breytistjarna í þyrpingunni, og tvístirna. Miðja þyrpingarinnar var ákvörðuð og stjörnur taldar út frá miðju í þéttleikasniði.

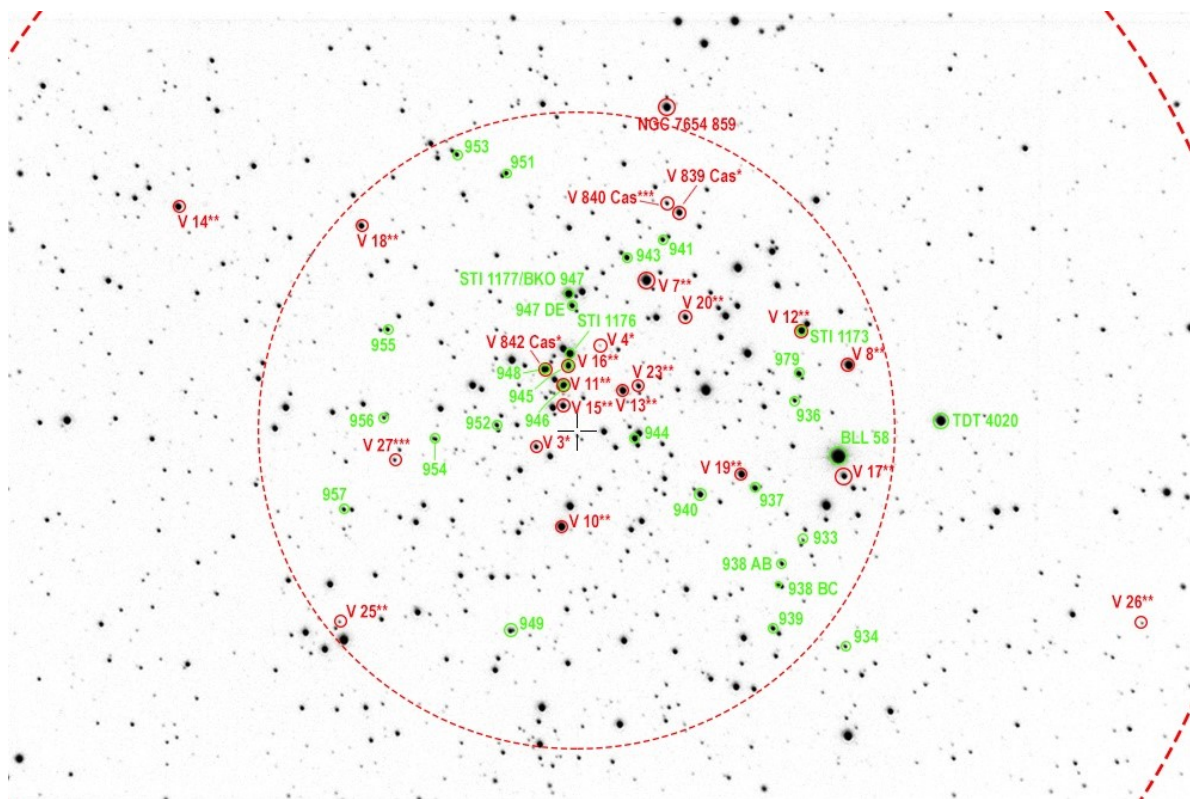
Athuganir á NGC 7654 fóru fram 20. október 2017, 17. okt. 2018, 28. okt., 17. nóvember og 6. desember 2019, frá Nesjum í Hornafirði. Þyrpingin var mynduð í B og V litsviði og í R litsviði í nokkrum tilvikum. Í öllum tilfellum var þyrpingin í hvirfilpunkti eða mjög nærri því, þegar tölur fóru fram. Yfirlit um tókudaga og myndgögn eru í töflu 16. Myndirnar voru að venju undirbúnar til ljósmælinga, sbr. Gary (2010) og AAVSO (2015). 106 myndir sem var aflað yfir þrjú kvöld haustið 2019 voru notaðar fyrir mælingar í bláu (B) og grænu (V) litsviði fyrir litvísí (B–V) og meginraðarmát. Það var gert til þess að fá fram meðaltalsbirtustig, kanna staðalfrávik meginraðarstjarna og breytistjarna. Myndir í rauðu (R) litsviði voru notaðar í þéttleikasniði.

Myndirnar voru jafnframt hnitsettar, til þess að innsetja miðju þyrpingarinnar (CDS 2020a), mörk kjarna og kórónu (Kharchenko 2005) og gera þéttleikasnið í viðurkenndu hnitakerfi. Myndsvið mælitækis (sjá bls. 19) er 18' x 12'. Þekktar breytistjörnur voru skráðar, til þess að gera ráð fyrir þeim í niðurstöðum mælinga, og þéttstæð tvístirni, til þess að forðast þau í mælingum (mynd 97). Ætlunin var auk þess að mæla einungis stjörnur í eða í grennd við kjarnann, til þess að forðast það að mjög margar stjörnur, sem tilheyra ekki þyrpingunni, myndu bjaga niðurstöður.

Viðmiðsstjörnur (tafla 17) voru valdar út frá birtustigi, leifum (e. *residuals*) og litvísí, því að engar viðurkenndar staðalstjörnur voru innan sjónsviðs mælitækis. Auk þess var þess gætt að dreifing þeirra væri ekki of fjarri þeim stjörnum sem voru mældar, til þess að minnka líkur á frávikum vegna næmni myndflögu.

Tafla/Table 16. Yfirlit athugana á NGC 7654. – Log of observations of NGC 7654.

Athugun – Observation	Litsvið Filter	Tökutími (s) Exposures (s)	Fj. mynda No. of frame	Dílaknipning Binning	Loftmassi Airmass
20-10-2017	B, V,	60, 60	5, 5	2x2	1,06
17-10-2018	B, V, R	30, 30, 30	10, 10, 10	1x1	1,00
	B, V, R	60, 60, 60	5, 5, 5	1x1	
28-10-2019	B, V, R	60, 60, 60	10, 10, 10	2x2	1,02
	B, V	120, 120	3, 3	2x2	
17-11-2019	B, V	60, 60	10, 10	2x2	1,01
	B, V, R	120, 120, 120	10, 10, 10	2x2	
06-12-2019	B, V	60, 60	10, 10	2x2	1,08
	B, V, R	120, 120, 120	10, 10, 10	2x2	



Mynd/Fig. 97. NGC 7654. Hringirnir (rauðar brotnar línur) eru mörk kjarnans (þvermál 9,6') og kórónu (ytri, í hornum myndarinnar, þvermál 20,4'), samkvæmt þyrpingaskrá Kharchenko (2005). Svartur kross í miðri mynd er miðja þyrpingarinnar (WEBDA 2020a, WEBDA 2020b). Breytistjörnur í NGC 7654 (rauðir hringir og texti) voru skráðar af Viskum o.fl. (1997), merkt ***, Choi o.fl. (1998, 1999) merkt * og Luo o.fl. (2012), merktar **. Tvístirni (í grænum hringjum) eru úr tvístirnaskrá WDS og þau þeirra sem eru skráð með tölum eru í BKO-flokknum (WDS 2020). – NGC 7654. The circles (dashed red lines) depict the boundaries of the core (diameter 9.6') and the corona (outer, near the image corner, diameter 20.4'), based on the Cluster Catalog by Kharchenko and others (2005). The black cross near the center of the image is the cluster center (WEBDA 2020a, WEBDA 2020b). Variable stars (red circles and labels) were discovered by Viskum and others (1997), signed ***, Choi and others (1998, 1999), signed *, and Luo and others (2012), signed **. Double stars and binaries (green circles and labels) based on Washington Double Star Catalog.

Tafla/Table 17. Viðmiðsstjörnur í ljósmælingum, viðurkennt sýndarbst. í B og V litsviði (CDS 2020b) og mælt meðaltalsgildi í athugunum. – Photometrical comparison stars, published apparent magnitude in color B and V (CDS 2020) and measured average values from this project.

Stjarna Star	Viðurkennt bst. Accepted mag			Mælt meðaltalsbst. Measured avr. mag			Mismunur Difference	
	B*	V*	B-V	b	v	b-v (mean)	B-b	V-v
UCAC4 759-072613	12,85	12,33	0,52	12,83	12,27	0,55	0,02	0,05
UCAC4 759-072970	14,89	14,22	0,67	14,88	14,30	0,59	0,01	-0,07
UCAC4 758-075724	13,29	12,89	0,41	13,34	12,85	0,50	-0,05	0,04
UCAC4-759-072693	12,75	12,13	0,62	12,73	12,12	0,61	0,02	0,02
UCAC4 758-076244	14,16	13,58	0,58	14,16	13,61	0,55	-0,01	-0,04

*VizieR bst. (CDS 2020b).

17.3 Niðurstöður

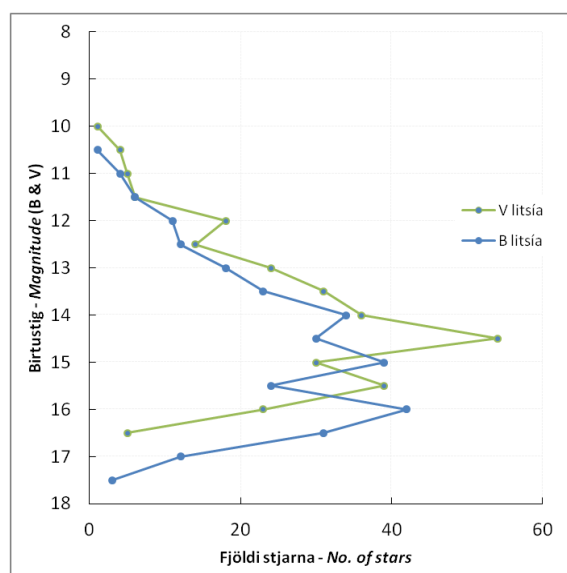
Alls voru 290 stjörnur ljósmældar af myndunum og eru allflestar innan marka kjarna þyrpingarinnar (mynd 97). Norðan við miðju þyrpingarinnar er klasi bjarrtra stjarna. Ekki tókst að ljósmæla þær allar vegna þess hvað stjörnurnar eru þétt saman, en auk þess eru nokkrar þeirra tvístirni. Til þess að aðgreina þær þarf stærri sjónauka. Í þyrpingunni er fjöldi tvístirna sem eru skráð í gagnagrunni Washington tvístirnaskrárinnar (WDS 2020). Mörg eru mjög þéttstæð. Tvístirni sem eru merkt á mynd 97 eru af því tagi. Þau voru því ekki mæld enda er þá verið að mæla birtu tveggja eða fleiri stjarna í einu.

Í töflu 18 eru stjörnurnar flokkaðar eftir birtustigi en minnt skal á að taflan inniheldur ekki allar innan kjarna þyrpingarinnar, einungis þær sem voru mældar í þessu verkefni. Meðal stjarna sem ekki eru skráðar er BD+60 2532; sú er vestarlega í kjarna þyrpingarinnar (bst. 8,29, skráð BLL 58 á mynd 97) en er þétt fjölstirni. Sýndarbst. stjarna sem náðist að mæla er frá 10,4 til 16,5 á V litsviði og 10,8 til 17,93 á B litsviði (mynd 98). Sjá má að flestar stjörnur eru af sýndarbst. 13 til 15.

Tafla/Table 18. Fjöldi stjarna sem voru mældar innan tiltekins birtustigs. – Numbers of stars that were measured within limited magnitude range.

Sýndarbst. (B)*	fjöldi	Sýndarbst. (V)*	Fjöldi
10<bst.<11	1	10<bst.<11	4
11<bst.<12	10	11<bst.<12	11
12<bst.<13	23	12<bst.<13	32
13<bst.<14	41	13<bst.<14	55
14<bst.<15	64	14<bst.<15	90
15<bst.<16	63	15<bst.<16	15
16<bst.<17	73	16<bst.<17	16
17<bst.<18	15	17<bst.<18	0

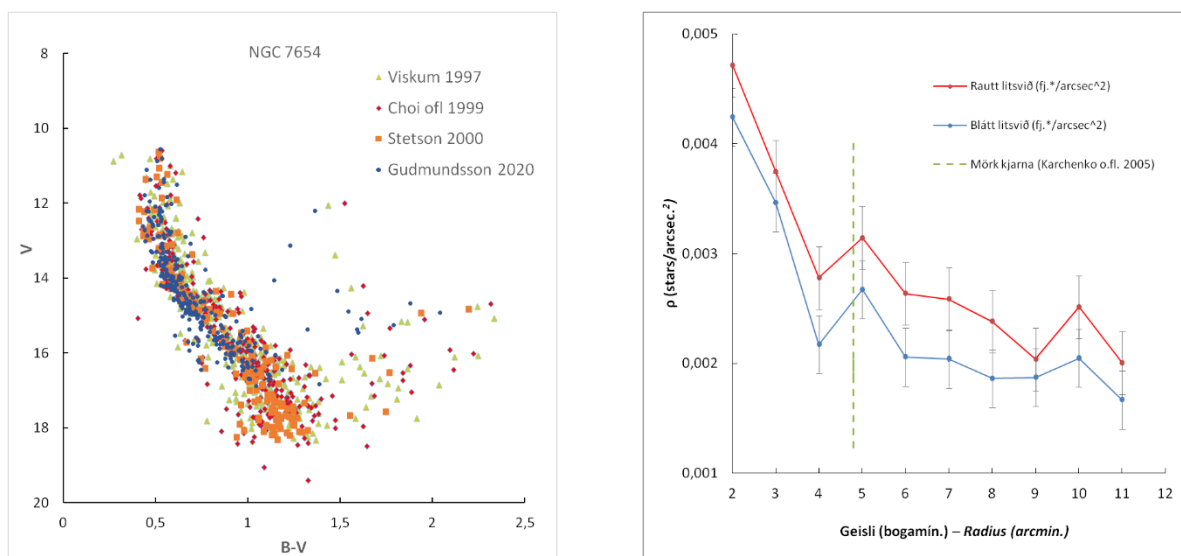
*Leiðrétt bst.



Mynd/Fig. 98. Fjöldi stjarna innan hvers tiltekins sýndarbstustigs, í B og V litsviði. – Numbers of stars, within limited magnitudes, in B and V colors.

Birtustigsgildi stjarnanna var síðan borið saman við niðurstöður úr mælingum annarra rannsóknahópa en þau gögn eru aðgengileg í gagnagrunni WEBDA (2020a). Þessir hópar eru Viskum o.fl. (1997), Choi o.fl. (1999) og Stetson (2000). Samanburðurinn er sýndur á mynd 99a; þar hefur hver mæling sinn lit til aðgreiningar. Þar birtast óleiðrétt gögn höfundar, en sjá má að niðurstöður eru í góðu samræmi við aðrar mælingar en þýðið inniheldur ekki jafn daufar stjörnur. Daufari stjörnur í þyrpingunni sitja á meginröð og auðvelda því að skorða þyrpingarnar á jafnaldurslíkön. Ljósöfnunargeta sjónaukans sem notast hverju sinni ræður hversu daufar stjörnur er hægt að mæla. Sjónauki höfundar er auðvitað miklum mun minni en samanburðartækin. Tökutími miðast einnig við að viðhalda aðgreiningu þéttstæðra stjarna og takmarkar það sömuleiðis ljósöfnun. Engu að síður nægja gögnin fyllilega til þess að máta á meginröðina þær stjörnur þyrpingarinnar, sem eru bjartari en bst. 17.

Þéttleikasnið var notað til þess að meta dreifingu stjarna út frá miðju þyrpingarinnar. Sniðið náði ellefu bogamínútur frá miðju og tekur því yfir kjarna hennar og út í kórónuna. Mat var lagt á hve margar stjörnur á flatareiningu sæjust, annars vegar í bláu litsviði og hins vegar í rauðu. Þéttleikasnið gefur upp fjölda stjarna á flatareiningu en einnig vísbendingu um dreifingu miðgeimsefnis, því að blátt ljós sleppur síður í gegn um ryk en rautt. Niðurstöður þessara mælinga eru á mynd 99b. Sjá má að fleiri stjörnur sjást í rauðu litsviði en í bláu. Staðalskekkja er sýnd sem lóðstrik.



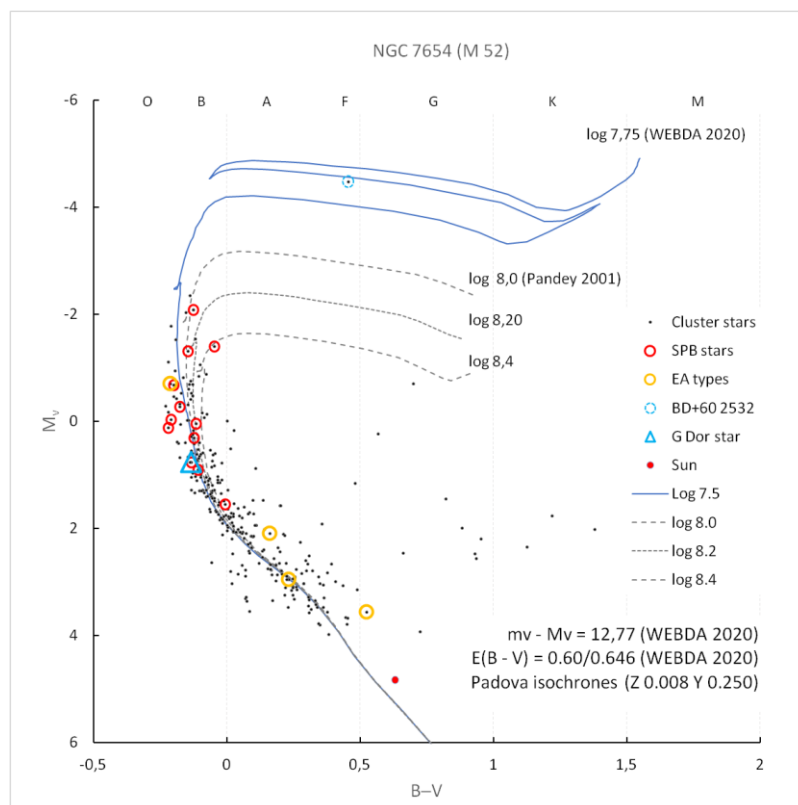
Myndir/Fig. 99a-b. a) Mæligögn sem var aflað með 40 cm sjónauka, um stjörnur af bst.<17, borin saman við þrjár mælingar í gagnagrunni WEBDA (2020b) til þess að kanna áreiðanleika niðurstaðna. Sýndarbirta (V) á lóðás, borin saman við litvísi ($B-V$) á þverás. b) Þéttleikasnið út frá miðju þyrpingar sem sýnir fjölda á flatareiningu þyrpingarinnar. Á þverás er fjarlægð frá miðju (í bogamínútum) og fjöldi á lóðás (stjarna/bogsek.²). Græn brotalína sýnir mörk kjarnans, byggt á Kharchenko o.fl. (2005). — a) Stars brighter than magnitude 17, data obtained with the 40 cm SCT telescope, compared to three separate measurements in WEBDA (2020b) database, to examine the validity of the data. The data are not corrected for atmospheric effects. Apparent mag. (V) on y -axis, compared to color index ($B-V$) on x -axis. b) Density distribution profile aimed at determining the numbers of stars occupying the core region of the cluster. Distance from the center of the cluster (in arcminutes) on x -axis and number of stars on y -axis (stars/arcsec²). Green dashed line represents the core radius, according to Kharchenko and others (2005).

17.3.1 Meginraðarmátun

Meginraðarmátun gerir kleift að ákvarða fjarlægð þyrpingar, ef stjörnur hennar hafa myndast á svipuðum tíma úr sama geimskýinu, eru bundnar sameiginlegu þyngdarsviði og eru í sömu fjarlægð. Aðferðin felst í því að staðsetja (máta) þyrpingu með þekktu sýndarbirtu á H-R línurit, þar sem reyndarbirta stjarna er dregin upp. Vegna þess að samband sýndarbirtu og reyndarbirtu er þekkt, þá skýrist birtumunurinn í raun af fjarlægðinni.

Þessi mismunur er nefndur fjarlægðarstuðull. Á H-R riti er birtan venjulega dregin upp á lóðás en litvísir (B—V) á þverás (mynd 100). Geimryk sem er á milli athuganda og þyrpingar veldur því að stjörnurnar sýnast rauðari (roðnun: E(B—V)) en þær raunverulega eru. Roðnunin leiðréttist á þverás. Mátið þarf því að stilla á báðum ásnum. Þegar þyrping er mátuð við kennileg jafnaldurslínurit upplýst einnig um líklegan aldur þyrpingarinnar og málmhlutfall (Z).

Þyrpingin var mátuð við Padova jafnaldurslínur (Salasnich o.fl. 2000) sem eru kvarðaðar með hliðsjón af efnasamsetningu sólar en miðast við stjörnur með lægra málmhlutfall ($Z = 0,008$) en He ($Y = 0,25$). Í mátinu á þyrpingunni (mynd 100) var höfð hliðsjón af stikum sem gefnir eru á vefsíðu WEBDA (2020b) og niðurstöðum fyrri höfunda. Jafnframt voru niðurstöður skoðaðar með leiðréttingastuðlum, sem kynntir eru af Bonatto & Bica (2006) en það gaf ekki góða raun. Svo ákveðið var að sleppa þeim og halda sig við meðaltalsroðnun enda eru allflestar stjörnurnar í þýðinu innan marka kjarnans. Breytistjörnur í þyrpingunni eru einnig merktar. Rauður hringur er settur um SPB stjörnur og þá sést að þær eru flestar fremur bjartar B stjörnur. Einungis ein γ Dor stjarna (blár þríhyrningur) er merkt en aðrar slíkar tókst ekki að mæla vegna nálægðar við aðrar stjörnur. EA-stjörnur (myrkvastjörnur) eru merktar með gulum hring.



Mynd/Fig. 100. NGC 7654 mátuð á meginröð. Litvísir (B—V) er á þverás og reyndarbirtustig (M_v) á lóðás. – NGC 7654 fitted to the main sequence. Color index is on x-axis and absolute magnitude on y-axis.

Þyrpingin er felld að jafnaldurslínu sem er lýsandi fyrir þann aldur sem er gefinn upp á vefsíðu WEBDA (2020b), sem þar er talinn ~60 milljón ár (aldur: log 7,764). Pandey o.fl. (2001) telja stjörnumyndun hafa átt sér stað yfir langt tímaseið og eru jafnaldurslínur einnig settar inn. Ekki verður sagt að fráhrarvafspunktur fyrir þyrpinguna sjáist glögglega en þó er víst að flestar SPB stjörnurnar raða sig þar nærri. Stjarnan BD+60 2532, sem ekki var mæld í þessu verkefni var samt sett inn á H-R ritið (merkt með bláum hring) en upplýsingar um hana voru sóttar á Simbad (CDS 2020a). Þessi stjarna er vestan við miðju þyrpingarinnar en ekki er staðfest hvort hún tilheyrir henni. Sjónlínuhraði hennar er ekki sambærilegur við hraða annarra stjarna í þyrpingunni (Pesch 1960). Ætla mætti að hún félli vel að jafnaldurslínu WEBDA og hún í nánd við flöktsvæði sefita en raunin er sú að stjarnan er ekki breytistjarna. Niðurstöðurnar virðast því ekki styðja að um meðlim þyrpingarinnar sé að ræða.

17.4 Umræður

Á árunum 2017-2019 voru gerðar nokkrar athuganir á þyrpingunni NGC7654 (Messier 52) í Kassíópeiu. Ætlunin var m.a. að láta reyna á hvort mæligögn sem var safnað með 40 cm sjónaukanum í Nesjum, myndu nýtast til þess að meta fjarlægð og roðnun. Alls tókst að ljósmæla 290 stjörnur í þyrpingunni, á B, V og R litsviði, og voru niðurstöðurnar notaðar í þéttleikasnið, auk þess að bera þýðið við jafnaldurslínur á H-R línuriti. Tekið var tillit til þekktra breytistjarna og tvístirna í þyrpingunni til þess að fá glöggar niðurstöður á litvísi stjarna.

Gagnasafnið var mátað við niðurstöður eldri rannsókna til þess að skoða gæði mælinganna, og H-R línurit, til þess að ákvarða fjarlægð og roðnun og bera mat á aldur og málmhlutfall. Þegar niðurstöður voru leiðréttar féllu þær best að fjarlægðarstuðli WEBDA (12,77) og roðnunarstuðli $E(B-V)$ 0,60. Það samsvarar að fjarlægðin sé 1520 ± 300 parsek. (4957 ljósár). Í slíkri fjarlægð er kjarni þyrpingarinnar um 14 ljósár í þvermál. Þegar gögnin voru mátuð óleiðrétt, var roðnunarstuðullinn sá sami og gildi WEBDA, þ.e. $E(B-V)$ 0,646 ásamt sama fjarlægðarstuðli. Þá verður fjarlægðin 1424 ± 284 parsek. (4642 ljósár), sem er viðurkennd fjarlægð. Þá reynist þvermál kjarnans um 13 ljósár. Á fjarlægðarákvörðunina eru sett 20% skekkjumörk sbr. Anderson o.fl. (2012). Þessar niðurstöður eru mjög góðar, og sýna óvæfengjanlega að hægt er að mæla fjarlægð bjartra lausþyrpinga með sjónauka af þessu tagi.

Litvísir björtustu stjarna sem mældar voru er -0,2 til -0,1. Þær eru af litrófsflokki B, líkast til B3 til B9 og á bilinu 3-8 sólarmassar. Slíkar stjörnur haldast á meginröðinni í 10 til 400 milljónir ára (Walker 2012). Yfirborðshiti þessara stjarna er ~ 10 -25 þús. K. Eftir alröfðleiðréttingu er reyndarbirtubst. björtustu stjarnanna -1,0 til -3,5, og þær eru ~ 500 -1900 falt bjartari en sólin. Allflestar stjörnurnar tilheyra litrófsflokki B-F. Neðarlega á mynd 100 er rauður punktur sem sýnir reyndarbirtu og litvísi sólar til samanburðar. Þá sést að allar stjörnur sem voru ljósmældar eru talsvert bjartari, og með heitara yfirborð en sólin. Ástæða þess að sólin situr ekki á meginröðinni er sú að málmhlutfall hennar er hærra en jafnaldurslínurnar segja til um. Engin stjarna virðist hafa þróast langt frá meginröðinni, sem bendir til þess að þyrpingin sé ekki sérlega gömul. Nefna má að engin stjarna hefur þróast í sefíta en þarna eru nokkrar sem hafa nægan massa til þess. SPB og γ Dor stjörnurnar eru komnar á flöktsvæði sem endurspeglar ákveðið þróunarstig (Balano 2018; Padáro 2019).

Five observations, carried out from the autumn of 2017 to 2019 were aimed at the galactic cluster NGC 7654 (Messier 52), positioned at 23 24 48 +61 35 36 (J 2000), in Cassiopeia. The goal of these was to examine whether the data, collected with a 40 cm SCT telescope, would be acceptable for distance estimations, reddening and age. Altogether 290 stars within the cluster's core were photometrically studied with a B, V and R bandlength. Known variables were included, but catalogued WDS binaries excluded to constrain the main sequence profile. A density profile was used to examine the numbers of stars, in the B and R color ranges, out to about 11' from the center. Evidently fewer stars show up in blue, indicating the interstellar extinction in the direction of the cluster. It should be noted that previous research groups emphasize an uneven stellar absorption in this region.

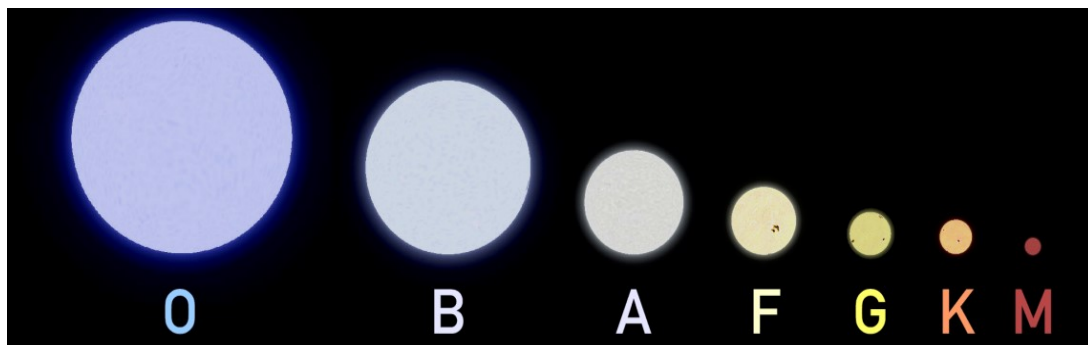
The data of B and V were used for a main sequence fitting, using a set of the Padova isochrone profiles (Salasnich o.fl. 2000), to estimate the distance of the cluster. The results depended on whether atmospheric corrections were added or not. Uncorrected, with a distance module of 12.77 and reddening of 0.646 (the same as the WEBDA (2020b) values) the distance estimated is 1424 ± 284 parsec (4642 light years), but if corrected it fits a reddening of 0.60 and a distance of 1520 ± 300 parsec (4957 light years). The fitting was compared to published values from two authors. This cluster is believed to be less than 100 M yrs old, and that it has formed in a hierarchial manner over a long time. The present results indicate that a bright galactic cluster can be studied effectively with a telescope of this size (40 cm).

18 Litróf valinna breytistjarna

Í þessum kafla eru kynntar athuganir á litrófi nokkurra breytistjarna sem voru myndaðar með rauflausum litrófsrita haustið 2019. Í þriðju samantekt höfundar var sagt frá svipuðum litrófsmælingum. Þær mælingar voru gerðar veturinn 2018-2019, en þá var að mestu leyti einblínt á meginraðarstjörnur, m.a. til þess að draga fram hvernig breiðlöggun litrófssamfellunnar breytist eftir yfirborðshita, og í hvaða litrófsflokk stjörnur féllu í (Snævarr Guðmundsson 2019). Litrófsmælingar opna dýpri sýn á eðli stjarna en aðrar greinar sem stjörnuáhugamönnum standa að jafnaði til boða.

Í fyrrnefndri skýrslu var sagt frá Morgan-Keenan litrófsflokkunarkerfinu (MK flokkuninni, Morgan & Keenan 1973), og birt dæmi um litrófssamfellur og gleypilínur sem einkenna meginflokkana. Þessir flokkar raðast eftir stafaröðinni O, B, A, F, G, K, M, og eru ennfremur undirflokkaðir með tölukastaf, frá 0-9 (Warner 1987). Snemma á 20. öld hafði verið sýnt fram á að röðin skýrist aðallega af hitamun (Payne 1925). Af flokkunum eru O stjörnur heitastar og M kaldastar (mynd 101 og tafla 19). Undirflokkur O er heitastur og 9 kaldastur í sérhverjum litrófsflokki. Síðar var sérflokkum bætt í röðina: D fyrir hvíta dverga, C fyrir kolastjörnur og S fyrir stjörnur sem sýna gleypilínur zirkon-oxíðs (Walker 2012). Einnig eru stjörnur flokkaðar með rómverskum tölum eftir því hvort um sé að ræða *ofurrisa* (Ia, Ib), *bjarta risa* (II), *risa* (III), *hálfriða* (IV) eða *meginraðarstjörnur* (V).

Í upphafskafli samantektarinnar, sem fyrr var minnst á, var almennt forspjall um litrófsmælingar sem eru gerðar með rauflausum litrófsrita. Lesandi með litla þekkingu á þessum viðfangsefnum er hvattur til þess að renna yfir hann eða annað efni sem finna má á netinu. Litrófsmælingarnar sem nú verða kynntar eru fyrst og fremst til að skoða litrófssamfellur breytistjarna og tvístirna, og til þess að greina gleypilínur, sem eiga uppruna til ákveðinna frumefna í lofthjúpi (ljóshvolfi) þeirra. Að þessu sinni eru ljósmynduð litróf sjaldnast borin saman við staðallitróf úr gagnagrunni (Pickles 1998), heldur rýnt í þau frá öðru sjónarhorni.



Mynd/Fig. 101. Meginraðarstjörnur mismunandi litrófsflokka, til glöggvunar. — Main sequence stars in scale. Fengið á/from: Wikipedia.

Tafla/Table 19. Helstu litrófsflokkar MK kerfisins og megineinkenni þeirra. — The MK spectral classification and the main characteristics in the spectrum of stars.

Flokkur	Litur	Yfirborðshiti (K)	Einkenni sem birtast í litrófi
O	Blá	>25000	Ákveðin blá/UV samfella, línur helínjóna (<i>He II</i>) og vetnis (<i>H</i>).
B	Blá	11000-25000	Lína vetnisjóna (<i>H I</i>) styrkist, <i>He I</i> skýrust í B2: <i>He II</i> hverfandi.
A	Blá	7500-11000	<i>H</i> (Balmer-röð skýrust í A0 stjörnum) og <i>Ca II</i> línur, <i>He I</i> og <i>He II</i> horfnar.
F	Blá-hvít	6000-7500	<i>H</i> línur, línur málma (<i>Fe</i> , <i>Ca II</i> o.fl.) birtast.
G	Hvít-gul	5000-6000	<i>H</i> línur; línur hlutlausra málma og jóna styrkjast.
K	Gul-rauð	3500-5000	Línur málma ríkjandi; blái hluti litrófsins daufari.
M	Rauð	<3500	Línur títanoxíðs (<i>TiO</i>) sameinda.

18.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Stjörnurnar voru myndaðar með Star Analyser (SA) 200 raufarlausum litrófsrita, lithreinum 80 mm Skywatcher 80 ED sjónauka og kældri ZWO ASI 174MM-C myndavél (CMOS). Litrófsritinn er skrúfaður framan við myndnema, í ákveðinni fjarlægð. Í hann eru ristar 200 línur/mm og þær dreifa ljósi stjarna svo að ljósrák myndast. Þessi rák er litróf stjörnunnar (Hawksley 2019). Aðferðinni við myndatökur hefur verið lýst fyrr (Snævarr Guðmundsson 2019). Sérhæfður tölvuhugbúnaður les gildi dílanna á mynd af stjörnu og ljósrákinni og dregur upp graf af litrófinu, þar sem bylgjulengdir eru á þverás (x-ás) en styrkur þeirra á lóðás (y-ás).

Vegna þess að skammtanýting myndflögunnar er ójöfn yfir sýnilega rófið lýsir hrátt litrófsgraf því ekki á hvaða bylgjusviði stjarna skín hvað heitast. Því þarf að deila litrófsgrafinu í ljóssvörun myndnemans til þess að draga fram breiðlögum litrófssamfellunnar. Þetta er ætíð gert í þessum athugunum og er hugbúnaðurinn *Rspec* (2019) notaður í þessa úrvinnslu.

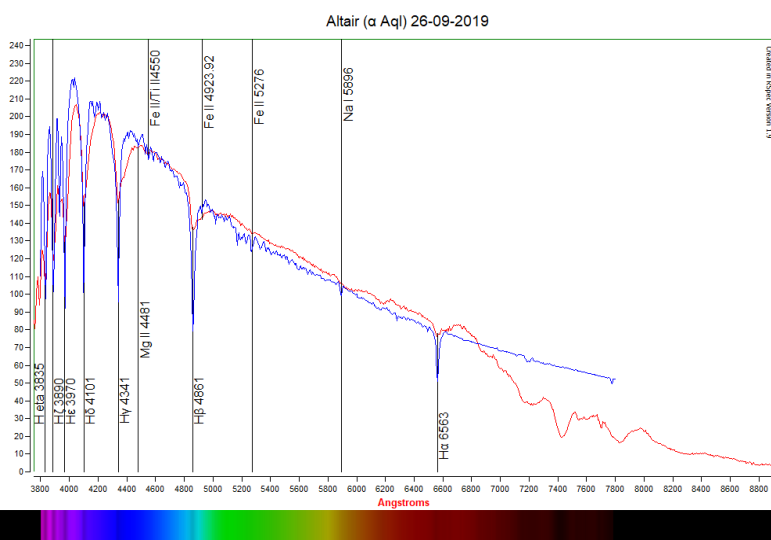
18.2 Niðurstöður og umfjöllun

Litróf þeirra stjarna sem eru kynntar hér, var myndað haustið 2019 frá Saviournon í Frakklandi (sjá bls. 21). Sá staður er $\sim 20^\circ$ sunnar en Ísland, og fyrir vikið tókst að mynda tilteknar stjörnur hærra yfir sjóndeildarhring (minna ljósbrot) en hægt er hér á landi. Stjörnur sem eru kynntar að þessu sinni eru α Aquilae (Altair), δ Cephei, μ Cephei (Erakis), ρ Cygni, β Cygni (Albireo) og 61 Cygni.

18.2.1 Altair (δ Sct stjarna)

Altair (α Aquilae, bst. 0,77, birtusveifla 0,004, fjarlægð 16,7 ljósár), er bjartasta stjarnan í merkinu Örninn. Hún er sveiflustjarna af *delta Scuti* gerð. Birtusveifla Altair er lítil í ljósi þess að birtubreytingar δ Sct stjarna liggja á bilinu 0,003-0,9 bst. (VSX 2020). Altair er 1,8 falt massameiri en sólin, 11 falt bjartari og aldur talinn um 1,2 milljarðar ára (de Souza o.fl. 2005). Litrófsmælingar sýna mjög hraðan möndulsnúning stjörnunnar (190-250 km/s) og myndir sem voru teknar með bylgjuvúxlisjónaukum sýna að stjarnan er pólfloð snúðvala, þ.e. afar breið um miðbaug og flöt til póla (Monnier o.fl. 2007). Yfirborðshiti er um 7550 K. Litrófsflokkur er A7 V (Walker 2012) en á Simbad (CDS 2020a) er hún skráð A7 Vn. Þar voru skráðar 813 greinar sem tengjast stjörnunni á einhvern hátt.

Litróf Altair, sem var myndað 29. september 2019, er sýnt með rauðri línu á mynd 102. Stjarnan gengur aldrei mjög hátt, séð frá Íslandi en var í um 55° hæð yfir sjóndeildarhring þegar hún var mynduð. Samfellan er borin saman við dæmigerða A7 V stjörnu (blá lína). Balmersröðin (H = vetnislínur) er sterk en gleypilínurnar eru breiðar, sem er skýrt út frá því að stjarnan snýst hratt um möndul sinn (de Souza o.fl. 2005).



Mynd/Fig. 102. Litróf α Aquilae (rauð lína), sem flokkast sem A7 IV-V stjarna. Bláa línan er samanburðarróf dæmigerðrar A7 V stjörnu. — α Aquilae is a delta Scuti pulsating variable, classified as having a spectrum of A7 IV-V (compared here to a A7 V spectrum (blue). The absorption bands are very broad due to Altair's rapid rotation.

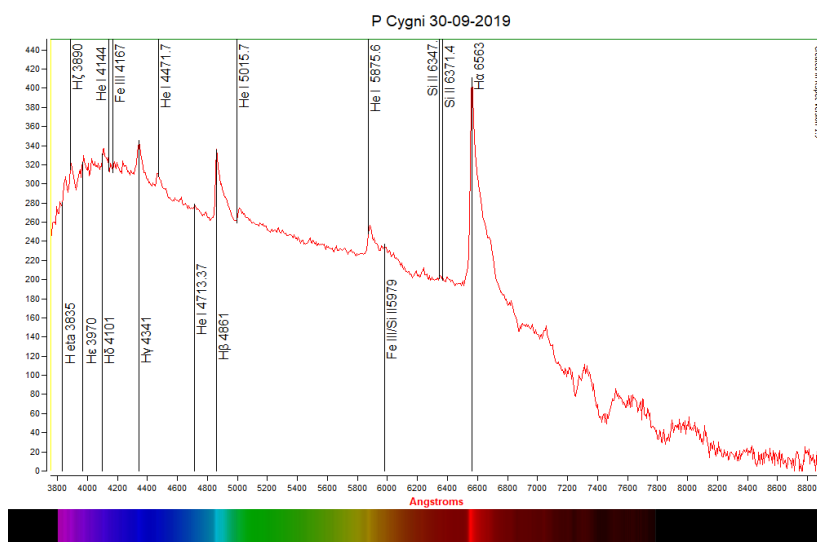
18.2.2 P Cygni (S Dor stjarna)

P Cygni í Svaninum (34 Cygni, hnit 20 17 47.2 +38 01 58.5, sýndarbst. ~4,82, fjarlægð ~7000 ljósár) er flokkuð sem bjartur blárisi (luminous blue variable) og er litvísir hennar B1 Ia+ (CDS 2020a). Stjarnan er breytistjarna af SDOR (S Doradus) gerð en það eru afar bjartar gosstjörnur, sem sýna óreglulegar birtubreytingar, á bilinu frá einu upp í sjö birtustig. P Cygni er með björtustu stjörnum sem þekkjast og var á meðal fyrstu breytistjarnanna sem uppgötvuðust. Sagan segir að árið 1600 hafi hollenski kortagerðarmaðurinn Willem Blaeu (1571-1638) tekið eftir stjörnu af þriðja birtustigi á stað þar sem engin hafði fyrr verið skráð. Á stjörnuakúlu sem hann smíðaði árið 1603, ritaði hann: „Nýja stjarnan í Cygnus sem ég sá fyrst til 8. ágúst 1600, var upphaflega af þriðja birtustyrk. Ég ákvarðaði stöðu hennar [...] með því að mæla fjarlægð hennar frá Vegu og Albireo. Stjarnan er enn á þessum stað en er nú ekki bjartari en af birtustyrk fimm." (Templeton 2009).

Næstu árin á eftir dofnaði stjarnan niður undir það sem augu geta greint án sjónauka. Hún varð aftur sýnileg árið 1625 og talin af bst. 3,5 árið 1655, og hélst svo til ársins 1659. Aftur féll birtan undir bst. sex en hækkaði enn eina ferðina árið 1665. Eftir nokkrar sveiflur varð hún stöðug nálægt bst. fimm, það var í kringum 1715 og hefur á síðustu 200 árum sveiflast nærri því gildi. Talið er að birtubreytingarnar stafi af því að stjarnan sé að þeyta frá sér gashvelum vegna ofurhitans (Templeton 2009)

Litróf stjörnnunnar var myndað 30. september 2019 (mynd 103). Fjöldi geislunarlína rís upp úr samfellunni, þær skýrast af ofurheitu gasi í ljóshvolfi stjörnnunnar sem eru breiðar vegna Dopplersbreikkunar. Gasið þeytist í átt til okkar en einnig burtu, á hraða sem nemur mörg hundruð km/s. Línurnar eru einkennandi fyrir ofurheitar stjörnur sem þessa og eru nefndar eftir henni: *P Cygni-línur*. Í ljóshvolfi P Cygni er gasið svo heitt að ljómlínur myndast. Gasið streymir samtímis í jónuðu ástandi frá stjörnunni með öflugum stönuvindi og við að fjarlægjast og kólna endursameinast frumefnin og fara að gleypa geislun. Fyrir vikið sjást gleypi- og geislunarlínur á sömu bylgjulengdum. Vegna þess að gasið sem kólnar er á miklum hraða til okkar verða gleypilínurnar blávikaðar og birtast því utar en eiginleg bylgjulengd segir til um (Templeton 2009).

Mynd/Fig. 103. Litróf P Cygni einkennist af fjölda geislunarlína sem eiga uppruna til vetnis, helíns og fleiri frumefna. – The spectrum of P Cygni is characterized by several emission lines that are traced to highly ionized hydrogen, helium and few other elements.



18.2.3 δ Cephei (sefíti)

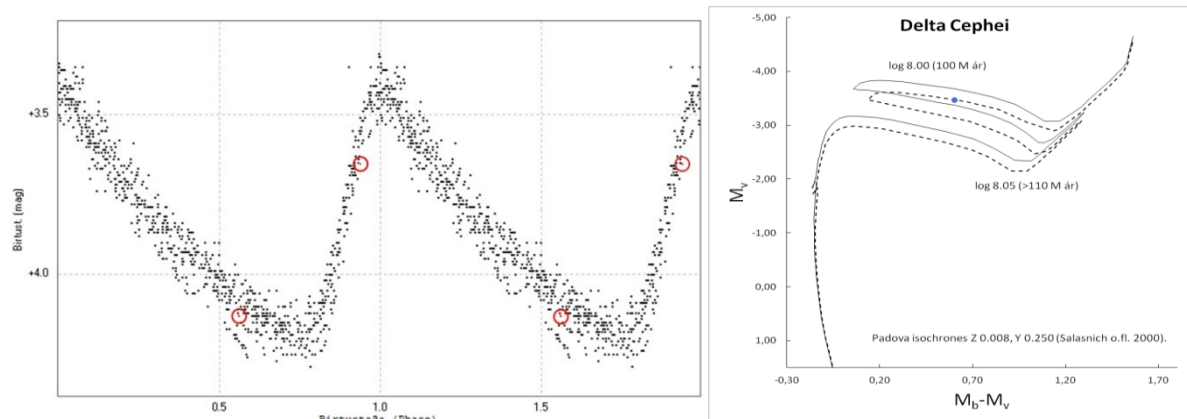
Stjarnan *Delta* í merkinu Sefeusi (δ Cephei, bst. 3,48-4,37, fjarl. ~877 ljósár) er frumgerð eiginlegra breytistjarna sem eru flokkaðar til *venjulegra sefíta*. Þessi flokkur er auðkenndur eftir heiti fyrrgreinds merkis. Fyrstu stjörnur þessarar gerðar uppgötvuðust á níunda áratug 18. aldar og var δ Cephei (stytt δ Cep) önnur í röð þeirra (Pigott 1784; Goodricke & Bayer 1786). δ Cep tilheyrir og situr nálægt miðju stjörnufélags sem er nefnt Cep OB6 og

stjörnur þess dreifast um 10 fergráða svæði á himninum (Feast 1999). Auk venjulegra sefíta eru aðrar undirgerðir: *gerð II*, *dverg-sefítar* og *RR hörpu-stjörnur* (Bateson 1987; VSX 2020; ESA 2019).

Þótt yfirborðshiti sefíta sé áþekkur og sólar eru þessar stjörnur 3-9 falt massameiri og 500-30 000 falt bjartari. Birtan breytist yfir 1-50 daga og ræðst lengd sveiflunnar af því hvert ljósafli stjarnanna er. Yfirborðið dregst saman og þenst út reglubundið og breytist yfirborðhiti yfir sveifluna. Tengsl eru á milli ljósafslins og birtusveiflu sem lýtur svonefndu Leavitt-lögmáli (Leavitt Law) en það er betur þekkt sem lotulýsilögmálið (Engle o.fl. 2014). Þess vegna má ákvarða ljósaflið ef lotan er þekkt (ESA 2019). Birtufallið er á milli 0,5 til 2,0 bst., en auk þess er birtusveifla venjulegra sefíta ósamhverf, þ.e. birturis er brattara en birtufall (mynd 104a). Birtusveifla massaminnstu og massamestu sefítanna er hins vegar nær því að vera sínuslaga (Evans 1991; Anderson o.fl. 2012; Páparó 2019).

Vegna þess að ákvarða má reyndarbirtu sefíta eftir lengd birtulotunnar er hægt að ákvarða fjarlægð stjörnnunnar út frá mun sýndarbirtu og reyndarbirtu. Svo vel vill til að sefítar eru mjög bjartir og þekkjast í mikilli fjarlægð. Þeir nýtast því sem eins konar "staðalkerti" og hafa gert stjörnufræðingum kleift að mæla fjarlægðir í þýrilörmunum og til nálægra vetrarbrauta. Venjulegir sefítar nýtast til fjarlægðamælinga á meðan RR hörpu-stjörnur og *gerð II*, sem eru miðaldra eða aldnar stjörnur, gefa vísbendingar um hreyfifræði og efnisþróun í Vetrarbrautinni (Páparó 2019).

Sefítar eru stjörnur sem hafa þróast frá meginröð inn á afmarkað flöktsvæði á H-R línuriti. Hægt er að meta aldur þeirra sem skilgreinast sem *fyrsta yfirtóns-stjörnur* (first overtone) eða *grunnsveiflustjörnur* (fundamental mode pulsators). Til þess hefur verið notað svonefnt lotualdurslögmál (Bono o.fl. 2005; Anderson o.fl. 2012). Önnur leið er að ákvarða aldurinn út frá stjarneldisfræðilegum þróunarlíkönum, þegar stjarnan er borin við jafnaldurslínu (mynd 104b). Sú aðferð krefst hins vegar að roðnun vegna miðgeimsefnis sé þekkt (Feast 1999; Anderson o.fl. 2012). Það vekur athygli að þessar stjörnur ganga yfir þetta svæði oft en einu sinni á þróunarferlinu (Evans 1991).



Myndir/Fig. 104a-b. a) Birtustöðurit af ljóssveiflu δ Cephei (gögn yfir V-litsvið frá AAVSO (2020)). Rauðir hringir sýna hvar í sveiflunni stjarnan var þegar tvær litrófsmælingar höfundar voru gerðar. b) δ Cephei mátuð við jafnaldurslínu (Salasnich o.fl. 2000). – a) A phase diagram of δ Cephei (V-filter data supplied by AAVSO (2020)). Red circles indicate where in the cycle the star was when two spectroscopic measurements were obtained. b) Cepheids are identified during a short evolutionary stage, or transition strip (Anderson o.fl. 2012). Various astrophysical properties make age determination possible for cepheids. Here the star is fitted to Padova isochrones (Salasnich and others 2000).

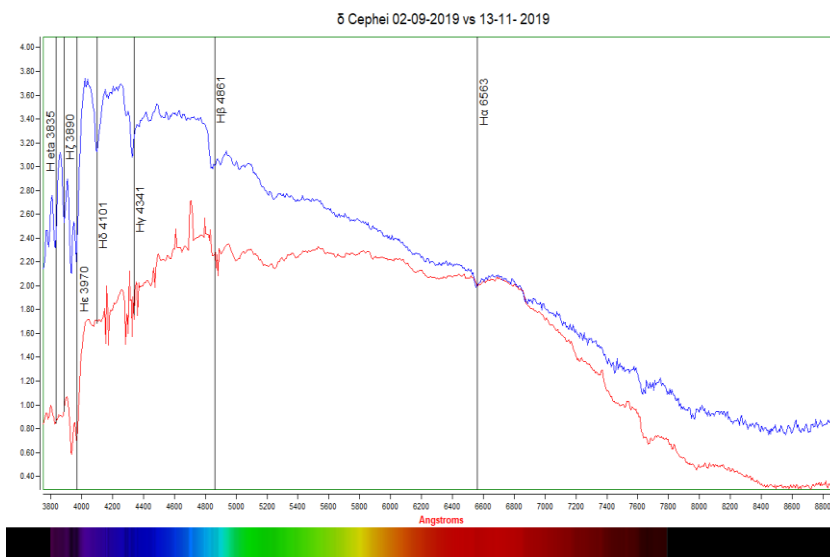
Á 20. öld kom í ljós að helín leikur lykilhlutverk í geislaslögum sefíta. Í samdrætti, þegar birtan er í lágmarki, varðveitist orka í formi tvíjónaðs helíns. Í slíku ástandi er gasið ógagnsærra en ella, það gleypir meira af innri ljósorku og hitnar. Þá þenst stjarnan út. Við útpensluna kólnar gasið, helínjónir endursameinast, stjarnan verður

gagnsæri og losar meiri geislun. Aðdráttarkrafturinn verður síðan útpenslunni yfirsterkari og stjarnan tekur að dragast saman. Síðan endurtekur ferlið sig aftur og aftur (Evans 1991).

Sveiflutími δ Cep er $\sim 5,366$ dagar (Andrievsky o.fl. 2005). Birtusveifla stjörnnunnar á mynd 104a er dregin fram af gögnum AAVSO (2020). Rauðir hringir sýna hvar í sveiflunni stjarnan var stödd þegar tvær litrófsmælingar voru gerðar haustið 2019. Annars vegar var stjarnan að ljúka útpenslu og hafði því dofnað, hins vegar var hún í samdrætti og að stefna í hámarksbirtustyrk. δ Cep er talin um 4,5-5,7 sólar massar og yfirborðshiti á bilinu 5500-6600 K. Samhliða birtusveiflunni breytist litróf stjörnnunnar, úr F5 (í hámarki) í G2 (í lágmarki) en það er sami litrófsflokkur og sólin tilheyrir. Meðalljósafli δ Cep er ~ 2000 falt ljósafli sólar (Andrievsky o.fl. 2005, Engle o.fl. 2014).

Á mynd 105 er litróf δ Cep (rauð lína), sem var myndað 2. september 2019 þegar stjarnan var að ná lágmarksbirtu (í samdrætti), borið saman við litrófið frá 13. nóvember (blá lína) sama ár, þegar hún var að ná hámarksbirtu (í útpenslu). Samfellan hefur áþekka breiðlöggun en í útpenslustiginu geislar stjarnan meira frá sér og bylgjusviðið frá 3700 til 6563 Ångström rís af meiri styrk en þegar stjarnan er í samdrætti. Ísoglínur vetnis (Balmer-línurnar) verða sterkari í útpenslustiginu en eru fremur grunnar þegar stjarnan er í samdrætti.

Mynd/Fig. 105. Delta Cephei (δ Cep) er flokkuð sem F5 Ib – G1 Ib stjarna. Litrófssamfellan breytist eftir því hvar í sveiflunni stjarnan er stödd. — Delta Cephei (δ Cep) is classified a F5 Ib – G1 Ib star. The Balmer lines dominate the spectrum of this class. Above 6800 Ångström the influence of atmospheric compounds is significant.

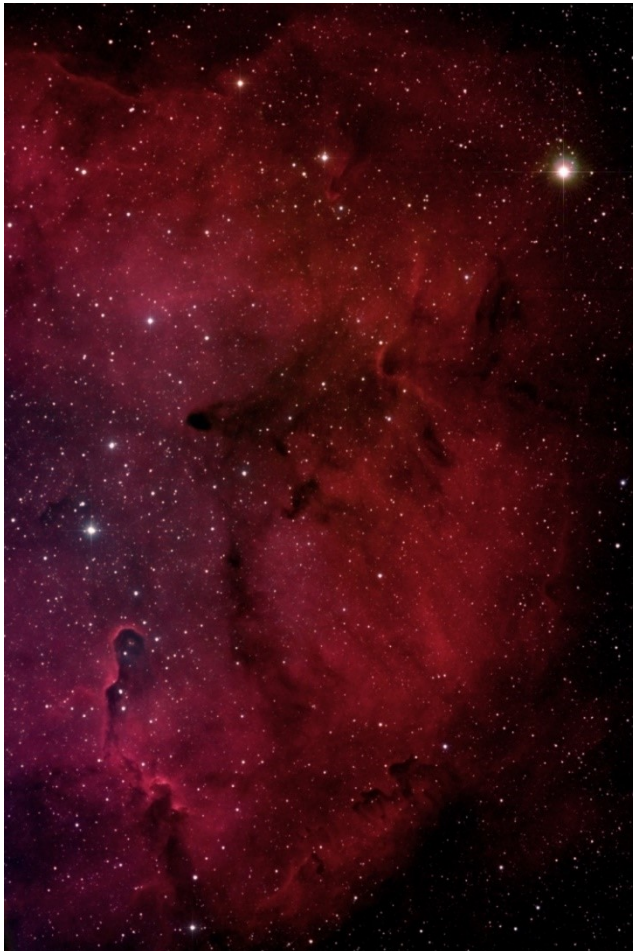


18.2.4 Mu Cephei (SRC gerð)

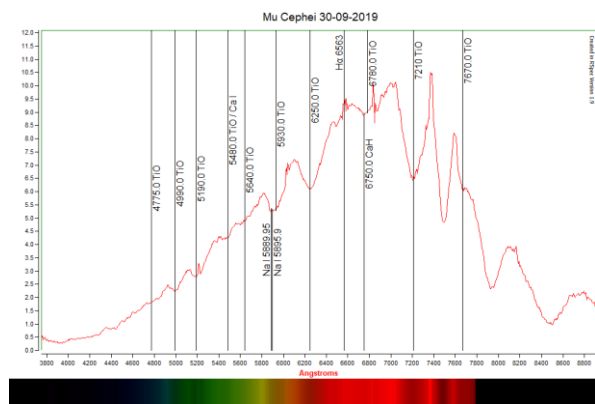
Granatstjarna Herschels (μ Cephei, Erakis, hnit 21 43 30,4 +58 46 48.16, sýndarbst. 4,08, fjarlægð 2840 ljósár) í Sefeusi, er nefnd svo fyrir sinn djúprauða lit, en á það minnst fyrstur þýski stjörnufræðingurinn William Herschel (1738-1822). Hann uppgötvaði jafnframt að hún er breytistjarna. μ Cephei er háfreglulegur ofurrisi af SRC gerð en slíkar stjörnur geta haft birtubreytingar kringum eitt birtustig og sveiflu frá um 30 dögum til nokkur þúsund daga. Birtusveifla μ Cephei er um 835 dagar og breytist birtan frá 3,43 til 5,1 (VSX 2020). Litrófsflokkur er M2e Ia (Shenavrin o.fl. 2011).

μ Cephei er afar bjartur rauður ofurrisi, ein stærsta stjarnan sem sést með berum augum (mynd 106). Talið er að hún sé um 25 sólar massar og geisli hennar 1260 faldur geisli sólar. Svo stór er stjarnan að hún myndi fylla rúmið langt út fyrir braut Júpíters. Yfirborðshiti er 3750 K (Josselin & Plez 2007). Stjarnan er umlukin gashveli sem hún hefur þeytt frá sér á síðustu árpúsundum, og hún er enn að tapa massa (Mauron & Josselin 2011).

Á mynd 107 er litróf stjörunnar, sem var myndað 30. september 2019. Í breiðlögum samfellunnar frá 3750-7000 Å, eru það línur TiO sem eru hvað mest áberandi en aðrar sem eru merktar stafa frá natríni (Na), kalsíni (Ca) og vetni (H). Balmers-línur (vetnislínur) sjást ekki en þó má greina H α línuna. Bjögun ofan við 7000 Å stafar af gleypni lofthjúps jarðar og lágrí skammtanýtni myndflögu í IR-sviðinu.



Mynd/Fig. 106. Bjartasta stjarnan er rauði ofurrisinn μ Cephei (Erakis), staðsett í jaðri ljómpökunnar IC 1396. Myndina tók höfundur í október 2006. – The brightest star is the red supergiant μ Cephei, located at the edge of the vast emission nebula IC 1396. This photo was captured by the author in October 2006.

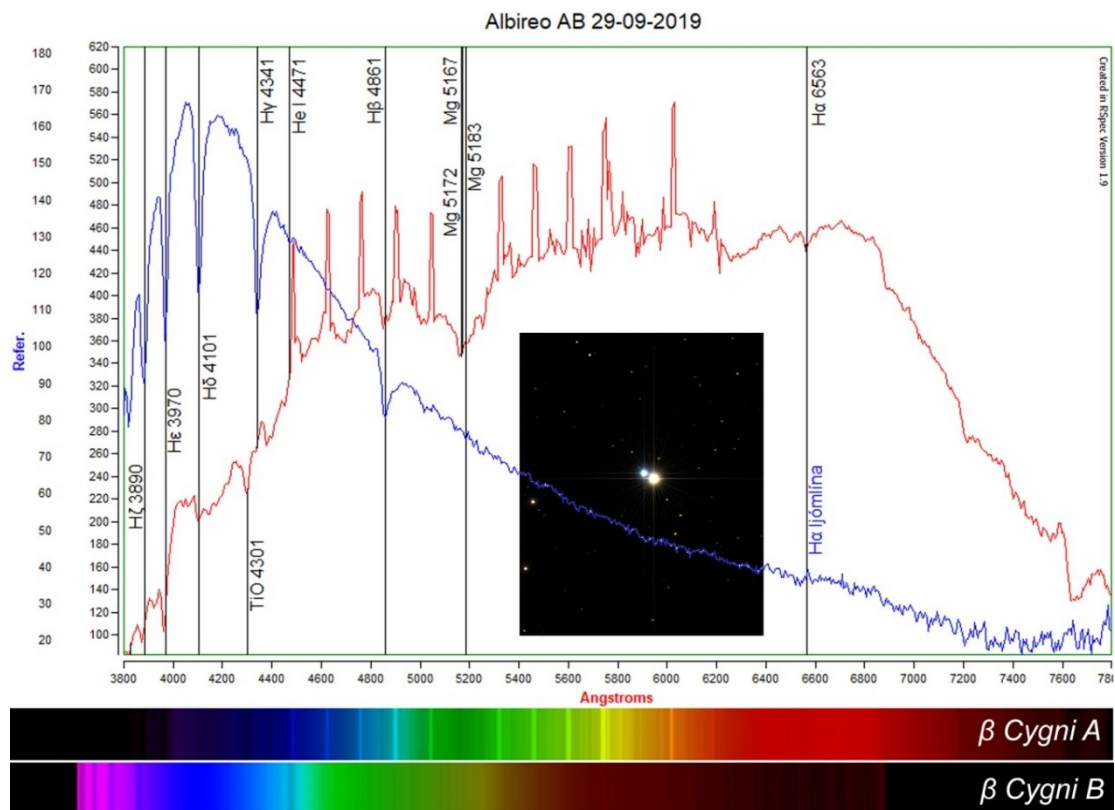


Mynd/Fig. 107. Litróf μ Cephei, flokkuð sem M2e Ia stjarna, inniheldur fjölda TiO gleypilína. Bláa línun lýsir Planck hitastigi yfirborðs stjörnu sem er 3700 K. – μ Cephei is classified as a M2e Ia star. The TiO absorption band dominates the spectrum.

18.2.5 Tvístirnið Albireo (K2 og Be stjarna)

Albireo er þekkt tvístirni (β Cyg_A hnit 19 30 43.3 +27 57 34.8, sýndarbst. 3,18; β Cyg_B hnit 19 30 43.3 +27 57 54, sýndarbst. 5,11, fjarlægð ~415 ljósár) sem er einna þekktast fyrir sterk litskil stjernanna (mynd 108). Hornbilið á milli þeirra er 35 bogasekúndur ("). Í sjónskoðun er β Cyg_A gulleit en β Cyg_B, blá. Þessi skýri litamunur gerir Albireo eitt af fallegustu tvístirnum í almennri sjónskoðun. Nýlegar mælingar með Gaia-gervitunglinu benda til þess að parið sé líklega ekki reyndartvístirni. Eiginhreyfing og hliðrun vísa til þess að fjarlægð á milli þeirra sé 20 parsek (65 ljósár). Mögulegt er engu að síður að þær hafi tilheyrt sömu þyrpingu eða stjörnufélagi sem síðan hafi leysst upp (Bastian & Anton 2018). β Cyg_A er reyndartvístirni og er fylgistjarnan (Ac) í 0,4" fjarlægð. Sagt hefur verið frá annarri fylgistjörnu (Ab) en mjög óljóst er um tilvist hennar (Bastian & Anton 2018). Litvísir β Cyg_A er K2 II, yfirborðshiti 4270 K og reyndarbst. -2,45. β Cyg_B, sem er Be-stjarna, hefur litvísinn B8 V og yfirborðshita ~13000 K (Levenhagen. & Leister 2004). Þessi mikli hitamunur yfirborðs endurspeglast ekki einungis í litamun í sjónskoðun eða á ljósmyndum, heldur staðfestist í litrófi stjernanna.

Litróf beggja, myndað 29. september 2019, er sýnt á mynd 108, ásamt greyptri mynd af tvístirninu sem tekin var frá 21. nóv. 2012 með 30 cm sjónauka og Nikon D5000. Rauða rófið er litrófssamfella β Cyg_A sem er mun „kaldari“ en samfella β Cyg_B, (blá lína). Í því sjást m.a. magnesín (Mg) og titanoxíð (TiO). Vetrnislínur (Balmer-röðin) í rófi β Cyg_B eru skarpar en einnig sjást línur hlutlauss helíns (He I). Ein slík lína er ákvörðuð, við 4471 Ångström. Stjörnur í litrófsflokki B eru mjög heitar og fara þá He línur að birtast og þær styrkjast frá B9 til B2 en fara þá aftur að dofna (Levenhagen. & Leister 2004). Litaborðarnir neðst sýna að í sýnilega rófinu er β Cyg_A mun rauðari en β Cyg_B.



Mynd/Fig. 108. Samanburður litrófs β Cyg_A (rauð lína, bjartari stjarnan) og β Cyg_B (blá lína). Innskotsmyndin sýnir tvístirnið og litamunurinn er auðséður. – Comparison of the spectrum of the optical double star Albireo (β Cygni). The spectral type of the amber colored β Cyg_A (red line, brighter star) is K2 II but the blue colored β Cyg_B (blue line) is B8 V.

18.2.6 Tvístirnið 61_A og 61_B Cygni (BY Dra og blossastjarna)

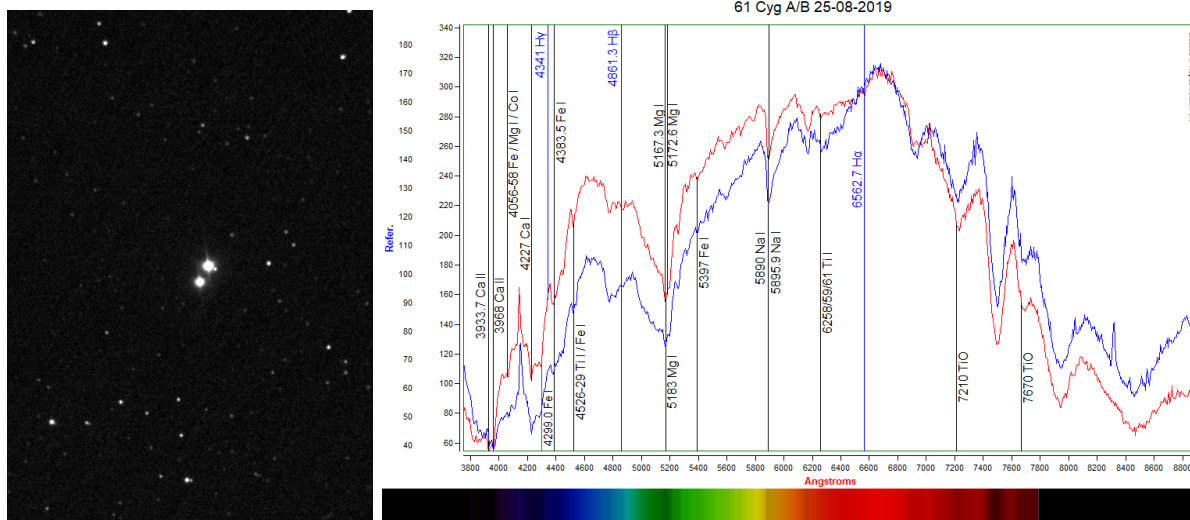
61 Cygni (hnit 21 06 53,95 +38 44 57,9, sýndarbst. 61_A 5,21, 61_B 6,03, fjarlægð 11,4 ljósár) er sögufrægt tvístirni (mynd 109a) enda fyrsta stjarnan sem greindist með árlega hliðrun sem gerði kleift að ákvarða fjarlægð hennar. Það tókst þýska stjörnufræðingnum Friedrich Bessel (1784-1846) að gera, árið 1838. Þorsteinn Sæmundsson (2003, 2012) hefur sagt frá henni á vefsetri Almanaks Háskóla Íslands. Auk þess hefur höfundur fyrr greint frá mælingu á fjarlægð þessarar stjörnu og mati á reyndarbirtu (Snævarr Guðmundsson 2016a, 2016c).

Tvístirnið 61 Cygni mynda tvær rauðar dvergstjörnur á meginröð. Umferðartími um samþungamiðjuna er tæp 700 ár. Báðar þeirra eru breytistjörnur; 61_A vegna sólbletta- og lithvolfsvirkni samtengdri möndulsnúningi en 61_B er blossastjarna (Hempelmann o. fl., 2006). Stjörnurnar eru smærri, kaldari og daufari en sólin og ljósaflið 0,15 (61_A) og 0,08 (61_B) samanborið við hana (Kervella o.fl., 2008).

Á mynd 109b eru litróf beggja stjarna borin saman, af myndum sem voru teknar 25. ágúst 2019. Rauða samfellan er litróf 61_A en blátt er róf 61_B. Litrófsamfellurnar eru keimlíkar hvað varðar gleypni og sömu línur nokkurra

málma birtast hjá báðum stjörnunum. Mest áberandi eru jónað kalín (Ca), járn (Fe), magnesín (Mg), kóbolt (Co), natrín (Na), títan (Ti) og títanoxíð (TiO). Auk þess eru sjáanlegar nokkrar vetnislínur (H α , H β , H γ) Balmer-raðarinnar en þær eru lítið áberandi. Ofan við 7000 Å er gleypni lofthjúps jarðar og lág skammtanýtni myndflögu í IR-sviðinu farin að segja til sín.

Samfellurnar liggja þó ekki saman og er styrkleiki rauða rófsins (61_A) nokkuð meiri frá 4000-6600 Å. Það skýrist af hærri yfirborðshita 61_A Cygni (~4400 K) en 61_B Cygni (~4000 K). Þetta er í samræmi við það sem fram kemur í mælingum sem eru gerðar í UVB kerfinu (Johnson-Morgan eða Johnson kerfi), þegar notaðar eru litsiur, t.d. með B fyrir blátt litsvið og V fyrir grænt (visual) litsvið. Litvísar í kerfinu fást með frádrætti B–V og gefa til kynna yfirborðshita stjarna (Johnson & Morgan 1953). Í því kerfi, eins og í litrófi þeirra, kemur í ljós hærri yfirborðshiti 61_A.



Myndir/Fig. 109a-b. a) Tvístirnið 61 Cygni, mynd tekin 24. nóvember 2014. b) Litróf 61_A (rauð lína) og 61_B Cygni (blá lína), sem eru flokkaðar K5V og K7V stjörnur. — a) The physical binary 61 Cygni, an image captured on November 24, 2014. b) 61_A (red spectrum) and 61_B Cygni (blue spectrum) are classified as a K5V og K7V stars, respectively.

18.3 Umfjöllun

Breytistjörnurnar sem hér var rýnt í, eru nægilega bjartar til þess að sjást með berum augum, misauðveldlega þó, en eru ólíkar innbyrðis. Altair, tólfta bjartasta stjarnan frá jörðu séð, er δ Sct gerð af litrófsflokki A7. P Cyg (bst. 4,8) er S Dor stjarna af litrófsflokki B1. Birtustig sefitans δ Cep sveiflast frá 3,48 til 4,37 og samhlíða breytist litrófið frá F5 í G2. Ofurrisinn μ Cep (bst. 4,1) er SCR stjarna af litrófsflokki M2. Síðan voru borin saman litróf tvístirnanna β Cyg_{AB} og 61_{AB} Cyg. Sú fyrrnefnda er betur þekkt sem Albireo. β Cyg_A, sem er á bst. 3,2, er í litrófsflokki K2 en β Cyg_B, sem er á bst. 5,1 er Be-stjarna, og tilheyrir litrófsflokki B8. Báðar stjörnurnar í 61 Cyg-tvístirninu eru breytistjörnur. 61 Cyg_A vegna sólbletta- og lithvolfsvirkni samtengdri möndulsnúningi en 61_B er blossomstjarna. Til greiningar á litrófssamfellu og gleypilínum var notaður gagnagrunnur sem fylgir hugbúnaðinum Rspec (2019) og litrófsatlas Walkers (2012).

This chapter highlights spectral images which the author captured in 2019, with a slitless Star Analyser 200 l/mm. The intention was to examine the spectrum of different types of variable stars. For classification of the continuum, emission and absorption lines the reference library of the software Rspec (2019) and Walker's Spectroscopy Atlas (2012) was used.

Samantekt

Þetta er fjórða samantekt höfundar yfir stjörnuathuganir, sem hafa verið gerðar í Hornafirði, og gefnar út af Náttúrustofu Suðausturlands. Í þetta sinn eru flestar athuganirnar frá árinu 2019 en slæðingur er frá öðrum tímum. Megináherslurnar eru sem fyrr myrkvar valinna myrkvatvístirna og þvergöngur fjarreikistjarna. Auk þess er gerð grein fyrir niðurstöðum fjarlægðarmælingar á lausþyrpingunni NGC 7654 og rýnt í litróf nokkurra breytistjarna. Til þess að draga stuttlega saman þá er fyrst sagt frá EW-stjörnunni V 473 Cam, en athugun á henni var gerð þann 28-29. desember 2018. Í ljós kom afar lítið tímafrávik með spánni, einungis tvær mínútur. Þess vegna var ekki fylgst frekar með stjörnunni að sinni. Niðurstöður birtuferils voru, með hliðsjón af stikum úr grein Kjurchieva o.fl. (2017) samt notaðar til þess að gera líkan af kerfinu í forritinu Binary Maker 3.

Athuganir á EW-stjörnunni OT UMa, árið 2019 og í byrjun árs 2020, leiddu í ljós óvenjulegt frávik myrkva, borið saman við spátíma, sem reyndar gekk svo langt að óvíst virtist hvað væri aðal- eða millimyrkvi. Birtumunur myrkvanna sker úr um það en spátíminn er í þversögn við mælingar. Af þeirri ástæðu voru aðgengileg mæligögn í gagnagrunni B.R.N.O. yfirfarin til að rekja tilurð þversagnarinnar. Niðurstöður benda til tilfærslu myrkva sem nemur meira en hálfum umferðartíma yfir tvo áratugi. Samanburður birtuferils er í samræmi við niðurstöður Kjurkchieva o.fl. (2019). Mælingarnar voru mátaðar við líkan sem styðst við stika þeirra og fellur vel að því.

Athuganir á GY Psc frá hausti 2019, ásamt mælinganiðurstöðum frá 2018 voru notaðar til þess að draga upp birtustöðurit og meta uppgæfna spátíma. Óróleiki einkennir umferðatíma GY Psc, og frávik verða upp á meira en klukkustund. Samanburður var gerður við ýmsa spátíma og bendir hann eindregið til þess að erfitt sé að spá myrkum nákvæmlega til lengri tíma litið. Til að sannreyna þetta voru spár, byggðar á niðurstöðum höfundur bornar saman við mælingar og varð niðurstaðan síst betri.

Athuganir á snertivístirninu V 801 And, í október 2019, voru ætlaðar til þess að skoða viðurkennda birtulotu og viðmiðstíma. Spátími VSX reyndist innihalda skekkju upp á ~5t21m en spá sem B.R.N.O. birtir á vefsíðu sinni var of sein. Í þessu verkefni voru notaðar mælingar úr gagnasafni AAVSO. Tilgáta að líkani var síðan mátað við gögnin. David Bradstreet Ph.D, hönnuður forritsins Binary Maker 3, leiðbeindi höfundl við líkangerðina. Tilgátan bendir til hjúpsnertistjörnu þar sem massameiri stjarnan hefur kaldara yfirborð. Tekið skal fram að tilgátan byggir á litlum gögnum og skyldi ekki taka hana of hátíðlega.

V 712 And er lítið þekkt EW snertivístirni, þrátt fyrir að vera fremur bjart og með djúpa myrkva sem eru auðmælanlegir. Í þessu tilfelli var gagna eingöngu aflað með 80 mm sjónauka. Birtustöðurit sýnir örliða tilfærslu á aðalmyrkva en það bendir til óstöðugleika á sporbraut. Nýr viðmiðstími er birtur í kaflanum.

Næg gögn fengust til ákvörðunar miðmyrkva Algol þótt einungis næðist að fylgjast með hluta myrkvans. Myrkvinn varð dýpstur á sólmiðjutíma kl. rúmlega 22:57 eða tæpum 19 mín. eftir spá Almanaks Háskóla Íslands. Spár annarra vefsíðna voru skoðaðar. Reyndist mismunurinn minnstur hjá Almanaki Háskólans.

Höfundur hefur tvívegis fylgst með þvergöngu WASP 12b. Í fyrra skiptið (2013) með 30 cm sjónauka, og í seinna skiptið (2019) með 40 cm sjónauka. Mun minni óvissa var í seinni mælingunni. Niðurstöður mælinga staðfesta frávik í brautartíma reikistjörnnunnar. Tímafrávikíð er að aukast og er það rakið til þess að reikistjarnan sé að dragast að móðurstjörnu sinni og er talið að til dómsdags komi eftir ~ 3 milljónir ára.

Þann 25. janúar 2019 var fylgst með þvergöngu HAT-P-9b, en höfundur hafði áður fylgst með henni veturinn 2016. Niðurstöður með reiknitóli TRESKA, varðandi ljósdeyfingu, lengd og O–C rit féllu þó nærri viðurkenndum gildum. Síðasta þverngangan sem fylgst var með þann veturinn var á XO-6b, þann 1. febrúar 2019. Nokkur brögð voru að norðurljósum það kvöld og kann það að hafa ráðið einhverju um hvernig til tókst. Niðurstöður með reiknitóli TRESKA, varðandi ljósdeyfingu, lengd og O–C rit féllu nærri viðurkenndum gildum.

Þann 4. september 2019, eða í upphafi tímabilsins 2019-2020, var fylgst með þvergöngu HAT-P-19b. Aldrei fyrr hefur höfundur tekist að byrja svo snemma hausts á mælingum á fjarreikistjörnum. Í niðurstöðum kom í ljós að reikistjarnan var að ganga inn fyrir skifu móðurstjörnunnar þegar mælingar hófust. Niðurstöður með reiknitóli TRESCA féllu nærri viðurkenndum gildum en O–C rit bendir til tímafráviks og seinkun þvergangna.

Athugun á þvergöngu Qatar 4b fór fram við óheppileg veðurskilyrði þann 25. okt. 2019. Leifarit sýnir því $>0,01$ bst. óvissu í niðurstöðunum. Niðurstöður með reiknitóli TRESCA, varðandi ljósdeyfingu og lengd falla engu að síður nærri viðurkenndum gildum en O–C ritið sýnir talsvert tímafrávik (mynd 50b).

Þriðja athugun á þvergöngu HAT-P-53b var gerð 13. nóv. 2019, þegar tungl var fullt en þá eru virtuáhrif frá tungli nokkur og ekki fulldimmt. Niðurstöður mælinganna voru engu að síður viðunandi en leifarit sýnir óvissu á milli 0,005-0,1 bst. Niðurstöður um ljósdeyfingu og lengd þvergöngunnar sem fengust með reiknitóli TRESCA falla nærri viðurkenndum gildum og sömu sögu er að segja um O–C ritið.

Athugun á þvergöngu Qatar 1b fór fram við góð skilyrði 16. nóv. 2019. Þessi stjarna hefur verið mjög vel vöktuð síðan hún fannst. Leifarit sýnir $\sim 0,005$ -0,01bst. óvissu í mælingum. Niðurstöður með reiknitóli TRESCA, um ljósdeyfingu, lengd og tímafrávik falla nærri viðurkenndum gildum.

Þegar höfundur fylgdist með WASP 33b, 18. nóv. 2012 var það í annað skipti sem að honum tókst að mæla þvergöngu fjarreikistjörnu. Reynslan að baki slíkum mælingum var því takmörkuð, og kemur reynsluleysið fram í óvissu mæligilda þegar myndir eru bornar saman. Leifarit sýnir að frávik voru allt að 0,05 bst. í mælingu 2012 en 0,005 bst. í seinna skiptið, eða tífalt betri. Það er aðeins við bestu skilyrði sem að óvissan helst svo lág. Niðurstöður fjölda mælinga á WASP 33b benda til lítilllegs tímafráviks og mun frekari vöktun leiða það enn frekar í ljós.

Síðasta athugun á þvergöngum fjarreikistjarna var gerð þann 26. nóv. 2019, á HAT-P-38b. Niðurstöður ljósdeyfingar og lengd þvergöngu, með reiknitóli TRESCA eru í takti við viðurkennd gildi og leifarit gaf $\leq 0,005$ bst. óvissu. Þverganga HAT-P-38b hófst 17 mín. fyrr en spáð var.

Á árunum 2017-2019 voru gerðar nokkrar athuganir á þyrpingunni NGC7654 (Messier 52) í Kassíópeiu. Ætlunin var m.a. að sjá hvort mæligögn með 40 cm sjónauka myndu gagnast til þess að áætla fjarlægð og roðnun. 290 stjörnur í þyrpingunni voru ljósmældar á B, V og R litsviði og þýðið borið saman við jafnaldurslínur á H-R línuriti. Tekið var tillit til þekktra breytistjarna og tvístirna í þyrpingunni til þess að fá glöggar niðurstöður á litvísi stjarna. Leiðréttar niðurstöður féllu best að fjarlægðarstuðli WEBDA (12,77) og roðnunarstuðli E(B–V) 0,60. Það svarar til þess að fjarlægðin sé 1520 ± 300 parsek. (4957 ljósár). Þegar gögnin voru mátuð óleiðrétt, var fjarlægðin 1424 ± 284 parsek. (4642 ljósár), sem er viðurkennd fjarlægð. Björtustu stjörnurnar sem voru mældar eru af litrófsflokki B, líkast til B3 til B9 og á bilinu 3-8 sólarmassar. Yfirborðshiti slíkra stjarna er ~ 10 -25 þús. K. Eftir alrófsleiðréttingu reynast þær ~ 500 -1900 falt bjartari en sólin. Niðurstöðurnar sýna óvægjanlega að hægt er að mæla bjartar lausþyrpingar með sjónauka af þessu tagi, og fá niðurstöður um fjarlægðir þeirra og roðnun.

Haustið 2019 voru nokkrar stjörnur myndaðar með rauflausum litrófsrita. Í síðasta kafla þessarar samantektar um stjörnuathuganir frá Hornafirði, er tæpt á niðurstöðum þeirra og rýnt í litróf nokkurra breytistjarna, það er að segja: α Aquilae (Altair), δ Cephei, μ Cephei (Erakis), ρ Cygni, β Cygni (Albireo) og 61 Cygni.

Summary

This is the fourth report published by the South East Iceland Nature Research Center since 2016. These reports highlight astronomical observations, obtained at the Nes Observatory, in Southeast Iceland. This facility was established in 2017 by the author. The majority of the observations presented here was implemented with a 406 mm SCT ACF telescope, or a 80 mm apochromatic refractor. Current report overviews results of photometrical observations of several eclipsing binary stars of EW and EA type and Bright Transiting Exoplanets (BTE's). The goal is usually to determine timings of mid-eclipses or transits and compare the results to predicted timings. The observations examine not only the predicted periods and Epochs but provide information about the stability in such systems. Results of these observations of eclipsing binaries and exoplanet transits were submitted to the international databases of B.R.N.O. and TRESKA, the Variable Star and Exoplanet Section of Czech Astronomical Society, where they are accessible to the astronomical community.

An observation of the EW star V 473 Cam was obtained on December 28 2018. A time deviation of only one or two minutes was observed in a row of secondary and primary eclipses. Predicted timings were therefore assumed to be valid and there seemed little need to continue observing this star. Nevertheless the results were used to create a physical model, based on parameters published by Kjurkchieva and others (2017).

Several observations of the EW overcontact binary OT UMa revealed unusual time deviations of eclipses vs predictions. A depth difference of primary and secondary eclipses was recorded. The eclipses are not in agreement with the ephemeris predictions at B.R.N.O. and VSX websites, based on an Epoch from 1999. Accessible data at the B.R.N.O. database were reviewed to trace the paradox. O—C graph indicates a large time deviation since the 1999 Epoch. The light curve of eclipses correlates with the results of Kjurkchieva and others (2019), and fits a theoretical model of the binary based on their parameters.

Observations of GY Psc started in the autumn of 2018 (published in previous reports) and are reviewed here together with results from 2019. VSX and B.R.N.O. websites do not provide the same period with their ephemeris. Mid-eclipse determinations have never coincided with their predictions. The phase diagram and examination of O—C timings represent significant instability which might be caused by an orbital fluctuation of the system. This makes it a tedious task to predict eclipses correctly.

V 801 And is a little known EW eclipsing binary in Andromeda, of which very few observations have been made in the last 10 years. Measurements were made in October 2019. The results indicate that the Epoch provided on VSX website is obsolete. The VSX predicted timings of primary eclipses has an error of ~5h21m and at B.R.N.O. website the mid-eclipses occur about 32 min earlier than predicted. Measurements, originally submitted by P. Vance to the AAVSO database, were applied with the author's results to provide a new Epoch. A hypothetical model was constructed for comparison with the data. The author was supervised by David Bradstreet Ph.D, designer of the Binary Maker 3 software. The model suggests that the system is an overcontact binary and that the larger mass star has a cooler surface than the smaller one. It should be noted that the hypothesis fits the data obtained with V filter only and is not intended be accepted literally. Determination of the actual mass ratio should be based on radial velocity measurements, which presently are unavailable for this star. The exercise was undertaken more or less for enjoyment.

V 712 And is a neglected EW eclipsing binary in Andromeda. However as it is a magnitude 10 star it is a good target with a small telescope. In this project the period and Epoch of the star were examined. Observed eclipses occurred about 30 minutes earlier than predicted. The observations support a published period of 0.3672 day.

The eclipse of Algol, on November 17, 2019 was found to be ~18min51sec later than the predicted timing, published by the Almanak Háskóla Íslands, in Iceland. Several astronomical websites predict Algol's primary mid-

eclipse, but based on different Epochs or period. The accepted apparent magnitude out of eclipse, is 2.12, but the star dims by 1.3 magnitude during the eclipse.

Transits of nine BTE's were observed in 2019. The general aim of such observations is to determine time deviations (Transit-Timing Variations: TTV), duration and depth of transits. The first transit of the year was of the notable exoplanet WASP 12b, observed on the January 5. The author made his first observation of this planet's transit in 2013. These two transits are briefly examined. This is a weird exoplanet facing a horrible fate in a far away future.

On January 25, 2019 a transit of the exoplanet HAT-P-9b was observed. A comparison of the results, that were obtained with a 40 cm mirror, to an earlier one, from 2016, with a 30 cm mirror, indicates similar residuals on both occasion. The third event that season was observed on February 1, 2019 of the transiting XO-6b.

The transiting HAT-P-19b was observed on September 1, 2019 followed by an, observation of Qatar 4b on October 25, 2019. The residuals of the data came to >0.01 mag., a consequence of a harsh weather condition that night, heavy wind and turbulent airmass. Observation of HAT-P-53b transiting was made on November 13, 2019. This was the author's third observation of a transit of this exoplanet. On this occasion a full moon illuminated the sky. A transit of Qatar 1b was observed on November 16, 2019, under fair weather conditions.

Two observations of the transiting exoplanet WASP 33b, obtained at an interval of seven years are described. The first one, on November 12, 2012, was the author's second observation of such an event and achieved with limited experience. The second observation was done on November 25, 2019. Comparing these observations a difference in photometric deviation is evident. The author's lack of experience is to blame for the high deviation (0.05 mag) in the first case, compared to the photometric deviation of 0.005 mag in the latter.

An observation of the transiting HAT-P-38b was made on November 26, 2019. The residuals of the data came to 0.005 mag. The mid-transit occurred 17 minutes earlier than predicted. Interestingly the O—C results indicate a shortening of orbital time.

Five observations, distributed from autumn 2017 to 2019 were aimed at the galactic cluster NGC 7654 (Messier 52) in Cassiopeia. The goal was to see if the data, collected with a 40 cm SCT telescope, would be acceptable for distance estimations, reddening and age. 290 stars within the cluster's core were photometrically studied with B, V and R filters. Known variables were included but catalogued WDS binaries excluded to constrain the main sequence profile. A density profile was used to compare the numbers of stars, counted in the B and R bands, out to about 11' from the center. Fewer stars were counted in blue, indicating an interstellar extinction in the direction of the cluster.

The data of B and V were used for a main sequence fitting, and the distance of the cluster estimated. The results varied, depending on whether atmospheric corrections were added or not. Uncorrected, the distance came to 1424 ± 284 parsec (4642 light years). With corrections the result was 1520 ± 300 parsec (4957 light years) was found. This cluster is estimated to be less than 100 M yrs old, but that it has formed in a hierarchial manner over long time. The result of the present observations implies that a bright galactic cluster can be studied with a telescope of this size (40 cm).

Finally, spectral images captured of selected variable stars are presented. The stars are α Aquilae (Altair), δ Cephei, μ Cephei (Erakis), P Cygni, β Cygni (Albireo), 61 Cygni.

Heimildir

AAVSO 2015. *The AAVSO Guide to CCD Photometry*, Version 1.0. Vefsetur AAVSO, Cambridge, USA. Vefslóð: <https://www.aavso.org/ccd-photometry-guide>.

AAVSO 2017a. *Variable Star Astronomy. Chapter 12 - Variable Stars and Phase Diagrams*. American Association of Variable Star Observers. Vefslóð: <https://www.aavso.org/education/vsa>.

AAVSO 2017b. *Variable Star Astronomy. Chapter 13 - Variable Stars and O—C Diagrams*. American Association of Variable Star Observers. Vefslóð: <https://www.aavso.org/education/vsa>.

AAVSO 2020. *American Association of Variable Star Observers*. Vefslóð: <https://www.aavso.org/>.

Ali, A. 1952. Stars with large Proper Motions in the Hyderabad Astrographic zones + 36° to + 39° (Final list). *Journal des Observateurs*, Vol. 35, bls 129-151. Vefslóð: <http://articles.adsabs.harvard.edu/>.

Alsubai, K. A., N. R. Parley, D. M. Bramich, R. G. West, P. M. Sorensen, A. Collier Cameron, D. W. Latham, K. Horne, D. R. Anderson, D. J. A. Brown, L. A. Buchhave, G. A. Esquerdo, M. E. Everett, G. Fürész, C. Hellier, G. M. Miller, D. Pollacco, S. N. Quinn, J. C. Smith, R. P. Stefanik & A. Szentgyorgyi 2010. Qatar-1b: a hot Jupiter orbiting a metal-rich K dwarf star. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. Vefslóð: <https://arxiv.org/abs/1012.3027>.

Alsubai K. A., N.R. Parley, D.M. Bramich, K. Horne, A. Collier Cameron, R. G. West, P. M. Sorensen, D. Pollacco, J. C. Smith, O. Fors 2014. The Qatar Exoplanet Survey. *Acta Astronomica*, Vol. 58. arXiv:1401.1984. Vefslóð: <https://arxiv.org/abs/1401.1984>.

Alsubai, K., D. Mislis, Z. I. Tsvetanov, D. W. Latham, A. Bieryla, L. A. Buchhave, G. A. Esquerdo, D. M. Bramich, S. Pyrzas, N. P. E. Vilchez, L. Mancini, J. Southworth, D. F. Evans, T. Henning, S. Ciceri 2017. Qatar Exoplanet Survey: Qatar-3b, Qatar-4b, and Qatar-5b. *The Astronomical Journal*, Volume 153, Issue 4, article id. 200, 8 bls. (2017). DOI: 10.3847/1538-3881/aa6340. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Anderson R. I., L. Eyer & N. Mowlavi 2012. Cepheids in open clusters: an 8D all-sky census. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 434, Issue 3, bls. 2238-2261. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Andrievsky, S. M.; Luck, R. E.; Kovtyukh, V. V. 2005. Phase-dependent Variation of the Fundamental Parameters of Cepheids. III. Periods between 3 and 6 Days. *The Astronomical Journal*, Volume 130, Issue 4, bls. 1880-1889. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2005AJ....130.1880A/abstract>.

Bailes, M.; Lyne, A. G.; Shemar, S. L. 1991. "A planet orbiting the neutron star PSR1829–10". *Nature*. 352: 311–313. Bibcode:1991Natur.352..311B. Vefslóð: <https://www.nature.com/articles/352311a0>.

Bakos, G. Á., Lázár, J., Papp, I., Sári, P., Green, E. M. 2002. System description and first light-curves of HAT, an autonomous observatory for variability search. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 114 799): 974–987. Vefslóð: <https://arxiv.org/abs/astro-ph/0206001v1>.

Balona, L. A. 2018. Pulsation in Intermediate-Mass Stars. *Front. Astron. Space Sci*. Vefslóð: <https://doi.org/10.3389/fspas.2018.00043>.

Bastian U. & R. Anton 2018. The mass of Albireo Aa and the nature of Albireo AB. New aspects from Gaia DR2. Letters to the Editor. *A&A*, Vol. 620, December 2018. Vefslóð: <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201834351>.

Bateson, F. M. 1987. Cepheids. Í P. Moore (ritstj.) *The Astronomy Encyclopedia*. Bls. 94-95. London, UK. Mitchell Beazley Publishers.

BAA 2015. *Eclipsing Binary Observing Guide*. British Astronomical Association – Variable Star Section. Vefslóð: <http://www.britastro.org/vss/Handbook15b.pdf>.

BAA 2020. *Heliocentric Julian Date*. British Astronomical Association – Computing Section. Vefslóð: http://britastro.org/computing/applets_dt.html.

Bonatto, C. & E. Bica 2006. Methods for improving open cluster fundamental parameters applied to M 52 and NGC 3960. *Astronomy and Astrophysics*, Volume 455, Issue 3, September 1 2006, bls.931-942. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Bono G., M. Marconi, S. Cassisi, F. Caputo, W. P. Gieren, G. Pietrzynski 2005. Classical Cepheid Pulsation Models. X. The Period-Age Relation. *The Astrophysical Journal*, Volume 621, Issue 2, bls. 966-977. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

B.R.N.O. 2020. *Project – Eclipsing Binaries. Variable and Exoplanet Section of the Czech Astronomical Society*. Vefslóð: <http://var2.astro.cz/EN/brno/index.php>.

Burgasser, A. J. 2008. Brown dwarfs: Failed stars, super Jupiters. *Physics To Online*, 61, 6. Bls. 70-71. doi.org/10.1063/1.2947658. Slóð: <http://astro.berkeley.edu/>.

Bradstreet, D. H. & D. P. Steelman 2002. Binary Maker 3.0 - An Interactive Graphics-Based Light Curve Synthesis Program Written in Java. American Astronomical Society, 201st AAS Meeting; *Bulletin of the American Astronomical Society*, Vol. 34. Bibcode 2002AAS...201.7502B. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Bradstreet, D. H. & D. P. Steelman 2005. *Binary Maker 3.0*. Light Curve Synthesis Program; User Manual.

Brát, L., Mikulášek, Z. & Pejcha, O. 2012. *Minima Timing of Eclipsing Binaries*. Vefslóð: http://var2.astro.cz/library/1350745528_ebfit.pdf.

CDS 2020a. Simbad Database. *Centre de Données astronomiques de Strasbourg*. Vefslóð: <http://Simbad.u-strasbg.fr/Simbad/> skoðað 2016.02.08).

CDS 2020b. VizieR Database. *Centre de Données astronomiques de Strasbourg*. Vefslóð: <http://cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat?cat=VII%2F118&target=http&skoðað=2018.04.29>).

Charbonneau, D., T. M. Brown, D. W. Latham & M. Mayor (2000). Detection of Planetary Transits Across a Sun-like Star. *The Astrophysical Journal*, 529:L45-L48. Slóð: <http://iopscience.iop.org>.

Christian, D. J., D. L. Pollacco, I. Skillen, R. A. Street, F. P. Keenan, W. I. Clarkson, A. Collier Cameron, S. R. Kane, T. A. Lister, R. G. West, B. Enoch, A. Evans, A. Fitzsimmons, C. A. Haswell, C. Hellier, S. T. Hodgkin, K. Horne, J. Irwin, A. J. Norton, J. Osborne, R. Ryans, P. J. Wheatley, D. M. Wilson 2006. The SuperWASP wide-field exoplanetary transit survey: candidates from fields $23 \text{ h} < \text{RA} < 03 \text{ h}$. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 372, Issue 3, November 2006, Pages 1117–1128. Vefslóð: <https://academic.oup.com/mnras/article/372/3/1117/973260>.

Choi, H. S., S. -L. Kim & Y. H. Kang 1998. New Variable Stars in the Open Cluster NGC 7654 (=M 52). *Information Bulletin on Variable Stars*, No. 4545, #1. Bibbcode: 1998IBVS.4545....1C. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1998IBVS.4545....1C/abstract>.

Choi, H. S., S. -L. Kim, Y. H. Kang & B. -G. Park 1999. Search for variable stars in the open cluster NGC 7654. *Astronomy and Astrophysics*, Vol.348, bls.789-794. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Cochran, W. D., A. P. Hatzes, T. J. Hancock 1991. Constraints on the companion object to HD 114762. *Astrophysical Journal*, Part 2 - Letters, vol. 380, pp. L35-L38. Slóð: <http://adsabs.harvard.edu/>.

Collier Cameron, A.; Guenther, E.; Smalley, B.; McDonald, I.; Hebb, L.; Andersen, J.; Augusteijn, Th.; Barros, S. C. C.; Brown, D. J. A.; Cochran, W. D.; Endl, M.; Fossey, S. J.; Hartmann, M.; Maxted, P. F. L.; Pollacco, D.; Skillen, I.; Telting, J.; Waldmann, I. P.; West, R. G. 2010. Line-profile tomography of exoplanet transits - II. A gas-giant planet transiting a rapidly rotating A5 star. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 407, Issue 1, pp. 507-514. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2010MNRAS.407..507C/abstract>.

Crouzet, N. 2017a. Small Telescope Exoplanet Transit Surveys: XO. Vefslóð: [arXiv:1712.07275](https://arxiv.org/abs/1712.07275).

Crouzet, N., P. R. McCullough, D. Long, P. Montanes Rodriguez, A. Lecavelier des Etangs, I. Ribas, V. Bourrier, G. Hébrard, F. Vilardell, M. Deleuil, E. Herrero, E. Garcia-Melendo, L. Akhenak, J. Foote, B. Gary, P. Benni, T. Guillot, M. Conjat, D. Mékarnia, J. Garlitz, C. J. Burke, B. Courcol, and O. Demangeon 2017b. Discovery of XO-6b: A Hot Jupiter Transiting a Fast Rotating F5 Star on an Oblique Orbit. *The Astronomical Journal*, Volume 153, Number 3. Vefslóð: <https://iopscience.iop.org/>.

Damerdjy, Y., A. Klotz, M. Boër 2007. The TAROT Suspected Variable Star Catalog. *AJ*, Volume 133:4, Bls. 1470-1477. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2007AJ....133.1470D/abstract>.

Danford, S. C. & J. Thomas 1981. UVby beta photometry of the open cluster M 52. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Volume 93, Number 554. Vefslóð: <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/130854>.

de Souza, A. D., P. Kervella, S. Jankov, F. Vakili, N. Ohishi, T. E. Nordgren & L. Abe 2005. Gravitational-darkening of Altair from interferometry. *A&A*, Vol. 442, Nr. 2, bls. 567-578. Vefslóð: <https://www.aanda.org/articles/aa/abs/2005/41/aa2476-04/aa2476-04.html>.

Dreyer, J. L. E. 1888. A New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars, Being the Catalogue of the Late Sir John F.W. Herschel, Bart., Revised, Corrected, and Enlarged. *Memoirs of the Royal Astronomical Society*. 49: 1-237. Vefslóð:1888MmRAS..49....1D.

Engle, S.G., E. F. Guinan, G. M. Harper, H. R. Neilson & N. R. Evans 2014. The Secret Lives of Cepheids: Evolutionary Changes and Pulsation-Induced Shock Heating in the Prototype Classical Cepheid δ Cep. *The Astrophysical Journal*, Volume 794, Nr 1. Vefslóð: <https://iopscience.iop.org/>.

EPE 2020. The Extrasolar Planets Encyclopaedia. *Catalog*. Slóð: <http://exoplanet.eu>.

ESA 2019. Stellar Distances - *Cepheids as 'Standard Candles'*. European Space Agency. Vefslóð: <http://sci.esa.int/education/35616-stellar-distances/?fbbodylongid=1673>.

Evans, L. T. 1991. *Stars, Cepheid Variable*. Í Stephen P. Maran (ritstj.), *Astronomy and Astrophysics Encyclopedia*. Wiley-VCH. Vefslóð: <http://ned.ipac.caltech.edu/level5/ESSAYS/Evans/evans.html>.

Feast M. 1999. Cepheids as Distance Indicators. *Astronomical Society of the Pacific*, 111, bls. 775-793. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Gajdoš, P., M. Vaňko, P. Evans, M. Bretton, D. Molina, S. Ferratfiat, E. Girardin, S. Guðmundsson, F. Scaggiante, Š. Parimucha 2019. WASP-92, WASP-93 and WASP-118: Transit timing variations and long-term stability of the systems. *MNRAS* 000, 1-9.

Gary, B. L. 2010. *Exoplanet Observing for Amateurs*. Second Edition. Reductionist Publication, Hereford, AZ. USA.

Gettel, S. J., Geske, M. T. & McKay T. A. 2006. A Catalog of 1022 Bright Contact Binary Stars. *The Astronomical Journal*, 131:621–632. Vefslóð: <http://iopscience.iop.org/article/10.1086/498016/pdf>.

Goldman, D. S., A. Henden, C. A. Schuler, 2005. A New Look at Johnson/Cousins Photometric Filters. Prepared for 2005 Fall Meeting, *AAVSO*. Vefslóð: <http://www.uo.ucl.ac.uk/docs/AAVSOPaper2.pdf>.

Goodricke, J. & Bayer, J. 1786. A Series of Observations on, and a Discovery of, the Period of the Variation of the Light of the Star Marked δ by Bayer, Near the Head of Cepheus. In a Letter from John Goodricke, Esq. to Nevil Maskelyne, D. D. F. R. S. and Astronomer Royal. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Vol. 76 (1786), bls. 48-61. Vefslóð: <https://www.jstor.org/s>.

Hale, A. 1995. On the nature of the companion to HD 114762. *Astronomical Society of the Pacific*, Publications ISSN 0004-6280, vol. 107, no. 707, p. 22-26. Vefslóð: <http://adsabs.harvard.edu>.

Hartman, J.D., G. Á. Bakos, B. Sato, G. Torres, R. W. Noyes, D. W. Latham, G. Kovács, D. A. Fischer, A. W. Howard, J. A. Johnson, G. W. Marcy, L. A. Buchhave, G. Füresz, G. Perumpilly, B. Béky, R. P. Stefanik, D. D. Sasselov, G. A. Esquerdo, M. Everett, Z. Csubry, J. Lázár, I. Papp and P. Sári 2010. HAT-P-18b and HAT-P-19b: Two Low-Density Saturn-Mass Planets Transiting Metal-rich K stars*. *The Astrophysical Journal*, Volume 726, Nr 1. Vefslóð: <https://iopscience.iop.org/>.

Hartman, J. D., W. Bhatti, G. Á. Bakos, A. Bieryla, G. Kovács, D. W. Latham, Z. Csubry, M. de Val-Borro, K. Penev, L. A. Buchhave, G. Torres, A. W. Howard, G. W. Marcy, J. A. Johnson, H. Isaacson, B. Sato, I. Boisse, E. Falco, M. E. Everett, T. Szkl. enar, B. J. Fulton, A. Shporer, T. Kovács, T. Hansen, B. Béky, R. W. Noyes, J. Lázár, I. Papp, & P. Sári 2015. HAT-P-50b, HAT-P-51b, HAT-P-52b, and HAT-P-53b: Three Transiting Hot Jupiters and a Transiting Hot Saturn From the HATNet Survey. *AJ* vol 150 nr 6 bls. 1—17.

Hawksley (2019). Star Analyser 200 - User Manual. Paton Hawksley Education Ltd. Vefslóð: <https://www.patonhawksley.com/>.

Hebb L., A. Collier-Cameron, B. Loeillet, D. Pollacco, G. Hébrard, R.A. Street, F. Bouchy, H. C. Stempels, C. Moutou, E. Simpson, S. Udry, Y. C. Joshi, R.G. West, I. Skillen, D.M. Wilson, I. McDonald, N. P. Gibson, S. Aigrain, D. R. Anderson, C. R. Benn, D. J. Christian, B. Enoch, C.A. Haswell, C. Hellier, K. Horne, J. Irwin, T. A. Lister, P. Maxted, M. Mayor, A. J. Norton, N. Parley, F. Pont, D. Queloz, B. Smalley & P. J. Wheatley 2009. WASP-12b: the hottest transiting extra-solar planet yet discovered. *The Astrophysical Journal*, Volume 693, Issue 2, bls. 1920-1928. Vefslóð: <https://arxiv.org/pdf/0812.3240.pdf>

Henden, A., 2009. Test Summary Dr. Arne Henden, AAVSO; May, 2009. 100%-Coated Sloan and Johnson-Cousins Filters. Af heimasíðu framleiðanda. Vefslóð: <http://www.astrodon.com/>.

Henry G. W., G. W. Marcy, R. P. Butler & S. S. Vogt 2000. A Transiting "51 Peg-like" Planet* *ApJ* 529 L41. Vefslóð: <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/312458/meta>.

Hempelmann, A., J. Robrade, J. H. M. M. Schmitt, F. Favata, S. L. Baliunas & J. C. Hall 2006. Coronal activity cycles in 61 Cygni. *A&A* 460, 261-267. Vefslóð: <http://cds.aanda.org/articles/>

Hoňková, K.; Juryšek, J.; Lehký, M.; Šmelcer, L.; Trnka, J.; Mašek, M.; Urbaník, M.; Auer, R.; Vrašták, M.; Kučáková, H.; Ruocco, N.; Magris, M.; Polák, J.; Brát, L.; Audejean, M.; Banfi, M.; Moudrá, M.; Lomoz, F.; Přibík, V.; Dřevěný, R. Scaggiante, F.; Kocián, R.; Cagaš, P.; Poddaný, S.; Zíbar, M.; Jacobsen, J.; Marek, P.; Colazo, C.; Zardin, D.; Sobotka, P.; Starzomski, J.; Hladík, B.; Vincenzi, M.; Skarka, M.; Walter, F.; Chapman, A.; Díaz, N. D.; Aceti, P.; Singh, P.; Kalista, L.; Kamenec, M.; Zejda, M.; Marchi, F.; Bílek, R.; Guzzo, P.; Corfini, G.; Onderková, K.; Hečko, A.; Mina, F.; Vítek, M.; Barsa, R.; Quinones, C.; Taormina, M.; Melia, R.; Schneider, M.; Scavuzzo, A.; Marconi, N.; Ehrenberger, R.; Tapia, L.; Fasseta, G.; Suarez, N.; Scaggiante, D.; Artusi, E.; Garcia, R.; Grnja, J.; Fišer, A.;

Hynek, T.; Vilášek, M.; Rozehnal, J.; Kalisch, T.; Lang, K.; Gorková, S.; Novyzedlák, R.; Salvaggio, F.; Smyčka, T.; Spurný, M.; Wikander, T.; Mravik, J.; Šuchaň, J.; Čaloud, J. 2013. B.R.N.O. Contributions #38 Times of minima. *Open European Journal on Variable stars*, Vol. 160. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Hubscher, J. 2016. BAV-Results of observations – Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries. *Information Bulletin on Variable Stars*, No. 61579, #1. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Høg, E., Fabricius, C., Makarov, V. V., Urban, S., Corbin, T., Wycoff, G., Bastian, U., Schwekendiek, P. & Wicencec, A. 2000. The Tycho-2 catalogue of the 2.5 million brightest stars. *Astronomy and Astrophysics*, v.355, bls.L27-L30. Bibcode: 2000A&A...355L..27H. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Johnson, H. L. & W. W. Morgan 1953. Fundamental stellar photometry for standards of spectral type on the revised system of the Yerkes spectral atlas. *Astrophysical Journal*, Vol. 117, Bls. 313-352. Vefslóð: <http://adsabs.harvard.edu/>.

Josselin, E. & B. Plez 2007. Atmospheric dynamics and the mass loss process in red supergiant stars. *Stellar atmospheres, A&A*, Vol 469, 2. Bls. 671-680. Vefslóð: <https://www.aanda.org/>.

Juryšek, J., Hořková, K., Šmelcer, L., Mašek, M., Lehký, M., Bílek, F., Mazanec, J., Hanžl, D., Magris, M., Nosál, P., Bragagnolo, U., Medulka, T., Vrašťák, M., Urbaník, M., Auer, R. F., Sergey, I., Jacobsen, J., Alessandroni, M. R., Andreatta, C., Antonio, Ch. F., Artola, R., Audejean, M., Balanzino, L., Banfi, M., Bazán, F. S., Borgonovo, M., Cagaš, P., Čaloud, J., Campos, F., Čapkova, H., Černíková, V., Červinka, L., Chiavassa, A., Dřevěný, R., Durantini, L. H., Ferraro, M. E., Ferrero, G., Girardini, C., Gudmundsson, S., Guevara, N., Hladík, B., Horník, M., Jakš, S., Janoštiak, Ľ., Jelínek, M., Kalášek, J., Kalmbach, R., Kubica, T., Kučáková, H., Liška, J., Lomoz, F., López, O. Ch., Lovato, B. M., Morero, S., Mrllák, R., Mrňák, P., Pablo, G., Persha, G., Pignata, R., Pintr, P., Popov, A., Portillo, L. F. T., Quiñones, C., Rodriguez, E., Ruocco, N., Scaggianta, F., Scavuzzo, A., Šebela, P., Šimkovič, S., Školník, V., Skubák, P., Smolka, M., Špecián, M., Šuchaň, J., Tornatore, M., Trnka, J., Tylšar, M., Walter, F., Zardin, D., Zejda, M., Zibar, M., Ziková, A. 2017. B.R.N.O. Contributions #40 Times of minima. *Open European Journal on Variable Stars*. ISSN 1801-5964. Vefslóð: <http://var.astro.cz/oejv/issues/oejv0179.pdf>.

Kane, S. R., G. W. Henry, D. Dragomir, D. A. Fischer, A. W. Howard, X. Wang, & J. T. Wright 2011. Revised orbit and transit exclusion for HD 114762b. *The Astrophysical Journal Letters*, 735:L41. Slóð: <http://iopscience.iop.org>.

Kharchenko N.V., A.E. Piskunov, S. Röser, E. Schilbach, R.-D. Scholz 2005. Catalogue of Open Cluster Data. *A&A* 438, 1163. (2005A&A...438.1163K). Vefslóð: <https://webda.physics.muni.cz/cocd.html>.

Kazarovets, E. V., N. N. Samus, O. V. Durlevich, N. N. Kireeva, E. N. Pastukhova 2011a. The 80th Name-List of Variable Stars. Part I - RA 0h to 6h. *Information Bulletin on Variable Stars*, No. 5969, #1. Vefslóð: <http://adsabs.harvard.edu/>.

Kazarovets, E. V., N. N. Samus, O. V. Durlevich, N. N. Kireeva, E. N. Pastukhova 2011b. The 80th Name-List of Variable Stars. Part II - RA 6h to 16h. Commissions 27 and 42 of the IAU – *Information Bulletin on Variable Stars*, No. 6008, #1. Vefslóð: <http://adsabs.harvard.edu/>.

Kazarovets, E. V.; Samus, N. N.; Durlevich, O. V.; Kireeva, N. N.; Pastukhova, E. N. 2013. The 80th Name-List of Variable Stars. Part III - RA 16h to 24h. *Information Bulletin on Variable Stars*, No. 6052, #1. 2013IBVS.6052....1K. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Kazarovets, E. V., Samus, N. N., Durlevich, O. V., Khruslov, A. V., Kireeva, N. N., Pastukhova, E. N. 2019. The 82nd Name-List of Variable Stars. Part I - RA 0h to 18h. Commissions G1 and G4 of the IAU – *Information Bulletin on Variable Stars*, Vol. 63, #6261 Vefslóð: <http://adsabs.harvard.edu/>.

Kent, B. (2001). "Barnard's Wobble". *Bulletin*. Swarthmore College. March 2001. pp 28-31 Vefslóð: http://media.swarthmore.edu/bulletin/wp-content/archived_issues_pdf/Bulletin_2001_03.pdf.

Kervella, P., Mérand, A., Pichon, B., Thévenin, T., Heiter, U., Bigot, L., Brummelaar, T. A. T., McAlister, H. A., Ridgway, S. T., Turner, N., Sturmann, J., Sturmann, L., Goldfinger, P. J. & Farrington, C. 2008. The radii of the nearby K5V and K7V stars 61 Cyg A & B - CHARA/FLUOR interferometry and CESAM2k modeling. *Astronomy & Astrophysics*. Vefslóð: <http://arxiv.org/abs/0806.4049>

Kholopov, P. N. 1969a. The Unity in the Structure of Star Clusters. *Soviet Astronomy*, Vol. 12, bls. 625-631. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1969SvA....12..625K/abstract>.

Kholopov, P. N. 1969b. The Structure of Star Clusters and the Mass of the Member Stars. *Soviet Astronomy*, Vol. 12, bls. 978-986. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1969SvA....12..978K/abstract>.

Khruslov, A. V. 2006a. New Short-Period Eclipsing Binaries in Camelopardalis. *Peremennye Zvezdy Prilozhenie*, vol.6, no. 11. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/?#abs/2006PZP.....6...11K>.

Khruslov, A. V. 2007. New Short Periodic Eclipsing Binaries II. *Peremennye Zvezdy Prilozhenie*, vol.7, no. 6. Vefslóð: <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1220770>.

Kjurkchieva, D. P.; Popov, V. A.; Vasileva, D. L.; Petrov, N. I. 2017. Observations and light curve solutions of six deep-contact W UMa binaries. *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica* Vol. 53, bls. 235-246. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Kjurkchieva, D., R. Michelb & C. Guerrerob 2019. OT UMa and GU leo: Two middle-contact W UMa binaries with similar stellar components. *New Astronomy*, Vol 72. Bls. 9–14. DOI 10.1016/j.newast.2019.04.002. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Konacki, M. & A. Wolszczan (2003). Masses and Orbital Inclinations of Planets in the PSR B1257+12 System. *The Astrophysical Journal*, 591:L147-L150. Slóð: <http://iopscience.iop.org/>.

Kryachko, T., A. Samokhvalov, S. A. Satovskiy & A. V. Khruslov 2008. Variable Stars in the field of GSC 4550:01669. *Peremennye Zvezdy Prilozhenie*, vol. 8, N 27. Vefslóð: <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1228147>.

Kwee, K. K. & H. Van Woerden 1956. A Method for computing accurately the epoch of minimum of an eclipsing variable. *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands*. Vol.XII no 464. Vefslóð: <http://adsabs.harvard.edu/>.

Latham, D. W., R. P. Stefanik, T. Mazeh, M. Mayor & G. Burki 1989. The unseen companion of HD114762 - A probable brown dwarf. *Nature*, vol. 339, pp. 38-40. Slóð: <http://adsabs.harvard.edu/>.

Levenhagen, R. S. & N. V. Leister 2004. Physical Parameters of Southern B- and Be-Type Stars. *The Astronomical Journal*, Volume 127, Number 2. Vefslóð: <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/381063>.

Lucy, L. B. 1968. The Structure of Contact Binaries. *Astrophysical Journal*, vol. 151, bls. 1123--1135. Vefslóð: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1968ApJ...151.1123L>.

Luo, Y. P., X. B. Zhang, L. C. Deng & Z. W. Han 2012. Discovery of 14 New Slowly Pulsating B Stars in the Open Cluster NGC 7654. *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 746, Issue 1, L7, 5 bls. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2012ApJ...746L...7L/abstract>.

Maciejewski, G., K. Czart, A. Niedzielski 2005. 59 New Variable Stars from SAVS Sky Survey. *Information Bulletin on Variable Stars*, No. 5614, #1. IBVS N5614, 2005. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Mauron, N. & E. Josselin 2011. The mass-loss rates of red supergiants and the de Jager prescription. *Stellar structure and evolution*. *A&A*. Vol 526, A156. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201013993>. Vefslóð: <https://www.aanda.org/>.

Mayor, M & D. Queloz (1995). A Jupiter-mass companion to a solar-type star. *Nature*, Volume 378, Issue 6555, pp. 355-359. Slóð: <http://www.nature.com/index.html>.

Mermilliod, J.-C., B. Hauck, M. Mermilliod 2015. *The General Catalogue of Photometric Data*. Vefsetur. Vefslóð: <https://gcpd.physics.muni.cz/gcpd.html>.

Monnier, J. D., M. Zhao, E. Pedretti, N. Thureau, M. Ireland, P. Muirhead, J.P. Berger, R. Millan-Gabet, G. Van Belle, T. ten Brummelaar, H. McAlister, S. Ridgway, N. Turner, L. Sturmann, J. Sturmann, D. Berger 2007. Imaging the Surface of Altair. *Science*, Volume 317, Issue 5836, bls. 342-366. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Morgan, W. W. & P. C. Keenan. 1973. Spectral Classification. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, vol. 11, 29-50. Vefslóð: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1973ARA&A..11...29M>.

NASA 2020. *NASA Exoplanet Archive*. Vefslóð: <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>.

Nilakshi, R. Sagar, A. K. Pandey & V. Mohan 2002. A study of spatial structure of galactic open star clusters. *Astronomy and Astrophysics*, v.383, bls.153-162. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

O'Meara, 1998. *The Messier Objects*. Deep-Sky Companions. Cambridge University Press, UK. Endurprent 2001. 306 bls.

Otero, S., Watson, C. & Wils P. 2015. *Variable Star Designation in VSX*. AAVSO. Vefslóð: <https://jwww.aavso.org/vsx/help/VariableStarTypeDesignationsInVSX.pdf>.

Pandey, A. K., Nilakshi, K. Ogura, Ram Sagar & K. Tarusawa 2001. NGC 7654: An interesting cluster to study star formation history*. *A&A* Vol. 374, Number 2, 504-522. Vefslóð: <https://www.aanda.org/>.

Paparó, M. 2019. An Observer's View on the Future of Asteroseismology. *Front. Astron. Space Sci.* Vefslóð: <https://doi.org/10.3389/fspas.2019.00026>.

Paunzen, E. & T. Vanmunster 2015. Peranso – Light Curve and Period Analysis Software. *Astronomische Nachrichten*, Vol. 337, Issue 3. bls 239—245. Vefslóð: <https://arxiv.org/>.

Payne, C. H. 1925. *Stellar Atmospheres; a Contribution to the Observational Study of High Temperature in the Reversing Layers of Stars*. PhD Thesis, Radcliffe College 1925. Source: American Doctoral Dissertations, Source code: L1926. Vefslóð: <http://adsabs.harvard.edu/>.

Pesch, P. 1960. The galactic cluster NGC 7654 (M 52). *Astrophysical Journal*, vol. 132, bls. 689-695. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1960ApJ...132..689P/abstract>.

Pickles, A. J. 1998. A Stellar Spectral Flux Library: 1150-25000 Å. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 110, No. 749 bls. 863-878. Vefslóð: <https://www.jstor.org/>.

Pigott E. 1784. Observations of a New Variable Star. In a Letter from Edward Pigott, Esq. to Sir H. C. Englefield, Bart. F. R. S. and A. S. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Vol. 75 (1785), bls. 127-136: Vefslóð: <https://www.jstor.org/s>.

Poddaný S., L. Brat, O. Pejcha 2010. Exoplanet Transit Database. Reduction and processing of the photometric data of exoplanet transits. *New Astronomy* 15 bls. 297-301. Vefslóð: <https://arxiv.org/abs/0909.2548v1>.

Price, A. 1999. *Beta Persei*. The variable star of the month, AAVSO. Vefslóð: <https://www.aavso.org/>.

Rspec 2019. Vefslóð: <https://www.rspec-astro.com/>.

Saladyga, M. 2013. *Variables: What Are They and Why Observe Them?* Vefsetur AAVSO: <http://www.aavso.org/variables-what-are-they-and-why-observe-them>.

Salasnich, B., L. Girardi, A. Weiss, and C. Chiosi, 2000. Evolutionary tracks and isochrones for alpha-enhanced stars. *Astronomy and Astrophysics* 361, 1023. Vefslóð: <http://pleiadi.pd.astro.it/>.

Sato, B., J. D. Hartman, G. Á. Bakos, B. Béky, G. Torres, D. W. Latham, G. Kovács, Z. Csubry, K. Penev, R. W. Noyes, L. A. Buchhave, S. N. Quinn, M. Everett, G. A. Esquerdo, D. A. Fischer, A. W. Howard, J. A. Johnson, G. W. Marcy, D. D. Sasselov, T. Szklenár, J. Lázár, I. Papp, P. Sári 2012. HAT-P-38b: A Saturn-Mass Planet Transiting a Late G Star. *PASJ*. Vefslóð: <https://arxiv.org/abs/1201.5075>.

Schmidt, E. G. 1977. Four-color and Hbeta photometry of stars in NGC 7654 and M25. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 89, bls. 546-549. Vefslóð: <https://iopscience.iop.org/>.

See, T. J. J. 1896. Researches on the orbit of 70 Ophiuchi, and on a periodic perturbation in the motion of the system arising from the action of an unseen body. *Astronomical Journal*, vol. 16, iss. 363, bls. 17-23 (1896). Vefslóð: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1896AJ.....16...17S>.

Shenavrin, V. I., O. G. Taranova & A. E. Nadzhip 2011. Search for and study of hot circumstellar dust envelopes. *Astronomy Reports*, Volume 55, Issue 1, bls.31-81. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Snævarr Guðmundsson 2009. *Hvenær myrkvast Algol?*. Almanak Háskóla Íslands. Vefslóð: <http://almanak.hi.is/algol.pdf>.

Snævarr Guðmundsson 2016a. *Breytistjörnuathuganir og tímaákvörðanir á myrkvum myrkvatvístirna – Yfirlit 2013—2016*. Náttúrustofa Suðausturlands, Höfn í Hornafirði. 60 bls. Vefslóð: <http://nattsa.is/wp-content/uploads/2016/08/Stjornuathuganir2013-2016.pdf>.

Snævarr Guðmundsson 2016b. *Algol–myrkvi 18. 3. 2016*. Almanak Háskóla Íslands. Slóð: <http://almanak.hi.is/algoltim.html>.

Snævarr Guðmundsson 2016c. 61 Cygni – Fjarlægð fastastjörnu mæld frá Íslandi. *Náttúrufræðingurinn* 86. árg. 3-4 hefti. Bls 136-143.

Snævarr Guðmundsson, 2018. *Tímaákvörðanir á völdum myrkvatvístirnum og fjarreikistjörnum – Yfirlit nr. 2: 2016—2017*. Skýrsla 2. Náttúrustofa Suðausturlands. 82 bls.

Snævarr Guðmundsson, 2019. *Tímaákvörðanir á myrkvum valinna myrkvatvístirna, þvergöngum fjarreikistjarna og fjarlægðamælingar, árin 2017-2018*. Skýrsla 3. Náttúrustofa Suðausturlands. 109 bls.

Stetson P.B. 2000. Homogeneous photometry for star clusters and resolved galaxies. II. Photometric standard stars. *The Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Volume 112, Issue 773, bls. 925-931. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Struve, O. 1952. Proposal for a project of high-precision stellar radial velocity work. *The Observatory*, Vol. 72, bls. 199-200 1952. Vefslóð: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1952Obs....72..199S>.

Suhora 2020. O—C Diagrams and Up-To-Date Linear Elements of Eclipsing Binaries. OT UMa. Vefslóð: <http://www.as.up.krakow.pl/minicalc/UMAOT.HTM>.

Templeton, M. 2009. *P Cygni*. AAVSO. vefslóð: https://www.aavso.org/vsots_pcyg.

Trumpler, R. J. 1930. Preliminary results on the distances, dimensions and space distribution of open star clusters. *Lick Observatory bulletin*; no. 420; Berkeley: University of California Press, p. 154-188, Vefslóð: <http://adsabs.harvard.edu/>.

van de Kamp, P. 1963. Astrometric study of Barnard's star from plates taken with the 24-inch Sproul refractor. *Astronomical Journal*, Vol. 68, p. 515-521. Slóð: <http://adsabs.harvard.edu/>.

van de Kamp, P. 1969. Alternate dynamical analysis of Barnard's star. *Astronomical Journal*, Vol. 74, p. 757-759. Slóð: <http://adsabs.harvard.edu/>.

Van Hamme, W. 1993. New Limb-Darkening Coefficients for Modeling Binary Star Light Curves. *A.J.* 106, 2096. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1993AJ....106.2096V/abstract>.

Viskum, M., M. M. Hernandez, J. A. Belmonte & S. Frandsen 1997. A search for delta Scuti stars in northern open clusters. I. CCD photometry of NGC 7245, NGC 7062, NGC 7226 and NGC 7654. *Astronomy and Astrophysics*, v.328, bls.158-166. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1997A%26A...328..158V/abstract>.

VSX 2020. *The International Variable Star Index*. 2005-2016 American Association of Variable Star Observers (AAVSO). Vefslóð: <https://www.aavso.org/vsx/index.php>.

WDS 2020. The Washington Double Star Catalog. Mason, B.D., Wycoff, G.L. and Hartkopf, W.I. <http://ad.usno.navy.mil/proj/WDS/>. Vefslóð: <https://heasarc.gsfc.nasa.gov/W3Browse/all/wds.html>.

Walker, R 2012. *Spectroscopic Atlas for Amateur Astronomers - A guide to the Stellar Spectral Classes*. Version 3. Cambridge University Press. Vefslóð: <https://doi.org/10.1017/9781316694206>.

Warner, B. 1987. Spectral classification. Í P. Moore (ritstj.) *The Astronomy Encyclopedia*. Bls. 408-410. London, UK. Mitchell Beazley Publishers.

WEBDA 2020a. *A site Devoted to Stellar Clusters in the Galaxy and the Magellanic Clouds*. Ernst Paunzen, Christian Stütz & Jan Janik. Vefslóð: <https://webda.physics.muni.cz/>.

WEBDA 2020b. Page for open cluster NGC 7654. Vefslóð: https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl_page.cgi?cluster=ngc+7654.

Wolszczan, A. & D. A. Frail 1992. A planetary system around the millisecond pulsar PSR1257 + 12. *Nature* 355, 145-147. Vefslóð: <http://www.nature.com/>.

Þorsteinn Sæmundsson 2003. *Eiginhreyfing fastastjörnu ljósmynduð frá Íslandi*. Vefsetur Almanaks Háskóla Íslands. Vefslóð: <http://almanak.hi.is/algol.html>.

Þorsteinn Sæmundsson 2009. *Myrkvastjarnan Algol*. Vefsetur Almanaks Háskóla Íslands. Vefslóð: <http://almanak.hi.is/algol.html>.

Þorsteinn Sæmundsson 2012. *Áhugaverðar myndir af stjörnunni 61 Cygni*. Vefsetur Almanaks Háskóla Íslands. Vefslóð: <http://almanak.hi.is/61cygni2.html>.



NÁTTÚRUSTOFA
SÚDAUSTURLANDS

Sími: 470 8060 / 470 8061
Heimasíða: www.nattsa.is
Netfang: info@nattsa.is
ISBN 978-9935-9417-6-3