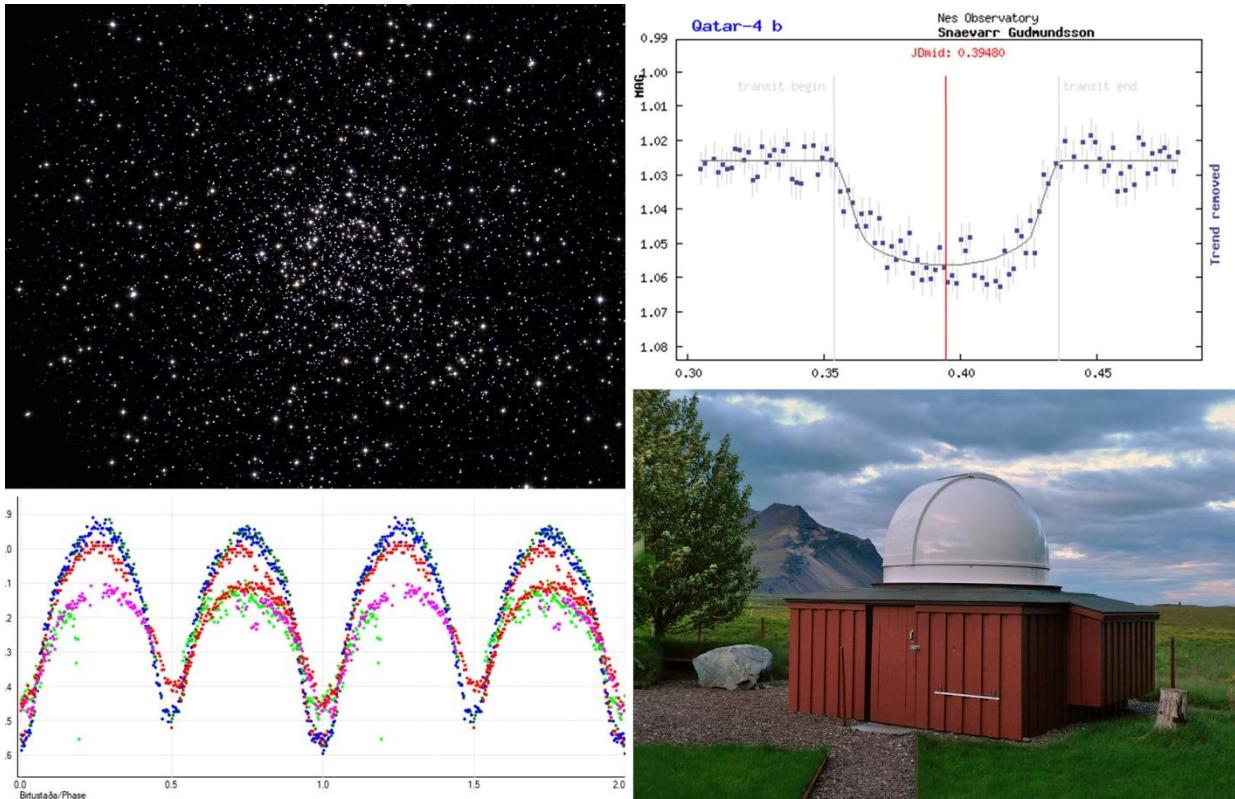


## Tímaákvarðanir valinna myrkvastjarna, þvergöngur fjarreikistjarna og aðrar stjörnuathuganir — Yfirlit 2022

Snævarr Guðmundsson



7. samantekt  
**2024**

Náttúrumyndir ehf

781 Hornafirði



Tímaákvarðanir valinna myrkvastjarna, þvergöngur fjarreikistjarna og aðrar stjörnuathuganir — Yfirlit 2022.  
*Timings of selected eclipsing binaries, exoplanet transits and other observations – Summary 2022.*

Höfundur texta, ljósmynda og umbrot: Snævarr Guðmundsson.

Útgefandi: Náttúrumyndir ehf., Hraunhóli 5, 781 Höfn í Hornafirði.

Höfundarréttur © 2024 Snævarr Guðmundsson

Öll réttindi áskilin

Prófarkarlestur: Einar Steingrímsson og Gunnlaugur Björnsson (NGC 7789).

*Höfundur ber ábyrgð á innihaldi efnisins.*

Forsíðumyndir: Ofar til vinstri er lausþyrpingin NGC 7789, og hægri birtuferill þvergöngu Qatar-4 b. Undir þeim, frá vinstri til hægri: birtuferill myrkvastjörnunnar V 474 Cam og stjörnustöðin í Nesum eftir að skipt var um hvolfþak. – Front cover: Above left is the galactic cluster NGC 7789, to the right the light curve of the transiting exoplanet Qatar-4 b. Below, from left to right: the light curves of the eclipsing binary V 474 Cam and the Nes Observatory with the replaced dome roof. Myndir/Images: Snævarr Guðmundsson.

Skráningarupplýsingar:

Snævarr Guðmundsson, 2024, *Tímaákvarðanir valinna myrkvastjarna, þvergöngur fjarreikistjarna og aðrar stjörnuathuganir — Yfirlit 2022.* 7. Samantekt. Náttúrumyndir ehf. 78 bls.

Prentvæn rafræn útgáfa – Printable Electronic publication

Höfn í Hornafirði, 1. júní 2024

ISBN 978-9935-9684-1-8



**Ágrip** – Hér eru kynntar stjörnuathuganir sem flestar voru gerðar í Hornafirði árið 2022. Fyrst er sagt frá athugunum á myrkvatvistirnum V 354 UMa, PZ UMa og V 474 Cam þar sem að markmiðið var að tímasetja miðju myrkva og bera við útgefna spátíma. Rauntímar falla ekki alltaf saman með spátíma og athuganirnar prófa viðurkennda birtulotu, viðmiðstíma og upplýsa um stöðugleika sporbrautargöngu tvístirnanna. Næst er greint frá athugunum á þvergöngum fjarreikistjarnanna K2-30 b, Qatar 1 b HAT-P-56 b, HAT-P-22 b, HAT-P-54 b, Kepler-12 b, Kelt-23A b, HAT-P-53 b og Qatar 4 b. Þær mælingar ganga út á að afla upplýsinga um myrkadýpt, lengd þvergöngu og tímafrávik í umferðartíma. Vöktun á þvergöngum fjarreikistjarna gerir kleift að fylgjast með tímafrávikum í umferðartíma og geta gefið vísbindingar um áhrif annarra óséðra fylgihnatta eða reikistjarna. Niðurstöður mælinga á myrkastjörnum og þvergöngum fjarreikistjarna eru sendar í alþjóðlegan gagnagrunn stjörnufræðifélags Tékklands og gerðar aðgengilegar stjarnvísindasamféluginu. Þá eru kynntar athuganir á lausþyrpingunni NGC 7789. Markmið þeirra var fyrst og fremst að meta fjarlægð. Í lokin er sagt frá smástirninu 930 Westphalia og litrófsmælingum á Betelgás. Að vanda er greint sérstaklega frá hverju viðfangsefni, hvers eðlis það er, hvaða mæligagna var aflað, úrvinnslu og síðan niðurstöðum lýst.

Samantektin er sú sjöunda sem er gefin út um stjörnuathuganir og mælingar. Fyrri greinargerðir komu út árin 2016, 2018, 2019, 2020, 2021 og 2022. Þær má nálgast á rafrænu formi á <https://naturumyndir.is/reports/> og <https://nattsa.is/utgefid-efni/>.

**Abstract** – This report presents astronomical observations, most of which were made from the Nes Observatory in Hornafjordur, Southeast Iceland, in 2022. The first section emphasises photometrical observations of the eclipsing EW stars V 354 UMa, PZ UMa, and V 474 Cam. The intention was to determine the timings of mid-eclipses and compare them to predicted timings. Routinely, these do not coincide, so such determinations examine the epoch and the period of such systems, occasionally revealing orbital instability or light variations. Secondly, observations of the transiting exoplanets K2-30 b, Qatar 1 b, HAT-P-56 b, HAT-P-22 b, HAT-P-54 b, Kepler-12 b, Kelt-23A b, HAT-P-53 b, and Qatar 4 b are highlighted. The general goal is to determine deviations 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 the Czech Astronomical Society, where they are accessible to the astronomical community. The final section details distance estimation of the open cluster NGC 7789, observation of the asteroid 930 Westphalia, and spectroscopic observation of the star Betelgeuse.

This is the seventh report on photometrical observation done by the author in Iceland. Previous reports were published in 2016, 2018, 2019, 2020, 2021, and 2022. The first two are Icelandic only. An English abstract, a text of figures, and a summary of the observations have been appended since the publication of the third report in 2019. These reports are accessible at <https://naturumyndir.is/reports> and <https://nattsa.is/utgefid-efni/>.



# Efnisyfirlit

<b>Myndaskrá .....</b>	<b>9</b>
<b>Töfluskrá .....</b>	<b>12</b>
<b>Um orðanotkun og fræðihugtök.....</b>	<b>13</b>
<b>Inngangur.....</b>	<b>15</b>
1.1    Annáll stjörnuathugana janúar til apríl 2022.....	15
1.2    Breytingar á stjörnustöðinni.....	16
1.3    Annáll stjörnuathugana ágúst til desember 2022 .....	16
<b>Myrkvatvistirni.....</b>	<b>17</b>
<b>2 V 354 UMa .....</b>	<b>19</b>
2.1    Gagnaöflun og úrvinnsla .....	19
2.2    Niðurstöður.....	19
2.3    Líkan af V 354 UMa .....	21
2.4    Umfjöllun.....	22
<b>3 PZ UMa .....</b>	<b>23</b>
3.1    Gagnaöflun og úrvinnsla .....	23
3.2    Niðurstöður.....	23
3.3    Líkan af PZ UMa.....	25
3.4    Umfjöllun.....	26
<b>4 V 474 Cam.....</b>	<b>27</b>
4.1    Gagnaöflun og úrvinnsla .....	27
4.2    Niðurstöður.....	28
4.3    Umfjöllun.....	30
<b>Fjarreikistjörnur .....</b>	<b>31</b>
<b>5 K2-30 b (EPIC-210957318 b) .....</b>	<b>33</b>
5.1    Gagnaöflun og úrvinnsla .....	33
5.2    Niðurstöður.....	33
5.3    Umfjöllun.....	34
<b>6 Qatar 1 b.....</b>	<b>35</b>
6.1    Gagnaöflun og úrvinnsla .....	35
6.2    Niðurstöður.....	35
6.3    Umfjöllun.....	36
<b>7 HAT-P-56 b.....</b>	<b>37</b>
7.1    Gagnaöflun og úrvinnsla .....	37
7.2    Niðurstöður.....	37
7.3    Umfjöllun.....	38
<b>8 HAT-P-22 b.....</b>	<b>39</b>

8.1	Gagnaöflun og úrvinnsla .....	39
8.2	Niðurstöður og umfjöllun.....	39
<b>9</b>	<b>HAT-P-54 b.....</b>	<b>41</b>
9.1	Gagnaöflun og úrvinnsla .....	41
9.2	Niðurstöður.....	41
9.3	Umfjöllun.....	42
<b>10</b>	<b>Kepler-12 b .....</b>	<b>43</b>
10.1	Gagnaöflun og úrvinnsla .....	43
10.2	Niðurstöður og umfjöllun.....	43
<b>11</b>	<b>Kelt-23 A b .....</b>	<b>45</b>
11.1	Gagnaöflun og úrvinnsla .....	45
11.2	Niðurstöður.....	45
11.3	Umfjöllun.....	46
<b>12</b>	<b>HAT-P-53 b.....</b>	<b>47</b>
12.1	Gagnaöflun og úrvinnsla .....	47
12.2	Niðurstöður.....	47
12.3	Umfjöllun.....	48
<b>13</b>	<b>Qatar 4 b.....</b>	<b>49</b>
13.1	Gagnaöflun og úrvinnsla .....	49
13.2	Niðurstöður.....	49
13.3	Umfjöllun.....	50
	<b>Önnur viðfangsefni.....</b>	<b>51</b>
<b>14</b>	<b>Þyrpingin NGC 7789 .....</b>	<b>53</b>
14.1	Gagnaöflun og úrvinnsla .....	54
14.1.1	Tvístirni og breytistjörnur í NGC 7789.....	55
14.1.2	Viðmiðsstjörnur, ljósdeyfing og umbreytistuðlar .....	56
14.2	Niðurstöður.....	58
14.2.1	Þéttleikasnið og ljósdeyfing .....	59
14.2.2	Meginraðarmátun.....	60
14.3	Umræður.....	61
14.3.1	Hugleiðingar um fjórar þyrpingar .....	62
<b>15</b>	<b>Smástirnið 930 Westphalia .....</b>	<b>65</b>
<b>16</b>	<b>Birtufall β Orionis (Betelgeuse) .....</b>	<b>67</b>
	<b>Samantekt.....</b>	<b>69</b>
	<b>Summary.....</b>	<b>71</b>
	<b>Viðauki A Trumplers-flokkun.....</b>	<b>73</b>
	<b>Heimildir .....</b>	<b>74</b>

# Myndaskrá

Mynd/Fig 1. Íris-þokan (LBN 487) er björt endurskinsþoka í stjörnumerkinu Sefeus.	14
Mynd/Fig. 2. Sigríður Björgvinsdóttir við stjörnustöðina eftir að uppfærslu hvolfbaksins var lokið.	16
Mynd/Fig. 3a-b. a) Loftmassaferlar V 354 UMa og b) viðmiðsstjörnur.	19
Myndir/Fig. 4a-c. Ákvarðanir a) millimyrkva, b) aðalmyrkva og c) millimyrkva, á V litsviði.	20
Mynd/Fig. 5. Birtustöðurit V 354 UMa byggt á mælingum höfundar árin 2017 og 2022..	20
Mynd/Fig. 6. O-C rit.....	21
Myndir/Fig. 7a-b. a) Líkan mátað við mæligildin. b) Af líkaninu dregst upp mynd af hjúpsnertistjörnu.	22
Myndir/Fig. 8a-b a) Loftmassaferlar. b) PZ UMa og viðmiðsstjörnur.	23
Myndir/Fig. 9a-b. Ákvarðanir a) millimyrkva, b) aðalmyrkva og c) millimyrkva, á V litsviði.	24
Myndir/Fig. 10a-b. a) Dreifing athugana á PZ UMa. b) Ákvörðun með ANOVA prófun í Peranso.	24
Mynd/Fig. 11. Birtustöðurit.	25
Myndir/Fig. 12a-b. a) Mæligildi mátuð við líkan. b) Líkanið dregur fram hjúpsnertistjörnu.	25
Mynd/Fig. 13a-b. a) Loftmassaferlar. b) V 474 Cam og viðmiðsstjörnur.	27
Myndir/Fig. 14a-b. Ákvarðanir a) millimyrkva og b) aðalmyrkva, á R-litsviði.	28
Myndir/Fig. 15a-c. Ákvarðanir a) aðalmyrkva á R-litsviði, b) B-litsviði og c) V-litsviði .....	28
Myndir/Fig. 16a-c. Ákvarðanir a) millimyrkva og b) aðalmyrkva og c) aðalmyrkva, á R-litsviði.....	28
Mynd/Fig. 17a-b. a) Dreifing athugana á V 474 Cam. b) Ákvörðun með ANOVA prófun í Peranso.	29
Mynd 18. Birtustöðurit byggt á mælingum höfundar.	30
Myndir/Fig. 19a-b. a) Loftmassaferill K2-30. b) K2-30 og viðmiðsstjörnur.	33
Myndir/Fig. 20a-b. Mæld birtugildi K2-30 a) 4. janúar og b) 10. desember, 2022.	34
Myndir/Fig. 21a-b. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli.	34
Myndir/Fig. 22a-c. a) Dýpt, b) tímалengd og c) tímafrávik í þvergöngum.	34
Myndir/Fig. 23a-b. a) Loftmassaferill Qatar 1. b) Qatar 1 og viðmiðsstjörnur.	35
Myndir/Fig. 24a-b. Mæld birtugildi Qatar 1, a) 15. janúar og b) 6. desember, 2022.	36
Myndir/Fig. 25a-b. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli..	36
Myndir/Fig. 26a-b. a) Dýpt, b) tímалengd og c) tímafrávik í þvergöngum.	36
Myndir/Fig. 27a-b. a) Loftmassaferill HAT-P-56 18. janúar 2022. b) HAT-P-56 og viðmiðsstjörnur.	37

Myndir/Fig. 28a-b. a) Mæld birtugildi HAT-P-56 þann 18. janúar 2022. b) Dýpt þvergöngu.....	38
Myndir/Fig. 29a-b. a) Tímalengd þvergöngu. b) O–C rit á sama tímabili. ....	38
Mynd/Fig. 30. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli.....	38
Myndir/Fig. 31a-b. a) Loftmassaferill HAT-P-22 30. janúar 2022. b) HAT-P-22 og viðmiðsstjörnur. ....	39
Myndir/Fig. 32a-b. a) Mæld birtugildi HAT-P-22 30. janúar 2022. b) Dýpt þvergöngu.....	40
Myndir/Fig. 33a-b. a) Tímalengd þvergöngu. b) O–C rit á sama tímabili. ....	40
Mynd 34. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli.....	40
Myndir/Fig. 35a-b. a) Loftmassaferill HAT-P-54, 9. febrúar 2022. b) HAT-P-54 og viðmiðsstjörnur.....	41
Myndir/Fig. 36a-b. a) Mæld birtugildi HAT-P-54 þann 9. febrúar 2022. b) Dýpt þvergöngu. ....	42
Myndir/Fig. 37a-b. a) Tímalengd þvergöngu. b) O–C rit á sama tímabili. ....	42
Mynd/Fig. 38. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli.....	42
Myndir/Fig. 39a-b. a) Loftmassaferill Kepler-12 19. október 2022. b) Kepler-12 og viðmiðsstjörnur. ....	43
Myndir/Fig. 40a-b. a) Mæld birtugildi Kepler-12 19. október 2022. b) Dýpt þvergöngu.....	44
Myndir/Fig. 41a-b. a) Tímalengd þvergöngu. b) O–C rit á sama tímabili. ....	44
Mynd 42. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli.....	44
Myndir/Fig. 43a-b. a) Loftmassaferlar Kelt-23 A. b) Kelt-23 A og viðmiðsstjörnur. ....	45
Myndir/Fig. 44a-b. Mæld birtugildi Kelt-23 A, a) 13. febrúar og b) 10. desember, 2022. ....	46
Myndir/Fig. 45a-b. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. ....	46
Myndir/Fig. 46a-b. a) Dýpt, b) tímalengd og c) tímafrávik í þvergöngum.....	46
Myndir/Fig. 47a-b. a) Loftmassaferlar HAT-P-53 3. b) HAT-P-53 og viðmiðsstjörnur. ....	47
Myndir/Fig. 48a-c. Mæld birtugildi HAT-P-53 a) 3., b) 7. og c) 11. desember 2022. ....	48
Mynd 49a-c. Niðurstöður sýna geisla og brautarhalla reikistjörnu.....	48
Myndir/Fig. 50a-c. Fjöldi lotna HAT-P-53 b. a) dýpt, b) tímalengd og c) tímafrávik í þvergöngum. ....	48
Myndir/Fig. 51a-b. a) Loftmassaferlar Qatar 4. b) Qatar 4 og viðmiðsstjörnur. ....	49
Myndir/Fig. 52a-b. Mæld birtugildi Qatar 4, a) 6. september og b) 14 október, 2022 .....	50
Myndir/Fig. 53a-b. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. ....	50
Myndir/Fig. 54a-b. Fjöldi lotna Qatar 4 b. a) dýpt, b) tímalengd og c) tímafrávik í þvergöngum. ....	50
Mynd/Fig. 55. NGC 7789. ....	53

Myndir/Fig. 56. Breytistjörnur í NGC 7789 og tvístirni.....	56
Myndir/Fig. 57a-b. a) Meðalskekkja mæligilda. b) Fjöldi stjarna innan tiltekins birtustigs. ....	57
Myndir/Fig. 58a-b. a) Mæligildi úr mælingum b) Þéttleikasnið. .....	58
Mynd/Fig. 59. Svæði í NGC 7789, mörkuð með gulum línum, innihalda daufari stjörnur. ....	59
Mynd/Fig. 60. NGC 7789 mátuð á Padova jafnaldurslínur.....	60
Mynd/Fig. 61. Staðsetning þyrpinganna fjögurra í vetrarbrautinni. ....	63
Mynd/Fig. 62. Stjörnur þyrpinga mátaðar á viðeigandi jafnaldurslínur á birtu- og litlínuriti.....	64
Mynd/Fig. 63. Hliðrun 930 Westphalia. ....	65
Myndir/Fig. 64a-b. a) Birta 930 Westphalia. b) Ferill. ....	66
Mynd/Fig. 65. Birta Betelgás, í V-litsviði, frá 1. ágúst 2019 til 1. september 2022. ....	67
Mynd/Fig. 66. Litróf Betelgás 23. febrúar 2020 og 1. febrúar 2021.....	68

## Töfluskrá

Tafla/Table 1. Tímar athugana. ....	19
Tafla/Table 2. Myrkvar V 354 UMa, samkvæmt spá vefsíðu B.R.N.O. (grænir reitir) og ákvarðaðir. ....	20
Tafla/Table 3. Niðurstöður yfir birtulotu V 354 UMa.....	21
Tafla/Table 4. Stikar sem mátuðust í líkan af V 354 UMa. ....	22
Tafla/Table 5. Myrkvi PZ UMa, samkvæmt spá vefsíðu B.R.N.O. (rauð röð) og ákvarðanir.....	24
Tafla/Table 6. Niðurstöður yfir birtulotu PZ UMa. ....	24
Tafla/Table 7. Stikar sem mátuðust í líkan af PZ UMa. ....	25
Tafla/Table 8. Tímar athugana. – Observations. ....	27
Tafla/Table 9. Spá vefsíðu B.R.N.O. yfir myrkvana. ....	29
Tafla/Table 10. Niðurstöður yfir birtulotu V 474 Cam. ....	30
Tafla/Table 11. Yfirlit um athuganir á NGC 7789. ....	55
Tafla/Table 12. Viðmiðsstjörnur notaðar til innsetningu á WCS stjarnhnitakerfinu. ....	55
Tafla/Table 13. Viðmiðsstjörnur í ljósmælingum. ....	57
Tafla/Table 14. Fjöldi stjarna innan hvers tiltekins sýndarbirtustigs, í B og V litsviði. ....	57
Tafla/Table 15. Flokkun Trumplers (1930) á lausþyrpingum. ....	73

# Um orðanotkun og fræðihugtök

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

## Önnur orðanotkun

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

<b>Athugun</b>	(enska: observation) Stjörnuathugun, þ.e. öflun gagna um stjarnfyrirbæri með viðurkenndum mælitækjum.
<b>Birtulota</b>	(e. period) Umferðartími myrkvatvístirna. Sama og <i>lota</i> , <i>sveiflutími</i> eða <i>umferðartími</i> í orðaskrá Stjarnvísindafélagsins. Innan lotunnar eiga tveir myrkvar sér stað, <i>aðalmyrkvi</i> og <i>millimyrkvi</i> (nefndur seinni myrkvi í fyrstu skýrslu). Orðið er notað hér til að undirstrika staka brautarferð umhverfis sampungamiðju, því að <i>lota</i> (sjá neðar) er notað fyrir enska orðið <i>cycle</i> .
<b>Birtusveifla</b>	(e. periodic dips) Mismunur hámarksbirtu og lágmarksbirtu myrkastjörnu.
<b>Lota</b>	(e. cycle) Sama og birtulota en notað í umfjöllun um mismun rauntíma og spátíma (O–C) til að tilgreina fjölda [birtu]lotna frá tilteknum viðmiðstíma, þegar frávik á tímum eru metin.
<b>Mæling</b>	(e. measurement) T.d. þegar ljósflæði breytistjörnu og viðmiðsstjarna eru borin saman eftir myndum (mæligögnum) eða athugunum.
<b>O-C rit</b>	(e. Observed minus Calculated) Rauntíma mínus spátímarit. Aðferð til þess að meta [tíma]frávik í sveiflubundinni tíðni, t.d. lotu breytistjarna og fjarrekistjarna.
<b>Skinhlutfall</b>	(e. geometry) Birtudeyfing þegar fjarrekistjarna er í þvergöngu jafngildir hlutfallinu geisli (radius) reikistjörnu deilt með geisla sólstjörnu.
<b>Spátími</b>	(e. eclipse prediction) Uppgefinn [spá]tími á væntanlegum myrvum, ákvarðaður út frá viðmiðstíma, lotulengd og lotufjölda.
<b>Viðmiðsmæling</b>	(e. differential photometry) Ljósmæling þar sem birtustyrkur viðfangsefnis er borinn saman við ljóssyrk stjarna sem eru á viðurkenndu birtustigi.

Þegar sagt er frá ljósmælingum sem eru gerðar með litsíum (t.d. B litsía = blá, V litsía = sjónbirta [græn], R litsía = rauð) er hástafur notaður ef birtustig viðkomandi stjörnu er viðurkennt (e. published/accepted) eða verið er að segja frá gerð lit- eða ljóssíunnar. Þegar ritaður er lágstafur, t.d. *b* eða *v*, er um að ræða birtustigsgildi sem hefur ekki verið leiðrétt fyrir áhrifum loftmassa, ljósbrots eða mælitækis.



Mynd/Fig 1. Íris-bokan (LBN 487) er björt endurskinspoka sem tilheyrir lausþyrpingunni NGC 7023, í stjörnumerkinu Sefeus. Myndin, sem höfundur tók, er til uppfyllingar og ekki tengd samantektinni að öðru leyti.  
– The Iris nebula (LBN 487) is a bright reflection nebula, associated with the open cluster NGC 7023, in the constellation Cepheus. The image is complimentary and unrelated to the content of this report.

## Inngangur

Þetta er sjöunda samantekt um stjörnuathuganir sem höfundur hefur gert frá Hornafirði. Hér eru kynnt viðfangsefni sem flest voru athuguð árið 2022. Megináherslurnar eru sem fyrr myrkvatvístirni og þvergöngur fjarreikistjarna. Fyrst eru kynntar athuganir, niðurstöður og kennileg líkön á myrvastjörnum V 354 UMa, PZ UMA, og síðan V 474 Cam. Þá eru raktar athuganir á þvergöngum fjarreikistjarnanna K2-30 (2 mælingar), Qatar-1 b (2 mælingar), HAT-P-56 b, HAT-P-22 b, HAT-P-54 b (2 mælingar), Kepler-12 b, KELT-23 A b (2 mælingar), HAT-P-53 b (3 mælingar), Qatar-4 b (2 mælingar). Árið 2022 tókst að ljósmæla þvergöngur 13 fjarreikistjarna en hér verða níu þeirra kynntar. Síðan er greint frá lausþyrringunni NGC 7789, smástirninu 930 Westphalia og Betelgeuse. Athuganir á NGC 7789 voru gerðar á árunum 2017 til 2022 en mælingar frá 2020 notaðar til fjarlægðarákvörðunar.

Niðurstöður ljósmælinga á myrkvatvístirnum hafa ætíð verið sendar í alþjóðlegan gagnagrunn *Brno Regional Network of Observers* (B.R.N.O.) og yfir þvergöngur fjarreikistjarna í *Transiting ExoplanetS and Candidates* (TRESCA), sem hvor um sig eru deildir í Stjörnufræðifélagi Tékklands. Niðurstöður hafa m.a. verið birtar í nettímaritinu *Open European Journal on Variable Stars* (Juryšek o.fl. 2017), í grein Gajdoš o.fl. (2019) og síðast í Baluev o.fl. (2021). Einnig hafa þær nýst í stjörnufræðiverkefni í Asíu. Veturinn 2021 bauðst höfundi þátttaka í alþjóðlegu verkefni sem nefnt er EXPANSION. Það hafði m.a. að markmiði að leita dulinna fjarreikistjarna. Ensk ágrip úr skýrslum 2019 og 2020 hafa verið birt í tímariti stjörnuskoðunarfélagsins Sutherland Astronomical Society (SASI) í New South Wales, Ástralíu.

Á sama hátt og að stjarnvísindamenn geta nýtt mælingar sem höfundur hefur gert þá hafa framlög athugenda sem sækja má í gagnagrunna *The American Association of Variable Star Observers* (AAVSO 2024), B.R.N.O. (2024) og TRESCA (Poddaný, Brat & Pejcha 2010) verið notuð í að styðja við valin verkefni sem sagt er frá.

Í fyrstu samantektum var bakgrunni, tækjabúnaði og mælingaaðferðum lýst í inngangaskafla. Skýringarnar voru nánast endurtekning, og hafa ekki verið tíundaðar eftir þá fjórðu. Því er lesanda, sem vill frekari upplýsingar, bent á í inngangaskafla hennar (Snævarr Guðmundsson 2020) en þar eru þær ýtarlegastar. Hægt er sækja þetta efni á vefsetur höfundar natturumyndir.is. Fyrri skýrslur komu út árin 2016, 2018, 2019, 2020 og 2021 voru gefnar út af Náttúrustofu Suðausturlands, og eru í opnu aðgengi á vefsetri stofunnar. Greinargerð um stjörnuathuganir ársins 2021 var gefin út af Náttúrumyndum ehf. árið 2022. Útgefandi skiptir ekki meginmáli enda er tilgangurinn að kynna og halda utan um niðurstöður stjarnfræðilegra ljósmælinga sem eru gerðar hér á landi og flokkast sem vísindalegt framlag á tilgreindum fyrirbærum. Höfundur vill að lokum þakka Einari Steingrímssyni og Gunnlaugi Björnssyni fyrir prófarkarlestur sem bætti samantektina mikið.

### 1.1 Annáll stjörnuathugana janúar til apríl 2022

Veðrátta á Suðausturlandi reyndist misviðrasöm á fyrstu mánuðum ársins 2022 og var m.a. ástæða þess að aðeins 13 kvöld gáfust til stjörnuathugana fram í miðjan febrúar. Árið á undan hafði veðrátta frá áramótum til vors reynst afleit fyrir stjörnuathuganir. Þá hafði sú ákvörðun verið tekin að verja seinni hluta vetrar 2022 í Frakklandi og láta lítinn sjónauka nægja þar til mælinga. Það reyndist ágæt ákvörðun vegna þess að veðrið á suðurhluta Íslands frá febrúar fram í apríl markaðist einnig af mikilli ótíð en að sama skapi viðunandi tíð í Frakklandi. Frá 24. febrúar til 1. apríl héldum við til í þorpunum La Freissinouse og Savournon í Suðurhéraði (Provence-Alpes-Côte d'Azur), í suðaustanverðu Frakklandi. Bæði þorpin eru í 1000 m hæð og ljósmengun afar lítil, þó örliðið meiri en í Nesjum. Ef veturinn 2021-2022 er dreginn saman þá tókst að sinna athugunum 58 sinnum á því tímabili, 33 þeirra fyrir áramót og 25 fram á vor. Það er lítið meira en tímabilið 2020-2021.

Í apríl barst höfundi boð frá TRESCA í Tékklandi um þátttöku í að afla gagna yfir valdar fjarreikistjörnur sem uppgötvest hafa með TESS gervitunglinu. Töluverður fjöldi fjarreikistjarna sem hafa fundist með þessu

gervitungli er staðsettur á norðurhimni og það gerir Ísland að hentugum stað til athugana á þeim. Markmið verkefnisins var að staðfesta viðmiðstíma valinna fjarreikistjarna, gera líkan af þvergöngum og setja upp O-C rit fyrir þau (Mesarč 2023). Í sjóttu samantekt var getið um EXPANSION verkefnið en markmið þess er af öðru tagi, og aðrar fjarreikistjörnur.

## 1.2 Breytingar á stjörnustöðinni

Í lok maímánaðar 2022 var hafist handa við að skipta um hvolfþak á stjörnustöðinni í Nesjum (mynd 2). Hvolfþakið sem fyrir var hafði höfundur smíðað árið 2017, bæði til þess að draga úr kostnaði og öðlast skilning á verkfræðinni að baki slíkri byggingu. Þrátt fyrir að smíðin væri ekki fullkommen stóðst hvolfþakið öll veður í Hornafirði. Það er ~3 m þvermál, grindin úr áli og klæðningin aluzink ásamt krossviðarstyrkingu. Hvolfþakið sem var sett upp í staðinn er af gerðinni *Pulsar* en framleiðandinn er enskur. Það er úr trefjagleri og samsett úr fjórum einingum. Fimmta einingin er sjálfur hlerinn. Það hvílir á 25 cm háum sökkli, sem er 2,70 m í þvermál og sömuleiðis samsettur úr fjórum einingum. Smíða þurfti sérstakan hring á húsið sem hvolfþakið var síðan fest á. Þrátt fyrir að vera aðeins minna, og auk þess léttara, er þess vænst að það verði mun auðveldara að vinna með vegna þess að það er knúið með rafmótor. Hægt er að knýja hvolfþakið á stjörnutíma eða hraðar. Það þýðir að eftirlit með mælitækjum og opinu verður margfalt auðveldara en fyrr. Eftir að nýja hvolfþakið var komið upp voru gerðar nokkrar uppfærslur sem vænst er að efli það gagnvart veðurfarinu hér á landi. Gúmmílistum var komið fyrir á bogalaga köntum til þess að loka fyrir slagviðrisúrkому, og stálstyrking stífuð við topp þaksins til að minnka mögulega aflögun en í Hornafirði getur vindur orðið afar hvass í hviðum.



*Mynd/Fig. 2. Sigríður Björgvinsdóttir við stjörnustöðina eftir að uppfærslu hvolfþaksins var lokið, sumarið 2022. – Sigríður Björgvinsdóttir at the observatory after the installation of the new dome roof in summer 2022.*

## 1.3 Annáll stjörnuathugana ágúst til desember 2022

Frá ágúst og til áramóta náðist að nýta 18 kvöld til stjörnuathugana. Það er umtalsvert minna en síðustu ár og það afleitasta síðan veturninn 2016-2017. Tímabilið hófst þó á því að yfirfara pólstillingu á sjónaukunum og samstilla leiðsögusjónauka við 80 mm linsusjónauka. Eins og síðustu ár voru tveir sjónaukar notaðir í mælingar. 80 mm linsusjónauki til að afla gagna á myrkvastjörnum en 40 cm spegilsjónaukinn til mælinga á þvergöngum fjarreikistjarna. September og október voru viðunandi en engin skilyrði allan nóvember vegna úrkomutíðar. Árið 2022, frá janúar til loka desember, tókst að nýta 42 kvöld til stjörnuathugana, sem er töluvert minna en síðustu ár.

## Myrkvatvístirni

Yfirlit um athuganir á völdum myrkvatvístirnum árin 2022.



## 2 V 354 UMa

Stjörnuhnit 13 35 38,4 +49 14 6,1 Bst. (V) 10,93-11,21 Umferðartími: 0,2938275 d (7t3m7s)

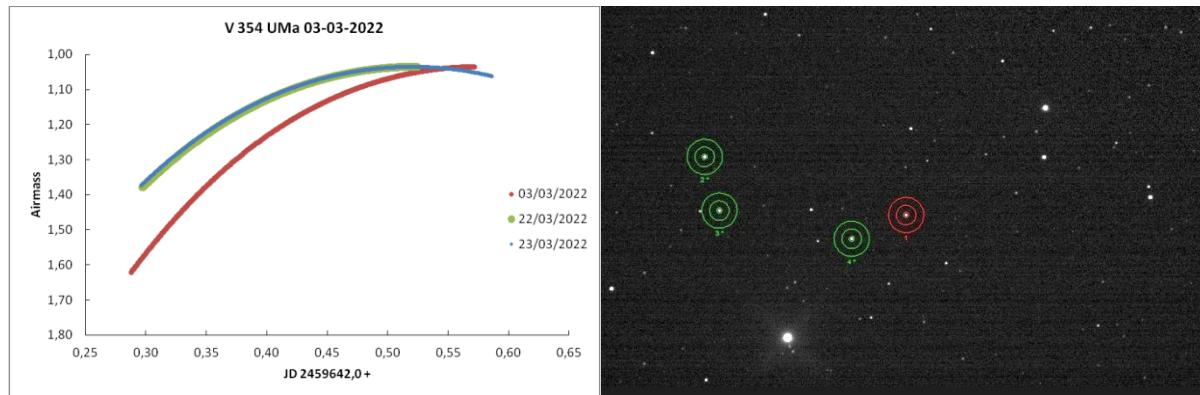
Fyrst var sagt frá snerttvistirninu V 354 UMa í Stórabirni á þessum síðum í samantekt nr. 2 (bls. 49-53) þegar niðurstöður mælinga frá febrúar 2017 voru kynntar. Stjarnan er skráð í gagnagrunni B.R.N.O. (2024) og þar má nálgast spátíma. B.R.N.O. notar viðmiðstímann [HJD] 2451420,847 (30. ágúst 1999, kl. 08:19:41) en VSX [HJD] 2451420,7 (30. ágúst 1999, kl. 04:48:00), tíma sem grundvallast á grein stjörnufræðingins Khruslov (2006a). B.R.N.O. mat mikilvægi athugana á henni 7/10 haustið 2022. Veturinn 2022 voru athuganir endurteknar, m.a. til þess að gera samanburð á mælingum, styrkja birtustöðurit, O-C rit og búa til líkan af tvistirninu.

### 2.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Þann 3. mars 2022 spáði B.R.N.O. millimyrkva kl. 22:45. Aðstæður voru á þann veg að fremur kalt var, rakt og mikið áfall (dögg) á tæki og gler. Þann 22. mars var aðalmyrkva spáð kl. 21:36 og 23. mars spáði B.R.N.O. millimyrkva kl. 22:17. Í öllum tilvikum var stjarnan að hækka á lofti á meðan gagnaöflun stóð yfir (mynd 3a). Alltaf var notuð V-litsía og 2x2 dílaknipping. Athuganir eru í töflu 1 og spátímar í töflu 2. Stjarnan var borin saman við SAO 44681 (bst. 9,99, merkt 2\*), GSC 3466:603 (bst. 10,21, merkt 3\*) og GSC 3466:293 (bst. 10,33, merkt 4\*), sjá mynd 3b.

Tafla/Table 1. Tímar athugana. – Observations.

Dags/Date	Tími/Time	Tökutími (sek.)	Fjöldi/Exposures	Litsía/Filter	Ljósop/Aperture (mm)
03-03-2022	18:55-01:43	60	398	V	80
22-03-2022	19:08-01:58	45	400	V	80
23-03-2022	19:07 -02:05	45	407	V	80

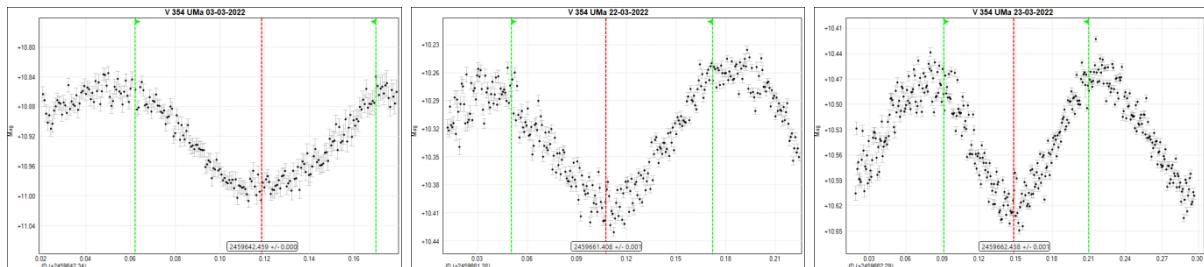


Mynd/Fig. 3a-b. a) Loftmassaferlar þegar mælingar fóru fram, og b) V 354 UMa (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (í grænum hrungum). – a) Airmass plots, and b) V 354 UMa (red circle) and its comparison stars (green circles).

### 2.2 Niðurstöður

Á myndum 4a-c eru ákvarðanir þriggja prófana á miðju tveggja millimyrkva og aðalmyrkva dagana 3., 22. og 23. mars 2022. Niðurstöður mælinganna eru í töflu 2 og bornar saman við spátíma B.R.N.O. frá sömu dögum. Á

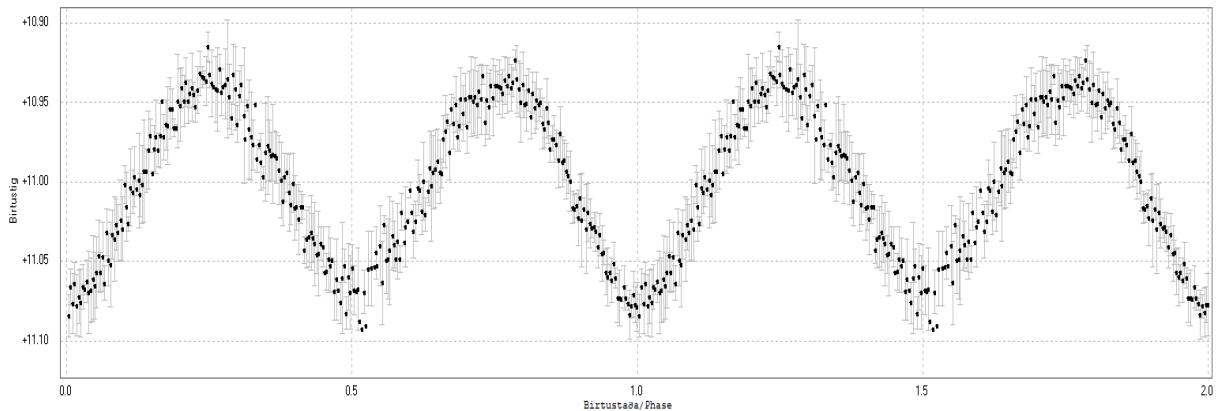
mynd 5 er dregið upp birtustöðurit úr mælingunum. Niðurstöður yfir birtulotu og viðmiðstíma er í töflu 3. Niðurstöðum var einnig bætt inn í O-C rit (mynd 6) fyrir stjörnuna, en það rit var fyrst birt í samantekt 2.



*Myndir/Fig. 4a-c. Ákvarðanir a) millimyrkva 3. mars, b) aðalmyrkva 22. mars og c) millimyrkva að kvöldi 23. mars 2022, á V litsviði. — Determination of a) Secondary Eclipse Extremum Determination (SEED), on March 3, b) Primary Eclipse Extremum Determination (PEED), on March 22, and c) SEED on March 23, 2022.*

*Tafla/Table 2. Myrkvar samkvæmt spá vefsíðu B.R.N.O. (grænir reitir) og ákvarðaðir með þremur prófunum. Sólmiðjutími var ákvarðaður með reiknitóli BAA (2024). — Predicted timings of V 354 UMa by B.R.N.O. (green rows) and observed eclipses. Heliocentric determination by BAA (2024).*

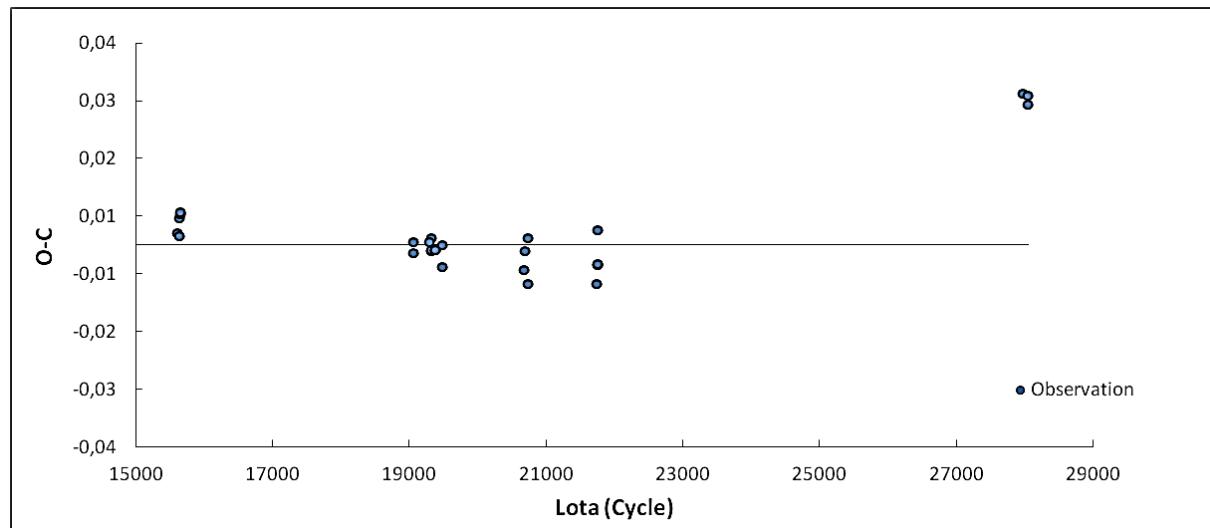
Dagur/Day	Tími/Time	Júlíanskir dagar (JD)	+/-	Sólmiðjutími (HJD)	Mismunur	Tími
03-03-2022	22:40:09	2459642.44455		2459642.44792	4,848 mín	22:45 (sec)
Peranso	23:00:57	2459642.459	0.000	2459642.46237	4,849	23:05:48
Mira Pro	22:58:43	2459642.457452	0.000088	2459642.46082	4,849	23:03:34
B.R.N.O.	23:00:35	2459642.45874	0.00035	2459642.46211	4,849	23:05:26
22-03-2022	21:31:04	2459661.39658		2459661.40000	4,928 mín	21:36 (pri)
Peranso	21:47:31	2459661.408	0.001	2459661.41142	4,928	21:52:26
Mira Pro	21:49:47	2459661.409577	0.000116	2459661.41300	4,928	21:54:43
B.R.N.O.	21:47:01	2459661.40766	0.00051	2459661.41108	4,928	21:51:57
23-03-2022	22:12:05	2459662.42506		2459662.42847	4,917 mín	22:17 (sec)
Peranso	22:30:45	2459662.438	0.001	2459662.44141	4,917	22:35:37
Mira Pro	22:31:42	2459662.438687	0.000160	2459662.44210	4,917	22:36:37
B.R.N.O.	22:12:05	2459662.43852	0.00051	2459662.44193	4,917	22:36:22



*Mynd/Fig. 5. Birtustöðurit, byggt á mælingum höfundar árin 2017 og 2022. Mæligildin knippuð í 5 mínútna gildi (svartir punktar). — a) Phase diagram of V 354 UMa, based on author's observations in the years 2017 and 2022. The result above presents 5 minute bins (black dots).*

Tafla/Table 3. Niðurstöður yfir birtulotu eru byggðar á fjórum aðalmyrkvum og þremur millimyrkvum. Í fyrsta dálki: ákvarðaður umferðartími, þá tíðni, viðmiðstími, tímabil, fjöldi mælistaka og glaplíkur. – Results of period and epoch based on a four primary, and three secondary eclipses. In the first column is the period, followed by frequency, epoch, time span, no. of observations and lastly false alarm probability.

Birtulota (dagar)	Tíðni (fjöldi myrkva/dag)	Viðmiðstími (Epoch)	Tímabil (dagar)	Mælistök	Glaplíkur
Period					
07:03:07 stundir		26.02.2017, kl. 22:45:07	1851,28	1277	<sup>1</sup> 0,200
0.294± 0.000	3.4025±0.0005	(HJD) 2457811.448			<sup>2</sup> 0,200



Mynd/Fig. 6. O-C rit, byggt á viðmiðstíma Khruslov (2006a), sem gefin er upp á vefsíðu B.R.N.O., sýnir frávik 23 mælinga á árabilinu 2012-2022. Þverás vísar á fjölda lotna en lóðás á tímafrávik. Núll er tími sem miðast við reglulega birtulotu. Auk sjö mælinga höfundar voru notuð gögn sem hafa verið send í gagnagrunn B.R.N.O. frá: C. Yıldırım (1 mæling), P. Frank (2), R. Nelson (2), F. Agerer (5), J. Jacobsen (2), I. Hiroshi (2) og U. Bragagnolo (2). – The O-C diagram, based on Ephemeris established by Khruslov (2006a) and published at B.R.N.O. website, presents time deviation of 23 observations in 2012-2022. The x-axis indicate the number of cycles and y-axis observed minus calculated timings. Zero represents periodic cycle. Along with seven observation by author, submitted data from the observers: C. Yıldırım (1 observation), P. Frank (2), R. Nelson (2), F. Agerer (5), J. Jacobsen (2), I. Hiroshi (2) og U. Bragagnolo (2) were used for the diagram.

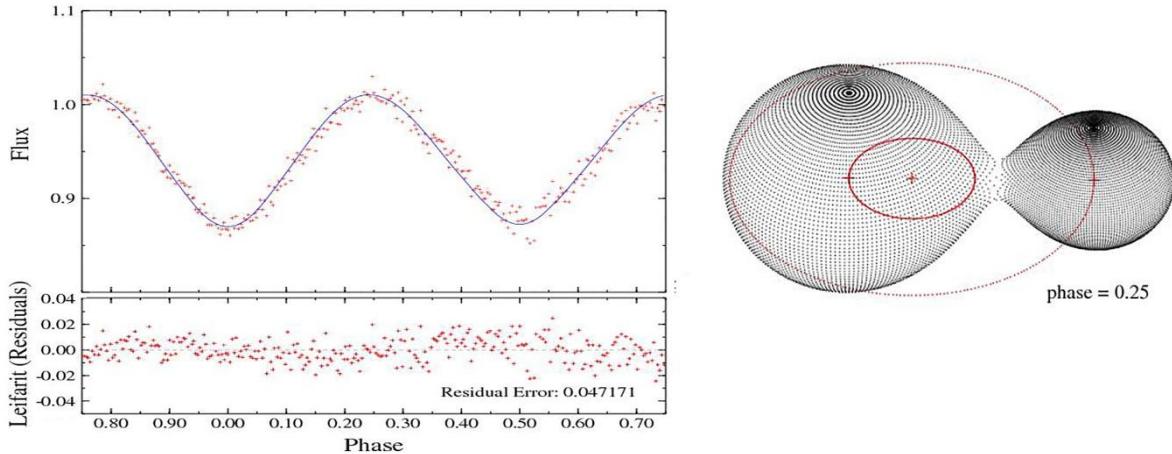
### 2.3 Líkan af V 354 UMa

Birtuferillinn var notaður til þess að setja upp líkan af stjörnukerfinu í BinaryMaker 3. Vinnulagið sem var notað er nefnt *q-aðferðin* en það hefur fyrr verið kynnt á þessum síðum. af V 354 UMa byggði á stikum frá Michel o.fl. (2019). Á undan voru mæligildi birtustöðurits knippuð í 5 mínútna mælistök í Peranso (Paunzen & Vanmunster 2016) og þau flutt í BinaryMaker 3 (Bradstreet & Steelman 2005). Í töflu 4 eru umræddir stikar tilgreindir ásamt heimildum og ætluðum geisla stjarnanna. Birtulota (umferðartími) staðfestir að stjörnurnar eru þéttstæðar og birtuferillinn er dæmigerður fyrir hjúpsnertistjörnur þegar stærri stjarnan er með kaldara yfirborð (Bradstreet & Steelman 2002). Engin mælingagögn yfir sjónlinuhraða voru fyrirliggjandi en gengið út frá stikum Michel o.fl. (2019) um stjörnuna. Þegar *q-aðferðin* er notuð er stuðst við leifarit til að meta hvenær mælingar og líkön falla best saman. Mynd 7a sýnir feril sem málast best að mæligildum og mynd 7b sýnir rúmfraðilegt líkan af tvístirninu í sjónlinu okkar.

Tafla/Table 4. Stikar sem voru notaðir í líkanið. Í fyrsta dálki er litvísir, þá yfirborðshiti ( $T_1, T_2$ ) í Kelvin, massahlutfall (q), þyngdarljómun ( $\alpha$ ), jaðarhúmun við 5500 Ångström ( $\vartheta$ ), möndulhalli ( $i^\circ$ ) og að lokum geisli stjarnanna, sem niðurstaða úr mátinu. – Best fit parameters of V 354 UMa. The columns show the color index, surface temperature ( $T_1, T_2$ ) in Kelvin, mass ratio (q), gravity brightening ( $\alpha$ ), limb darkening at 5500 Ångström ( $\vartheta$ ) and inclination ( $i^\circ$ ), and finally the resulting radius of the components.

Litvísir (B-V)	$T_1$ (K)	$T_2$ (K)	q	$\alpha_1 = \alpha_2$	$\vartheta_1 = \vartheta_2$	$i^\circ$	$r_1$	$r_1$
0,77 <sup>*1</sup>	5841 <sup>*2</sup>	5745 <sup>*2</sup>	0,346	0,32 <sup>*3</sup>	0,671 <sup>*5</sup>	50,4 <sup>*2</sup>	0,482	0,299

<sup>\*1</sup>CDS 2024; <sup>\*2</sup> Michel o.fl. 2019; <sup>\*3</sup>Lucy 1968; Bradstreet & Steelman 2005; <sup>\*4</sup>Van Hamme 1993; Bradstreet & Steelman 2005.



Myndir/Fig. 7a-b. a) Líkan (blá lína) mátað við mæligildin (rauðir punktar) en leifaritið lýsir gæðum, þ.e. hve vel þau falla saman. b) Af líkaninu dregst upp mynd af hjúpsnertistjörnu. Rauðir krossar sýna massamiðjur og sambungamiðju kerfisins og rauðir hringir brautarferla stjarnanna, í sjónlinu frá jörðu. – 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 assume an overcontact binary. Red crosses pinpoint the center of masses and barycenter of the system. Red circles are supposed orbits around the barycenter.

## 2.4 Umfjöllun

Mælingar á snertitvístirninu V 354 UMa voru endurteknar í mars 2022, en fyrstu athuganir á henni höfðu verið gerðar í febrúar 2017 og því rúm fimm ár liðin á milli. Niðurstöðurnar draga fram birtulotu og O-C rit staðfestir óreglu í umferðartíma tvístirnisins. Ásamt því má greina örlítil pósítíf O'Connell áhrif í birtusveiflunni en þá er birtumagn í hámarki birtusveiflu meira eftir aðalmyrkva en millimyrkva. Niðurstöður ljósmælinganna voru jafnframtað notanda til þess að gera líkan af tvístirninu og var þar stuðst við stika frá Michel o.fl. (2019). Líkanið dregur fram hjúpsnertistjörnu. Niðurstöður mælinga voru sendar í gagnasafn B.R.N.O. (nr 25145 – 25147).

V 354 UMa is a little-known EW eclipsing binary, positioned at RA 13 35 38,4 Dec +49 14 6,1 in Ursa Major. Observations of this object were repeated in March 2022, but it had previously been measured in February 2017, which is therefore more than five years apart. The results reveal the period of the system, but the O-C diagram confirms the time deviation in orbital period. O'Connell's effect is visible in the light curve. The light curve was used to model the binary, with support from parameters from Michel and others (2019). The results were submitted to the B.R.N.O. database. (No. 25145 – 25147).

### 3 PZ UMa

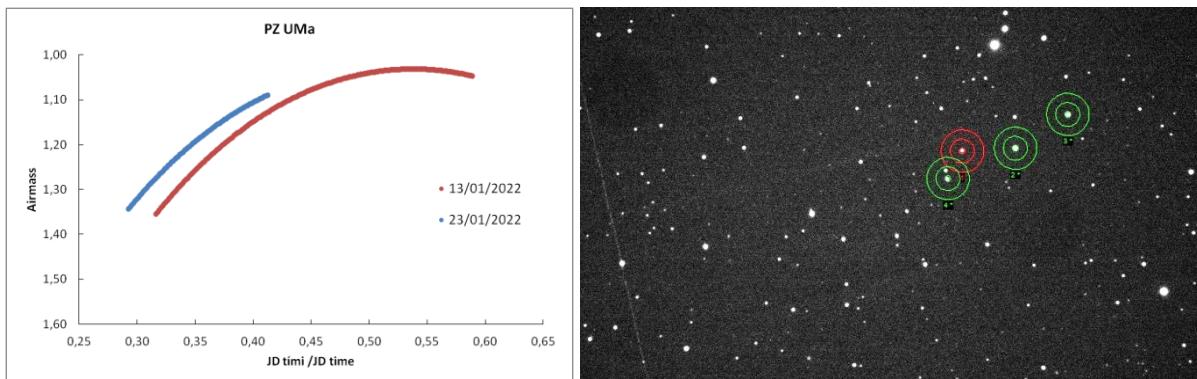
Stjörnuhnit 09 29 07 +49 51 22 Bst. (V) 12,537-13,074 Umferðartími: 0,2627 d (6t18m17s)

PZ UMa (GSC 3428:212) er lítið þekkt EW-myrvastjarna sem að félagar í einu ensku stjörnufræðifélagi, sem er nefnt *Remote Astronomical Society* (Nicholson o.fl. 2005), uppgötвуðu þegar þeir leituðu að breytistjörnum í mælingagögnum verkefnisins *Northern Sky Variability Survey* (NSVS, Woźniak o.fl., 2004). Stjarnan er fyrst skráð PZ UMa af Kazarovets o.fl. (2011), og skilgreind EW-stjarna. Viðmiðstími sem B.R.N.O. gefur upp er [HJD] 2456017,6618 (31. mars 2012, kl. 03:53:00) en VSX notar [HJD] 2451337,7141 (8. júní 1999, kl. 05:08:18). Sá umferðartími kemur frá Nicholson o.fl. (2005). Spátímunum ber ekki saman. B.R.N.O. mat mikilvægi athugana á henni 7/10, árið 2023. Í gagnasafn VSX höfðu safnast 2350 mælistök, í mars 2023 en í gagnagrunni B.R.N.O. eru gögn yfir 32 myrkva.

#### 3.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Athuganir fóru fram 13. til 14. og 23. janúar 2022. Fyrra kvöldið spáði B.R.N.O. millimyrkva kl. 20:40:52 og aðalmyrkva kl. 23:50. Tökur hófust kl. 19:34 og þeim var hætt kl. 02:09. Þá hafði 191 mynd verið tekin. Tökutími var 2 mínútur og að vanda notaður 80 mm lithreinn linsusjónauki. Við tökur var lýst í gegnum V-litsíu og notuð 2x2 dílaknipping. Seinna kvöldið var millimyrkva spáð kl. 20:15:51 og aðalmyrkva kl. 23:25. Þá hófust tökur kl. 19:00 en var hætt kl. 21:54 vegna skýjafars. Stjarnan var lengst af að rísa meðan á athugunum stóð (mynd 8a).

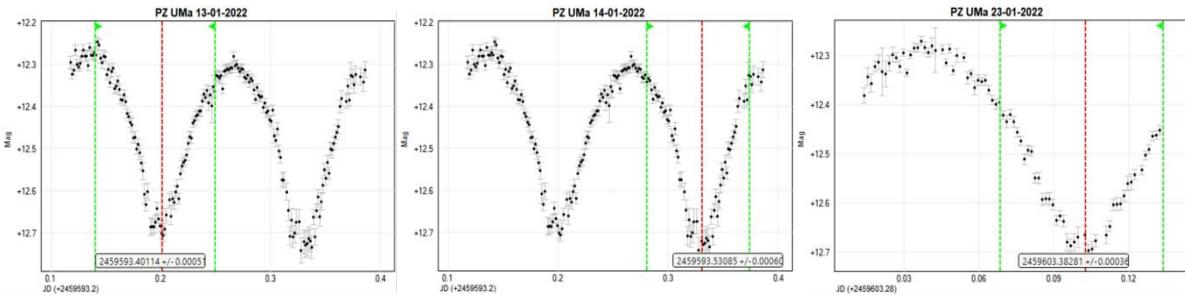
Stjarnan var borin saman við SAO 27265 (bst. 10,17, merkt 2\*), GSC 3428:182 (bst. 10,65 merkt 3\*) og GSC 3428:22 (bst. 11,1 merkt 4\*) á mynd 8b.



Myndir/Fig. 8a-b a) Loftmassaferlar frá 13.-14. og 23. janúar 2022. b) PZ UMa (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (í grænum hringjum). – a) Airmass plots on January 13-14 and 23, 2022. b) PZ UMa (red circle) and its comparison stars (green circles).

#### 3.2 Niðurstöður

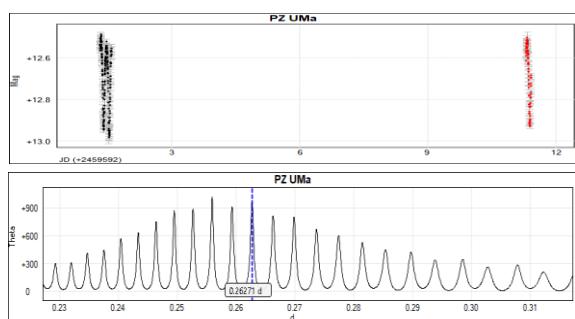
Á myndum 9a-c eru ákvarðanir þriggja prófana á miðju eins aðalmyrkva og tveggja millimyrkva sem náðist að mæla. Niðurstöður ákvarðaðra tíma eru bornar saman við spátíma B.R.N.O. frá sömu dögum og birtar í töflu 5. Myndir 10a-b lýsa mælingatímabili og ákvörðun birtulotu, en niðurstöðurnar eru í töflu 6. Mynd 11 lýsir lotunni í birtustöðuriti, eftir að búið var að fjarlægja útlaga með Lowess-mátun í forritinu Perando.



Myndir/Fig. 9a-b. Ákvarðanir a) millimyrkva 13. janúar, b) aðalmyrkva 14. janúar og c) millimyrkva 23. janúar 2022, á V litsviði. — Determination of a) SEED, on January 13, b) PEED, on January 14, and c) SEED on January 23, 2022. All observation done in V-band.

Tafla/Table 5. Myrkvaspár fyrir PZ UMa, samkvæmt spá vefsíðu B.R.N.O. (grænar raðir) og ákvarðanir þriggja prófana. Sólmiðjutími var ákvarðaður með reiknitóli BAA (2024). — Predicted timings by B.R.N.O. (green rows) and observed eclipse timings determined with three tests. Heliocentric determination by BAA (2024).

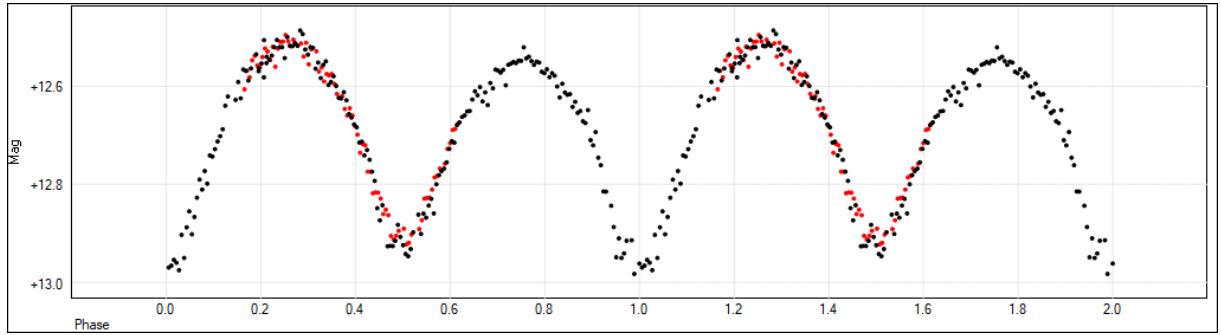
Dagur/Day	Tími/Time	Júlíanskir dagar (JD)	+/-	Sólmiðjutími (HJD)	Mismunur	Tími
13-01-2022	20:33:20	2459593.35649		2459593.36111	6,654 mín.	20:40 (sec)
Peranso	21:37:38	2459593.40114	0.00051	2459593.40576	6,656	21:44:17
Mira Pro	21:37:50	2459593.401282	0.00033	2459593.40590	6,656	21:44:29
B.R.N.O.	21:37:48	2459593.40125	0.00026	2459593.40587	6,656	21:44:27
13-01-2022	23:43:21	2459593.48844		2459593.49306	6,658 mín	23:50 (pri)
Peranso	00:44:25	2459593.53085	0.00060	2459593.53547	6,660	00:51:04
Mira Pro	00:44:10	2459593.530677	0.00034	2459593.53530	6,660	00:50:49
B.R.N.O.	00:44:25	2459593.53084	0.00033	2459593.53546	6,660	00:51:03
23-01-2022	20:09:08	2459603.33968		2459603.34444	6,850 mín.	20:16 (sec)
Peranso	21:11:15	2459603.38281	0.00036	2459603.38757	6,851	21:18:06
Mira Pro	21:11:19	2459603.382861	0.00045	2459603.38762	6,851	21:18:10
B.R.N.O.	21:11:22	2459603.38289	0.00025	2459603.38765	6,851	21:18:12



Myndir/Fig. 10a-b. a) Dreifing athugana (lóðr. rákir) yfir ~10 daga tímabil. b) Ákvörðun með ANOVA prófun í Peranso, gaf birtulotu 0,26271 dag. — a) Distribution of observations of PZ UMa over a period of ~10 days. b) Period determination with ANOVA method in Peranso suggest a period of 0.26271 day, practically the same as the published value.

Tafla/Table 6. Niðurstöður yfir birtulotu, byggðar á einum aðalmyrkva og tveim millimyrkvum. Í fyrsta dálki: ákvarðaður umferðartími, þá tíðni, viðmiðstími, tímabil, fjöldi mælistaka og glaplíkur. — Results of period and epoch based on a single primary and two secondary eclipses. In first column is period, followed by frequency, epoch, time span, no of observations and at last false alarm probability.

Birtulota (dagar) Period	Tíðni (fjöldi myrkva/dag)	Viðmiðstími (Epoch)	Tímabil (dagar)	Mælistök	Glaplíkur
06:18:18 stundir		14.01.2022, kl. 00:50:33	10,095	257	<sup>1</sup> 0,00
0.2627 ±0.00017	3.8066 ±0.0025	(HJD) 2459593.5351			<sup>2</sup> 0,00



Mynd/Fig. 11. Birtustöðurit. — Phase diagram for PZ UMa, based on the observations.

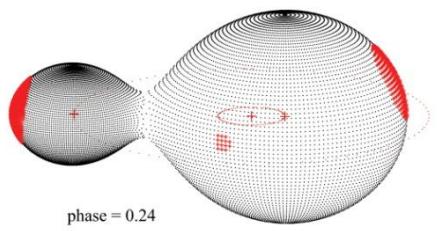
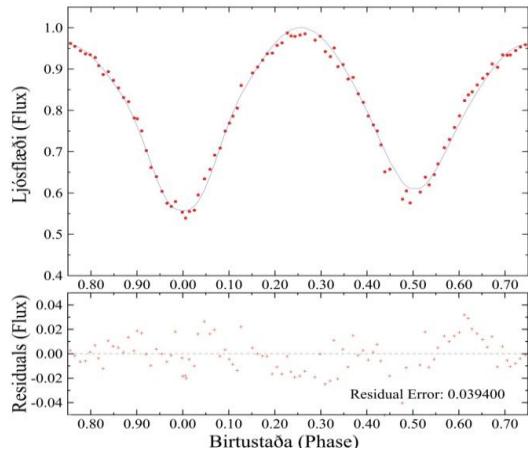
### 3.3 Líkan af PZ UMa

Höfundur reyndi að nota birtuferilinn til þess að útbúa líkan af tvístirninu í BinaryMaker 3. Í líkangerðina var stuðst við stika sem Zhou & Soonthornthum (2019) höfðu ákvarðað með q-aðferðinni. Niðurstöður töldu þeir benda til að snerttvístirnið sé W-undirgerð en þá er B stjarnan massameiri. Í töflu 7 eru tilgreindir stikar sem voru notaðir í líkanið, ásamt uppruna þeirra. Áður en gögnin voru mátuð voru mæligildi birtustöðurits knippuð í fimm mínútna mælistök í Peranso (Paunzen & Vanmunster 2015) og þau síðan flutt í BinaryMaker 3 (Bradstreet & Steelman 2005) þar sem gert var líkan af tvístirninu (mynd 12a-b).

Tafla/Table 7. Stikar sem mátuðust í líkan af PZ UMa. Í fyrsta dálki er litvísir, þá yfirborðshiti ( $T_1, T_2$ ) í Kelvin, massahlutfall ( $q$ ), þyngdarljónum ( $\alpha$ ), jaðarhúmun við 5500 Ångström ( $\vartheta$ ), möndulhalli ( $i^\circ$ ) og að lokum geisli stjarnanna, sem niðurstaða úr mátinu. — Best fit parameters of PZ UMa. The columns show the color index, surface temperature ( $T_1, T_2$ ) in Kelvin, mass ratio ( $q$ ), gravity brightening ( $\alpha$ ), limb darkening at 5500 Ångström ( $\vartheta$ ) and inclination ( $i^\circ$ ), and finally the resulting radius of the components.

Litvísir (B-V)	$T_1$ (K)	$T_2$ (K)	$q$	$\alpha_1 = \alpha_2$	$\vartheta_1 = \vartheta_2$	$i^\circ$	$r_1$	$r_1$
-- 0,21 <sup>*1</sup>	5081 <sup>*2</sup>	5430 <sup>*2</sup>	5,29 <sup>*2</sup>	0,32 <sup>*3</sup>	0,67 <sup>*4</sup>	74,4	0,54	0,26

\*<sup>1</sup>CDS 2024; \*<sup>2</sup> Zhou & Soonthornthum 2019; \*<sup>3</sup> Lucy 1968; Bradstreet & Steelman 2005; \*<sup>4</sup> Van Hamme 1993; Bradstreet & Steelman 2005.



Myndir/Fig. 12a-b. a) Mæligildi (rauðir punktar) mátuð við líkan (blá lína) en leifarit lýsir gæðum. b) Líkanið dregur fram hjúpsnertistjörnu. Rauðir krossar eru massamiðjur og sambungamíðja kerfisins og rauðir hringir brautarferlar stjarnanna. Rauðir flekkir eru stjörnublettir. — 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. Starspots are red.

stjarnanna. Rauðir flekkir eru stjörnublettir. — 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. Starspots are red.

### 3.4 Umfjöllun

Athuganir á snertitvistirninu PZ UMa voru gerðar 13.-14. janúar og 23. janúar 2022. Þær dugðu til þess að draga fram birtulotuna í V-litsviði. Í birtusveiflunni koma fram pósítíf O'Connell-áhrif, sem lýsa sér í að birtuhámark er meira á eftir aðalmyrkva en eftir millimyrkva. Negatíf O'Connel-áhrif eru hins vegar þegar birtuhámarkið er meira á eftir millimyrkva. Ein skýring á O'Connell-áhrifum eru stjörnublettir í yfirborði stjarnanna, og til þess að draga fram líkan af kerfinu þurfti að gera ráð fyrir þeim. Zhou & Soonthornthum (2019) segja O'Connell-áhrifin flytjast það ört á milli stjarnanna að líkast til sé snertitvistirnið undir sterkum áhrifum segulsviðsbreytinga. Það er ekki heldur hægt að útiloka það sem skýringu á því hvers vegna það reyndist mjög erfitt að nýta stikana úr grein þeirra til þess að máta við birtulotuna sem höfundur fékk úr sínum mælingum, og hér var sagt frá. Alls þurfti að máta þrjá stjörnubletti til þess að birtusveiflan félli að líkaninu.

Athyglisvert við þessa stjörnu er að tíðni úr ANOVA lotuleit (toppar á mynd 10b) gefur upp fleiri mögulega tíma á birtulunni en þá sem er kynnt efst á bls. 23. Sú tímalengd (0,2627 d) kemur frá Nicholson o.fl. (2005). Sveiflutiðni á milli 0,2 – 0,3 dag myndar hins vegar toppa á 0,2464, 0,24947, 0,2593, 0,25268, 0,25596, 0,2627, 0,26627, 0,26628 og 0,27367 d., og þar gengur birtulotan upp eins og birtustöðuritið dregur fram á mynd 11. Raunveruleg lotulengd staðfestist þó í mælingum og af birtusveiflunni sjálfri. Niðurstöður mælinga voru sendar í gagnasafn B.R.N.O. (nr 26061 – 26063).

*Observations of the contact binary PZ UMa were conducted on January 13–14 and January 23, 2022. They revealed the period in the V-band. The light curve reveals O'Connell effects, with a higher maximum flux before the secondary eclipse. Among the explanations for the O'Connell effects are the star spots. To model the system, assumptions had to be made about them. Zhou & Soonthornthum (2019) conclude that the O'Connell effect moves between the stars, implying that the contact binary is under strong influences of magnetic field variations. In total, three star spots had to be matched for the brightness oscillation to fit the model.*

*Interestingly the frequency from the ANOVA analysis (peaks in Figure 10b) suggests several solutions of its period other than the one presented at the top of page 23. That duration (0.2627 d) comes from Nicholson et al. (2005). However, between 0.2 and 0.3 days the frequency forms peaks for period at 0.2464, 0.24947, 0.2593, 0.25268, 0.25596, 0.2627, 0.26627, 0.26628, and 0.27367 days. The results of the measurements were submitted to the B.R.N.O. database (numbers 26061–26063).*

## 4 V 474 Cam

**Stjörnuhnit** 07 19 14.98 +69 03 16.1 **Bst. (V)** 11,0-11,5 **Umferðartími:** 0,328207 d (7t52m37s)

V 474 Cam (GSC 4360:1210) er EW-myrvastjarna í Gíraffanum. Eðli stjörnunnar, þ.e. sem myrvastjörnu, uppgötvaðist í mælingagögnum ROTSE-I (Robotic Optical Transient Search Experiment) en hún var þó fyrst skráð af Khruslov (2006b). Auðkennisheiti er svo skráð í Kazarovets o.fl. (2011). B.R.N.O. birtir two viðmiðstíma; [HJD] 2451441.35 (19. september 1999, kl. 20:24:00), og [HJD] 2455601.397 (8. febrúar 2011, kl. 21:31:41) en VSX [HJD] 2451441.216 (19. september 1999, kl. 17:11:02). Birtulota B.R.N.O. er 1,2 sekúndu lengri. Munar nú um þremur mínútum á spátíma B.R.N.O. og VSX. Árið 2023 mat B.R.N.O. mikilvægið á að gera athuganir á henni 9/10. Í gagnasafni VSX voru 2220 mælistök, í mars 2023.

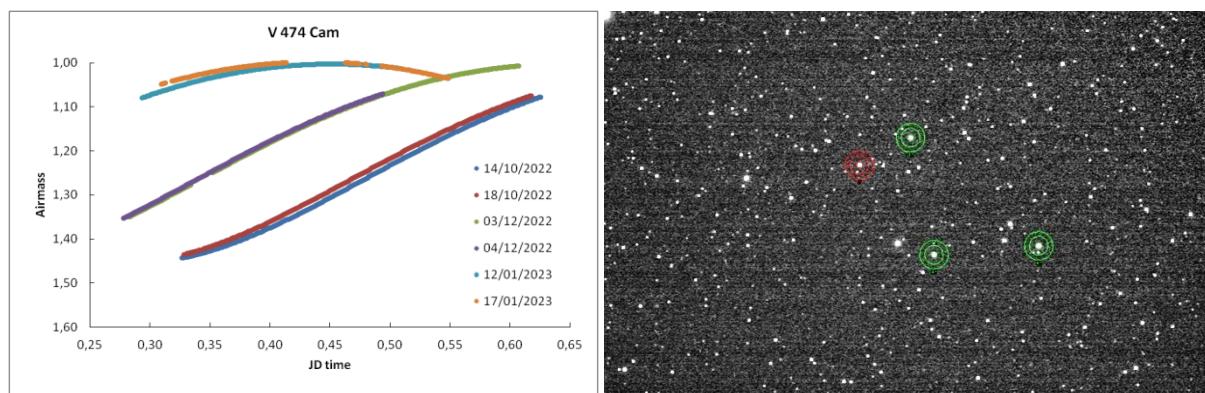
Markmið mælinganna var að fá yfirsýn á birtulotuna, meta mismun aðalmyrkva og millimyrkva, og að máta við líkan til þess að fá fram mynd af tvístirnakerfinu.

### 4.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Athuganir á V 474 Cam eru kynntar í töflu 8. Þegar mælingar fóru var stjarnan ýmist að rísa eða að ganga yfir hábaug (mynd 13a). Stjarnan var borin saman við GSC 4360:1248 (V-bst. 11,13, merkt 2\*), GSC 4360:1150 (V-bst. 11,37 merkt 3\*) og GSC 4360:974 (V-bst. 10,49 merkt 4\*) á mynd 13b.

Tafla/Table 8. Tímar athugana. – Observations.

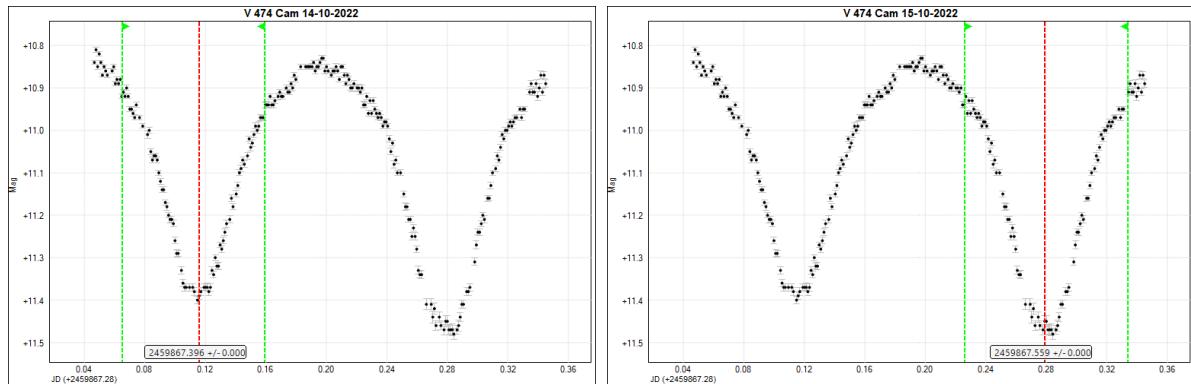
Dags/ <i>Date</i>	Tími/ <i>Time</i>	Tökutími (sek.)	Fjöldi/ <i>Exposures</i>	Litsía/ <i>Filter</i>	Ljósop/ <i>Aperture (mm)</i>
14-10-2022	19:47-03:00	90	281	V	80
18-10-2022	19:50-02:49	90	272	R	80
03-12-2022	18:45 -02:33	90	290	B	80
04-12-2022	18:37-23.50	90	204	V	80
12-01-2023	19:00-00:08	90	201	R	80
17-01-2023	19:23-01:09	90	226	R	80



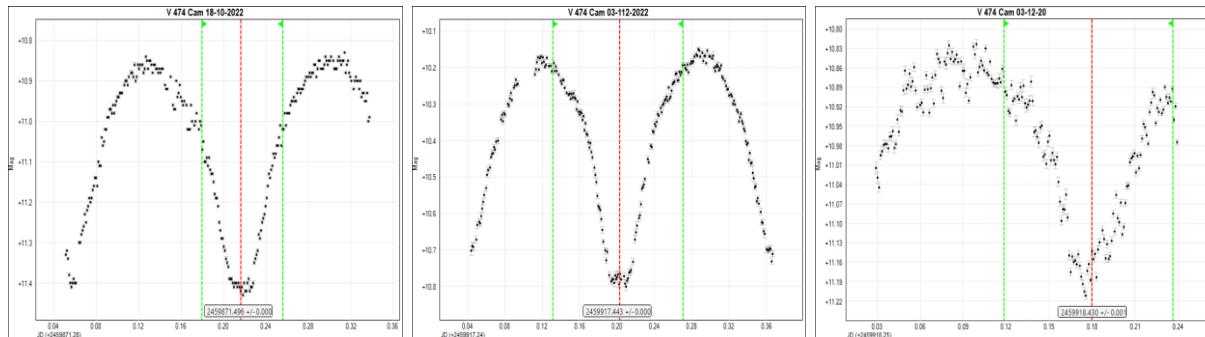
Mynd/Fig. 13a-b. a) Loftmassaferlar frá 14. (blá) og 18. október (rauð), 3. (græn) og 4. desember (fjólublá) 2022, 12. (ljósbla) og 17. janúar (rauðgul) 2023. b) V 474 Cam (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (í grænum hringjum). – a) Airmass plots on October 14 (blue) and 18 (red), December 3 (green) and 4 (purple), 2022, January 12 (light-blue) and 17 (orange), 2023. b) V 474 Cam (red circle) and its comparison stars (green circles).

## 4.2 Niðurstöður

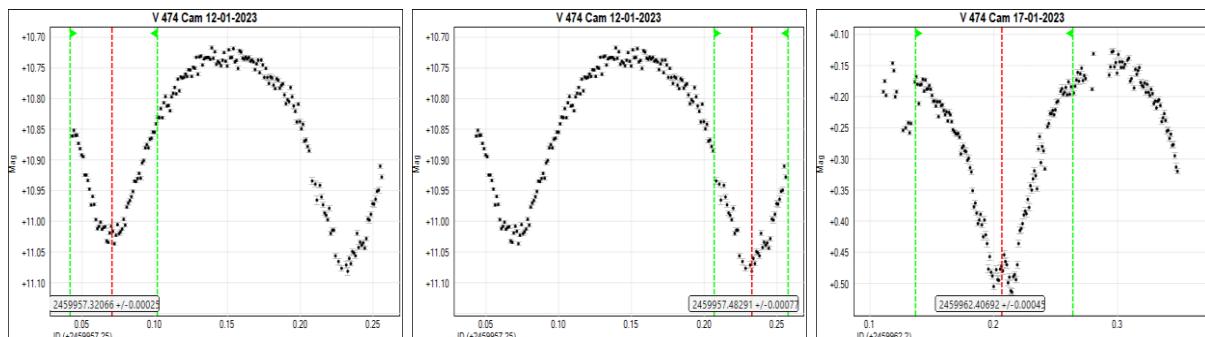
Á myndum 14a-b, 15a-c og 16a-c eru ákvarðanir þriggja prófana á miðju fimm aðalmyrkva og fjögurra millimyrkva sem voru mældir á tímabilinu 14. október 2022 til 17. janúar 2023. Að vanda voru þrjár prófanir gerðar en til þess að spara rými eru einungis birtar þær myndir sem fást með forritinu Peranso. Niðurstöður ákvarðaðra tíma eru bornar saman við spátíma B.R.N.O. frá sömu dögum og birtar í töflu 9. Myndir 17a-b lýsa mælingatímabili og ákvörðun birtulotu. Niðurstöður varðandi birtulotu eru í töflu 10. Mynd 18 lýsir lotunni í birtustöðuriti, eftir að búið var að fjarlægja útlaga með Lowess-mátun í Peranso.



*Myndir/Fig. 14a-b. Ákvarðanir a) millimyrkva 14. október, og b) aðalmyrkva 15. október 2022, á R-litsviði. — Determination of SEED on a) October 14 and b) PEED on October 15, 2022, in R-band.*



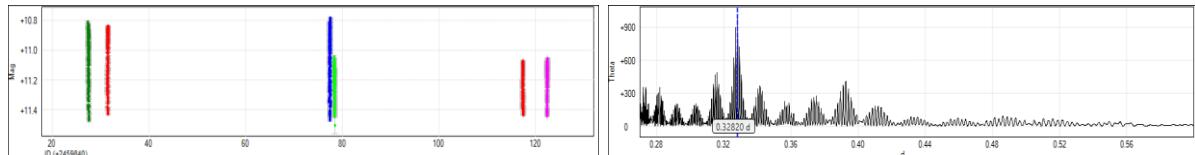
*Myndir/Fig. 15a-c. Ákvarðanir a) aðalmyrkva 18. október á R-litsviði, b) B-litsviði 3. desember og c) V-litsviði 4. desember 2022. — Determination of PEEDs on a) October 18 in R-band, b) December 3, in B-band, and c) December 4, 2022, in V-band.*



*Myndir/Fig. 16a-c. Ákvarðanir a) millimyrkva og b) aðalmyrkva, 12. janúar, og c) aðalmyrkva 17. janúar 2023, á R-litsviði. — Determination of a) SEED, and b) PEED on January 12, and c) PEED on January 17, 2023, in R-band.*

Tafla/Table 9. Spá vefsíðu B.R.N.O. yfir myrkvana (litaðir reitir), og ákvarðaðir með premur prófunum. Sólmiðjutími ákvarðaður með reiknitóli BAA (2024). – Predicted timings by B.R.N.O. of V 474 Cam (colored rows) and observed eclipse timings determined with three tests. Heliocentric determination by BAA (2024).

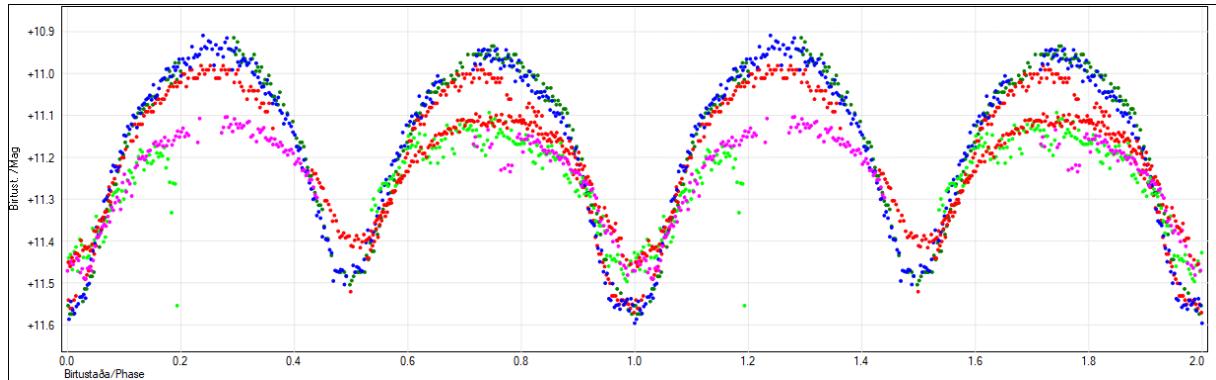
Dagur/Day	Tími/Time	Júlíanskir dagar (JD)	+/-	Sólmiðjutími (HJD)	Mismunur	Tími
14-10-2022	22:30:53	2459867.43812		2459867.43889	1,107 mín.	22:32 (sec)
Peranso	21:30:14	2459867.396	0,000	2459867.39677	1,103	21:31:20
Mira Pro	21:30:17	2459867.39604	0.0002	2459867.39681	1,103	21:31:24
B.R.N.O.	21:30:20	2459867.39606	0,00016	2459867.39683	1,103	21:31:24
15-10-2022	02:41:52	2459867.61241		2459867.61319	1,124 mín.	02:43 (pri)
Peranso	01:24:58	2459867.559	0,000	2459867.55978	1,119	01:26:04
Mira Pro	01:25:12	2459867.55917	0.00019	2459867.55995	1,119	01:26:19
B.R.N.O.	01:25:28	2459867.55935	0,00015	2459867.56013	1,119	01:26:35
19-10-2022	01:13:23	2459872.55097		2459872.55208	1,598 mín.	01:15 (pri)
Peranso	23:54:14	2459871.496	0,000	2459871.49704	1,498	23:55:44
Mira Pro	23:54:22	2459871.496098	0.000183	2459871.49714	1,497	23:55:52
B.R.N.O.	23:54:42	2459871.49632	0,00015	2459871.49736	1,497	23:56:11
04-12-2022	23:59:02	2459917.49933		2459917.50278	4,968 mín.	00:04 (pri)
Peranso	22:37:55	2459917.443	0,000	2459917.44645	4,968	22:42:53
Mira Pro	22:39:04	2459917.443799	0.000106	2459917.44725	4,968	22:44:02
B.R.N.O.	22:38:07	2459917.44314	0,00016	2459917.44659	4,968	22:43:05
04-12-2022	23:36:59	2459918.48402		2459918.48750	5,017 mín.	23:42 (pri)
Peranso	22:19:12	2459918.430	0,001	2459918.43348	5,014	22:24:12
Mira Pro	22:19:08	2459918.429964	0.000138	2459918.43345	5,014	22:24:10
B.R.N.O.	22:19:02	2459918.42988	0,00056	2459918.43336	5,014	22:24:02
12-01-2023	20:57:46	2459926.37345		2459926.37153	5,328 mín.	20:55 (sec)
Peranso	19:41:45	2459957.32066	0.00025	2459957.32450	5,528	19:47:16
Mira Pro	19:41:01	2459957.320153	0.00018	2459957.32399	5,528	19:46:32
B.R.N.O.	19:41:47	2459957.32068	0.00021	2459957.32452	5,528	19:47:18
13-01-2023	01:00:27	2459957.54199		2459957.54583	5,523 mín.	01:06 (pri)
Peranso	23:35:23	2459957.48291	0.00077	2459957.48675	5,525	23:40:55
Mira Pro	23:35:15	2459957.482817	0.000216	2459957.48665	5,525	23:40:46
B.R.N.O.	23:35:45	2459957.48316	0.00038	2459957.48700	5,525	23:41:16
17-01-2023	22:48:36	2459962.45042		2459962.45417	5,400 mín.	22:54 (pri)
Peranso	21:45:58	2459962.40692	0.00045	2459962.41067	5,402	21:51:21
Mira Pro	21:46:18	2459962.407164	0.000159	2459962.41092	5,402	21:51:43
B.R.N.O.	21:45:41	2459962.40672	0.00036	2459962.41047	5,402	21:51:04



Mynd/Fig. 17a-b. a) Dreifing athugana (lóðr. rákir) yfir ~95 daga tímabil. b) Ákvörðun með ANOVA prófun í Peranso, gaf birtulotu 0,3282 dag. – a) Distribution of observations over a period of ~95 days. b) Period determination with ANOVA method in Peranso suggest a period of 0.3282 day, practically the same as the published value.

Tafla/Table 10. Niðurstöður um birtulotu eru byggðar á sex aðalmyrkvum og tveim millimyrkvum. Í fyrsta dálki: ákvarðaður umferðartími, þá tíðni, viðmiðstími, tímabil, fjöldi mælistaka og glaplíkur. – Results of period and epoch based on a six primary and two secondary eclipses. In first column is period, followed by frequency, epoch, time span, no of observations and finally false alarm probability.

Birtulota (dagar)	Tíðni (fjöldi myrkva/dag)	Viðmiðstími (Epoch)	Tímabil (dagar)	Mælistök	Glaplíkur
Period					
07:52:37 stundir		15.10.2022 kl. 01:27:02	95,225	1332	<sup>1</sup> 0,000
0,3282 0.00005	3.0470±0.0005	(HJD) 2459867,56044			<sup>2</sup> 0,000



Mynd 18. Birtustöðurit byggt á mælingum höfundar. — Phase diagram for V 474 Cam, based on observations by the author.

### 4.3 Umfjöllun

Í athugunum á V 474 Cam, milli 14. október 2022 og 18. janúar 2023, komu fram sex aðalmyrkvar og tveir millimyrkvar. Niðurstöður á birtulotu samræmast viðurkenndum umferðartíma. Myrki 14. október var 1t1m45s á undan spátíma, en 1t2m38s þann 17. janúar. Nam seinkunin 53 sekúndum á 95 dögum eða hálfri sekúndu á dag. Óvenjuleg breyting birtist í birtusveiflunni. Í mælingum fyrir 4. desember var dýpt aðalmyrkva ~0,55 bst. en 0,35 bst. eftir það. Á sama tíma minnkaði birtuhámark úr bst. 11,0 í 11,15, og aðalmyrkvi grynnkaði frá 11,55 í 11,45. Í birtustöðuritinu má einnig sjá að millimyrkvar eftir 4. desember sýna seinkun í samanburði við fyrri lotu. Breytingin er sýnd á birtustöðuritinu (mynd 18). Hvað skýrir þessa óvenjulegu hegðun er óvist en ljóst að stjarnan á aðrar óvenjulegar hliðar en að vera eingöngu hjúpsnertistjarna. Niðurstöður mælinga voru sendar í gagnasafn B.R.N.O. (nr 25937 – 25938, 25941 – 25943 og 26093 – 26095).

*Observations of the EW eclipsing binary V 474 Cam, made between October 14, 2022, and January 18, 2023, revealed six primary and two secondary eclipses. The period duration is consistent with the accepted value. However, the eclipses occurred about an hour earlier than predicted. A time delay that amounted to about 0.5 sec/day during the 95-day session added 53 seconds to the primary eclipse on January 17. An unexpected reduction in brightness appeared. Before December 4 the primary depth was 0.55 magnitude, but thereafter it was 0.35 mag., or 0.2 mag., fainter. The expected mag. 11.0 maximum decreased to 11.1, and the primary depth of mag. 11.55 turned to 11.45, as is apparent in the diagram (Figure 18). The cause of this unusual behaviour is unexplained but prompts attention to this system. It is conceivable that the star has more interesting aspects than just being a contact binary.. The results of the measurements were submitted to the B.R.N.O. database (numbers 25937-25938, 25941-25943, and 26093-26095).*

# Fjarreikistjörnur

Yfirlit um athuganir á völdum fjarreikistjörnum árið 2022.



## 5 K2-30 b (EPIC-210957318 b)

Stjörnuhnit 03 29 22.07 +22 17 57.9 Bst. (V) 13,53 Myrkadýpt 0,0183 bst. Myrkvalengd 141.3 mín.

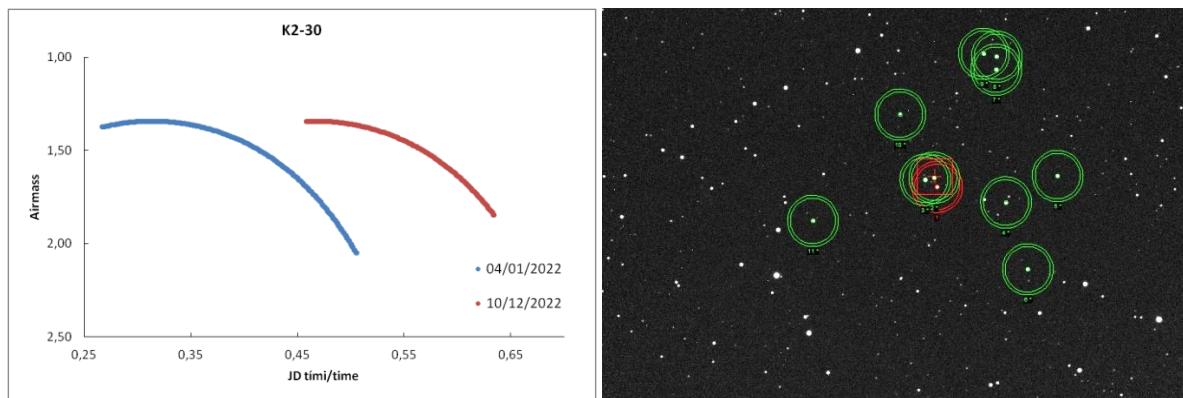
K2-30 b (EPIC 210957318 b) er á braut um GSC 1246:361 (K2-30) í Hrútnum. Fyrst var greint frá athugun á þvergöngu hennar í fimmtu samantekt og er vísað á heimildir um hana þar (Snævarr Guðmundsson 2021).

Nú eru kynntar athuganir sem voru gerðar árið 2022. Þann 4. janúar var spáð að þverganga K2-30 b hæfist kl. 20:00, næði miðju kl. 21:10 og lyki kl. 22:20. Þann 10. desember sama ár, var spáð að þverganga hæfist kl. 23:47, næði miðju kl. 00:57 og lyki kl. 02:07.

### 5.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Í athuganir var notaður 40 cm spegil-/linsusjónauki. Á það við allar athuganir á fjarrekistjörnum árið 2022. Að kvöldi 4. janúar hófust myndatökur kl. 18:24 og var hætt kl. 00:08. Þá höfðu 145 myndir verið teknar með XOPCBB-ljóssíu. Þann 10. desember voru 108 myndir teknar með R-ljóssíu frá kl. 23:00 til 03:12. Að vanda var notuð 2x2 dílaknipping og í báðum tilfellum voru myndir lýstar í 120 sekúndur hver. Í báðum tilfellum gekk stjarnan yfir hábaug og á vesturhimin á meðan þvergöngunum stóð (mynd 19a).

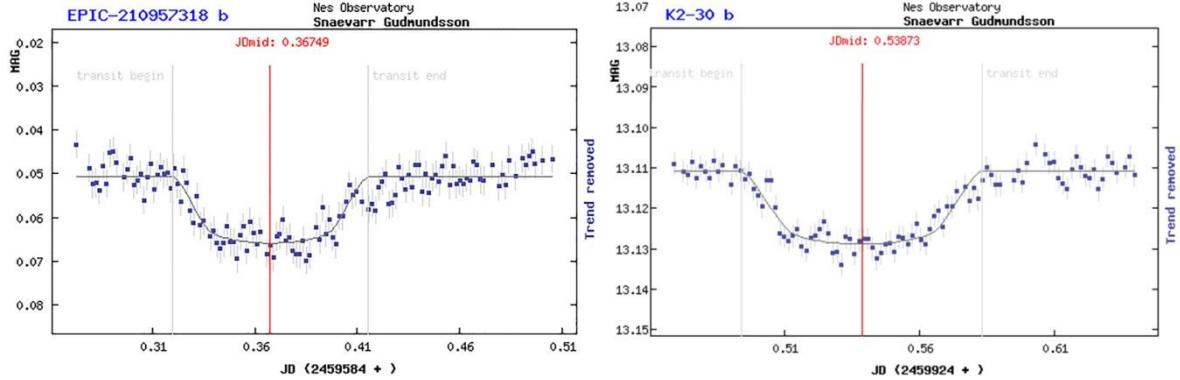
Stjarnan var borin saman við GSC 1246:480 (UCAC 2.0 bst. 12,62) merkt 2\*, GSC 1246:324 (UCAC 2.0 bst. 11,81) merkt 3\*, GSC 1246:499 (bst. 13,0) merkt 4\*, GSC 1246:357 (UCAC 2.0 bst. 12,83) merkt 5\*, GSC 1246:422 (UCAC 2.0 bst. 13,15) merkt 6\*, GSC 1246:394 (UCAC 2.0 bst. 12,64) merkt 7\*, GSC 1246:562 (UCAC 2.0 bst. 12,82) merkt 8\*, GSC 1246:425 (bst. 13,1) merkt 9\*, GSC 1246:383 (UCAC 2.0 bst. 14,03) merkt 10\*og GSC 1246:274 (UCAC 2.0 bst. 13,35) merkt 11\* á mynd 19b.



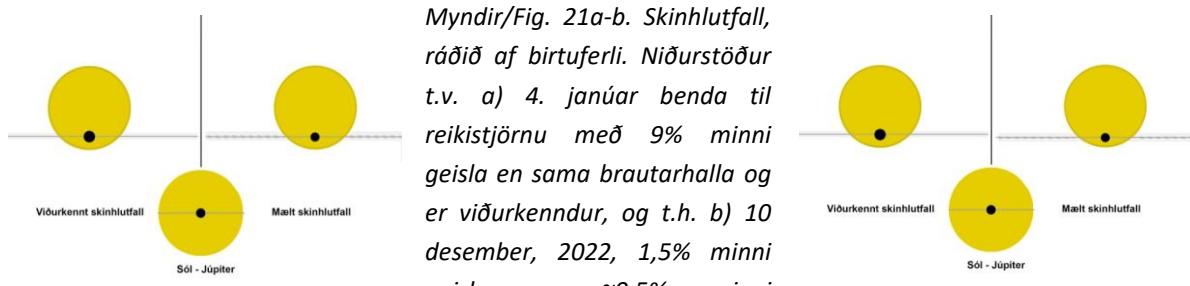
Myndir/Fig. 19a-b. a) Loftmassaferlar K2-30, 4. janúar og 10. desember 2022. b) K2-30 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – a) Airmass plots for K2-30 on January 4, and December 10, 2022. b) K2-30 (red circle) and its comparison stars (green circles) used for magnitude estimations. Vantar legend á 1 mynd.

### 5.2 Niðurstöður

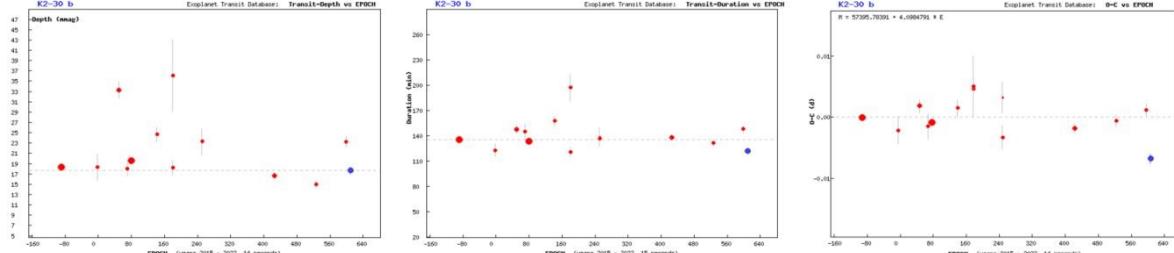
Greinargerðin byggir á niðurstöðum af vefsíðu TRESCA (Poddaný o.fl. 2010) en mælingar eru ævinlega sendar í gagnagrunn þess. Myndir 20a-b sýna atburðarársina (punktar) borna saman við spáðar þvergöngur (lína), og myndir 21a-b skinhlutfall. Myndir 22a-c lýsa a) dýpt myrkvanna í 14 skráðum athugunum frá 2015-2022 í safni TRESCA, b) lengd þvergöngu í 15 mælingum og c) tímafrávikum 14 athugana á O-C rití á sama tímabili. Dýptar-, lengdar- og O-C rit fyrir K2-30 sýna ekki niðurstöður fyrir auðkenni EPIC 210957318 svo ekki er hægt að merkja allar mælingar höfundar á myndirnar.



Myndir/Fig. 20a-b. Mæld birtugildi K2-30, þann a) 4. janúar og b) 10. desember, 2022. Tími er á þverás og birta á löðás. — Results from a) January 4 and b) December 10, 2022. Time is on the x-axis and magnitude on y-axis.



brautarhalla en viðurkennd gildi. — Geometry derived from the measurements. Results from a) January 4 and b) December 10, 2022. Image based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).



Myndir/Fig. 22a-c. Á þverás er fjöldi lotna K2-30 b. Á löðás er skráð a) dýpt (viðurkennt gildi 0,0183 bst.), b) tímalengd og c) tímafrávik í þvergöngum. Brotalínur sýna viðurkennda dýpt, tímalengd og umferðartíma. Blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður frá vefsíðu TRESCA (Poddaný and others 2010). — On the x-axis is the number of recorded cycles of K2-30 b from the beginning of measurements. The y-axis represents the value of a) depth, b) duration and c) O-C determination. Horizontal broken lines determine the accepted values. Blue points are the author's results. All figures are based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).

### 5.3 Umfjöllun

Árið 2022 var tvívegis fylgst með þvergöngu K2-30 b, fyrst 4. janúar og svo 10 desember. Gæði mælinga reyndust viðunandi samkvæmt matskerfi gagnagrunnsins. Niðurstöður voru sendar í gagnagrunn TRESCA (athugun nr. 10204 og 11342).

*Two observations of the transiting K2-30 b were obtained in 2022. The first on January 4, and the second on December 10. The residuals confirm reasonable quality in the acquired data. Results submitted to TRESCA (Observation no 10203 and 11341).*

## 6 Qatar 1 b

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

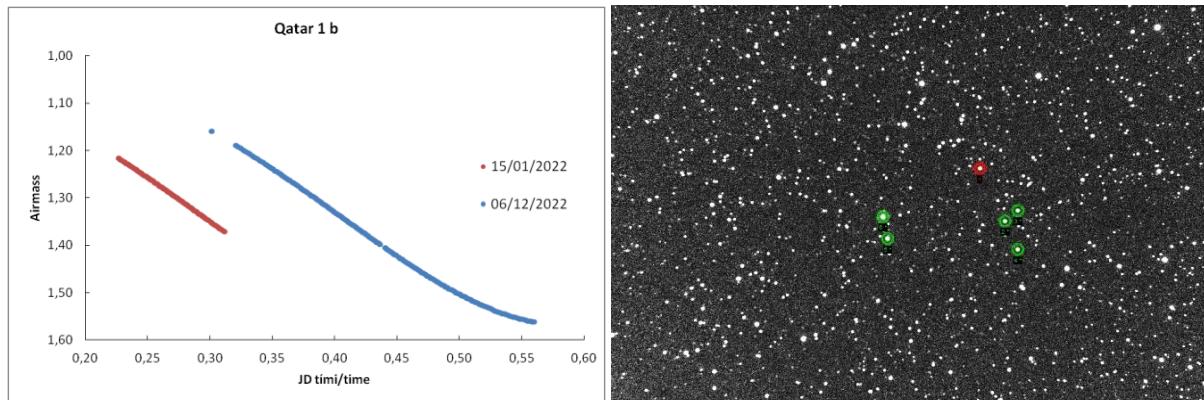
Qatar 1 b er á braut um GSC 4240:470 (Qatar 1) í Drekanum. Á þessum síðum hefur þrívegis verið greint frá mælingum á þvergöngu þessarar fjarrekistjörnu (sjá samantektir 2020, 2021, 2022).

Nú eru kynntar athuganir á þvergöngu Qatar 1 b þann 15. janúar og 6. desember 2022. Þann 15. janúar var spáð að þverganga hæfist kl. 18:22, næði miðju kl. 19:12 og henni lyki kl. 20:02. Þann 6. desember var spáð að þverganga hæfist kl. 22:48, næði miðju kl. 23:38 og henni lyki kl. 00:28.

### 6.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Að kvöldi 15. janúar hófust myndatökur kl. 17:27 og var þeim hætt kl. 19:31, þegar skýjað varð. Þá höfðu 64 myndir verið teknar með XOPCBB-ljóssíu. Þann 6. desember voru 160 myndir teknar með R-ljóssíu frá kl. 19:14 til 01:27. Að vanda var notuð 2x2 dílaknipping og voru myndir lýstar í 90 sekúndur hver. Í báðum tilfellum var stjarnan að hnígá á vesturhimin meðan á þvergöngunum stóð (mynd 23a).

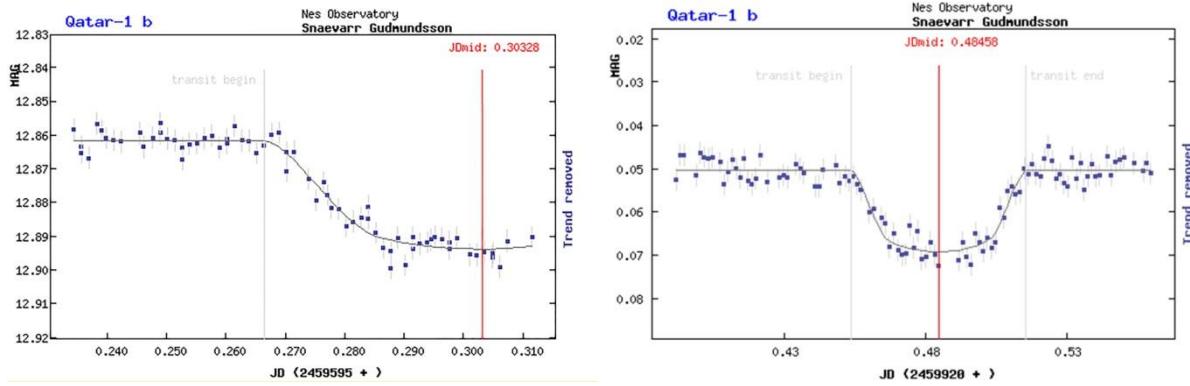
Stjarnan var borin saman við GSC 4240:111 (USNO B bst. 13,22) merkt 2\*, GSC 4240:266 (USNO B bst. 13,18) merkt 3\*, GSC 4240:57 (USNO B bst. 12,20) merkt 4\* GSC 4240:16 (USNO B bst. 11,98) merkt 5\* og GSC 4240:34 (bst. 11,04) merkt 6\* á mynd 23b.



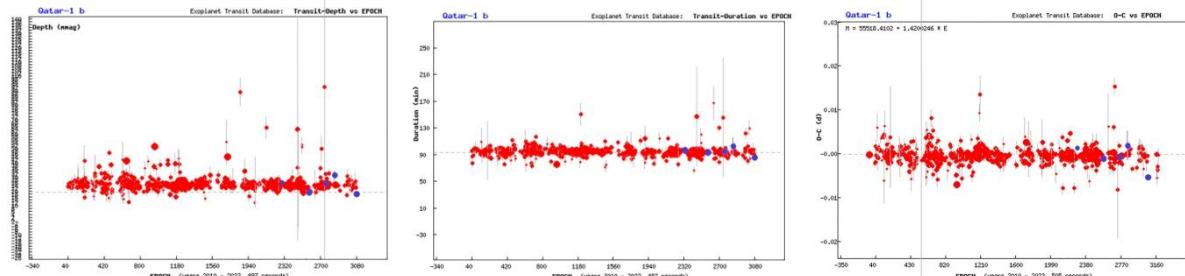
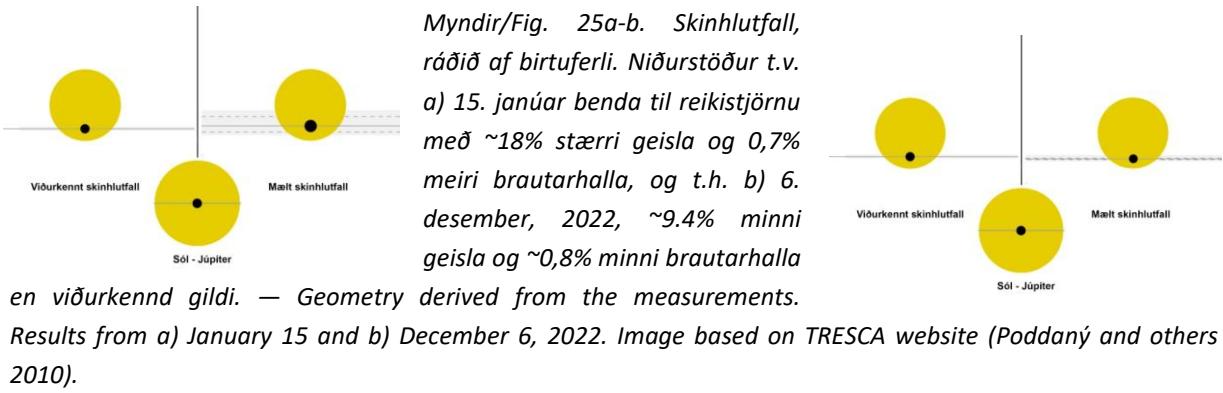
Myndir/Fig. 23a-b. a) Loftmassaferill Qatar 1 15. janúar og 6. desember 2022. b) Qatar 1 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – a) Airmass plots for Qatar 1 on January 15, and December 6, 2022. b) Qatar 1 (red circle) and its comparison stars (green circles) used for magnitude estimations. Vantar legend á 1 mynd.

### 6.2 Niðurstöður

Greinargerðin byggir á niðurstöðum sem birtar eru á vefsíðu TRESCA (Poddaný o.fl 2010), en mælingin var send í gagnasafn þess. Myndir 24a-b sýna atburðarásina (punktar) borna saman við líkan spáðrar þvergöngu (lína), og myndir 25a-b skinhlutfall. Myndir 26a-c lýsa a) dýpt myrkvanna í 497 skráðum athugunum frá 2010-2022 í safni TRESCA, b) lengd þvergöngu í 482 mælingum og c) tímafrávikum 505 athugana á O-C riti á sama tímabili.



Myndir/Fig. 24a-b. Mæld birtugildi Qatar 1, a) 15. janúar og b) 6. desember, 2022. Tími er á þverás og birta á lóðás. – Results from a) January 15 and b) December 6, 2022. Time is on the x-axis and magnitude on y-axis.



Myndir/Fig. 26a-b. Á þverás er fjöldi lotna Qatar 1 b. Á lóðás er skráð a) dýpt (viðurkennt gildi 0,0204 bst.), b) tímalengd og c) tímafrávik í þvergöngum. Brotalínur sýna viðurkennda dýpt, tímalengd og umferðartíma. Blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður frá vefsíðu TRESCA (Poddaný and others 2010). – On the x-axis is the number of recorded cycles of Qatar 1 b since beginning of measurements. The y-axis represents the value of a) depth, b) duration and c) O-C determination. Horizontal broken lines determine the accepted values. Blue points are the author's results. All figure are based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).

### 6.3 Umfjöllun

Tvílegis var fylgst með þvergöngu Qatar 1 b árið 2022, þann 15. janúar og 6. desember. Í fyrra skiptið varð skýjað í þann mund sem þvergangan var hálfnuð. Niðurstöður voru sendar í gagnagrunn TRESCA (athuganir nr. 10259 og 11151). Höfundur hefur í fimm skipti fylgst með þvergöngu þessarar fjarrekistjörnu.

*Two observations of the transiting Qatar 1 b were obtained in 2022. The first on January 15, and the second on December 6. In the first observation the sky turned cloudy near mid-transit. Nevertheless the residuals confirm good quality in the acquired data. Results submitted to TRESCA (Observation no 10259 and 11151).*

## 7 HAT-P-56 b

Stjörnuhnit 06 43 23.54 +27 15 08.4 Bst.(V) 10,908 Myrkvadýpt 0,012 Bst. Myrkvalengd 136 mín.

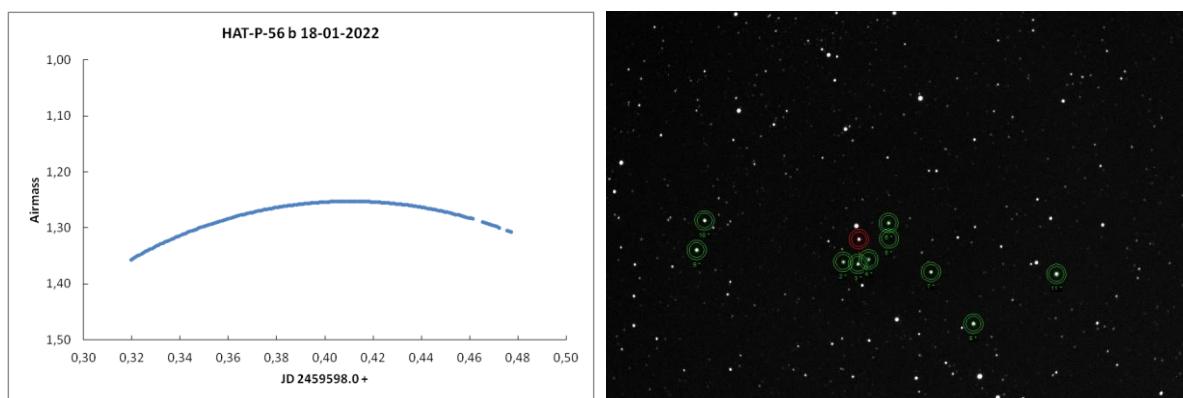
HAT-P-56 b er á braut um GSC 1901:976 (HAT-P-56), en sú er rúmar  $4^{\circ}$  norðan við Mebsuta ( $\epsilon$  Gem) í Tvíburum. Reikistjarnan uppgötvaðist í mæligönum sem aflað var eftir 2011-2012 með HATNet sjónaukunum (Hungarian Automated Telescope Network) sem eru sérhæfðir til leitar að fjarreikistjörnum. Geisli reikistjörnunnar er óvenju stór og móðurstjarnan snýst hratt um möndul sinn (Huang o. fl. 2015). Helstu stikar sem kynntir eru á vefsíðu Exoplanet.eu (úr frumheimild) eru: fjarlægðin er talin  $323 \pm 16$  parsek. (1053 ljósár), móðurstjarnan hefur 1,42 sólarmassa, reikistjarnan 2,18 Júpítermassa og umferðartíminn er 2,79083 dagar (EPE 2024). Í ágúst 2022 höfðu fimm greinar birst sem tengast bessari fjarreikistjörnu.

Hér er kynnt mæling á þvergöngu HAT-P-56 b þann 18. janúar 2022. Var spáð að þverganga hæfist kl. 20:40, næði miðju kl. 21:49 og henni lyki kl. 22:58.

### 7.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Myndatökur hófust kl. 19:38 og var hætt kl. 23:30. Stjarnan gekk yfir hábaug meðan á þvergöngunni stóð (mynd 27a). 177 myndir voru teknar með R-ljóssí og 60 sekúndna tökutíma og 2x2 dílaknippingu.

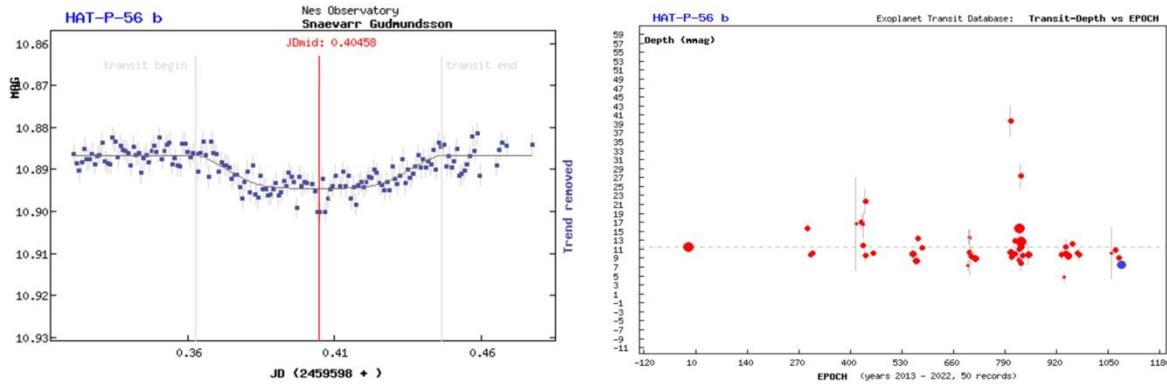
Stjarnan var borin saman við GSC 1901:1106 (UCAC 2.0 bst. 12,45) merkt 2\*, GSC 1901:762 (UCAC 2.0 bst. 11,86) merkt 3\*, GSC 1901:1522 (UCAC 2.0 bst. 12,81) merkt 4\*, GSC 1901:1274 (UCAC 2.0 bst. 12,61) merkt 5\*, GSC 1901:1356 (UCAC 2.0 bst. 12,21) merkt 6\*, GSC 1901:1210 (UCAC 2.0 bst. 11,90) merkt 7\*, GSC 1901:1173 (bst. 10,37) merkt 8\*, GSC 1901:1305 (UCAC 2.0 bst. 10,40) merkt 9\* og, GSC 1901:1536 (UCAC 2.0 bst. 11,11) merkt 10\*, á mynd 27b.



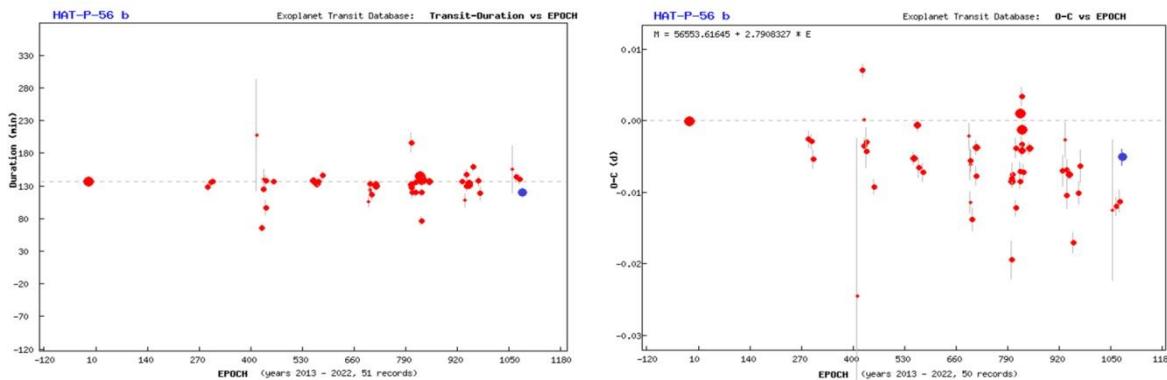
Myndir/Fig. 27a-b. a) Loftmassaferill HAT-P-56 þann 18. janúar 2022. b) HAT-P-56 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – a) Airmass plots for HAT-P-56 on January 18, 2021. b) HAT-P-56 (red circle) and its comparison stars (green circles) used for magnitude estimations.

### 7.2 Niðurstöður

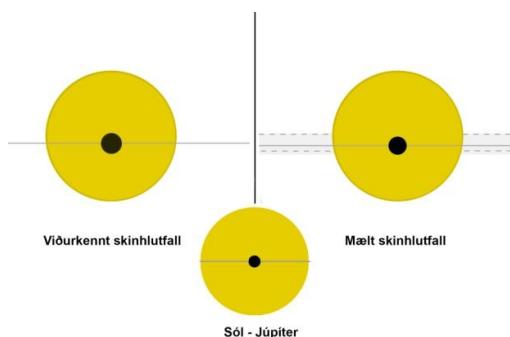
Þessi greinargerð byggir á niðurstöðum sem birtar eru á vefsíðu TRESCA (Poddaný o.fl. 2010), en mælingin var send í gagnasafn þess. Mynd 28a sýnir atburðarásina (punktar) borna saman við líkan spáðrar þvergöngu (lína). Mynd 28b lýsir dýpt myrkvanna í 50 skráðum athugunum frá 2013-2022 í safni TRESCA. Mynd 29a lýsir því hve nærrí áætlaðri lengd þvergöngu 51 mælingar falla á sama tímabili og 29b tímafrávikum 50 athugana við O-C. Mynd 30 sýnir skinhlutfall, þ.e. hve mikil fjarreikistjarnan skyggir á móðurstjörnuna í þvergöngu.



Myndir/Fig. 28a-b. a) Mæld birtugildi HAT-P-56 þann 18. janúar 2022. Tími er á þverás og birta á lóðás. b) Dýpt þvergöngu samkv. TRESCA. Brotalínan sýnir viðurkennda dýpt (0.012 bst.). Blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður fengnar á vefsþærði TRESCA. — a) Results from January 18, 2022. Time is on the x-axis and magnitude on the y-axis. b) Transit depth comparison. Results obtained from the website of TRESCA (Poddaný and others 2010).



Myndir/Fig. 29a-b. a) Tímalengd þvergöngu. Fjöldi þvergangna (lotur) á þverás en tími á lóðás. b) O-C rit á sama tímabili. Lotur á þverás (tímaás) með tímafrávik á lóðás. Blá gildi eru mælingar höfundar. — a) Duration of transits and b) O-C determination. Blue points are the author's results. Results based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).



Mynd/Fig. 30. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. Niðurstöðurnar frá 18. janúar 2022 benda til reikistjörnu með ~18% minni geisla og 0,4% minni brautarhalla en viðurkennd gildi. Myndin var fengin á vefsþærði TRESCA og aðlöguð fyrir skýrsluna. — Geometry derived from measurements. Image based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).

### 7.3 Umfjöllun

Þann 18. janúar 2022 fylgdist höfundur í fyrsta sinn með þvergöngu HAT-P-56 b. Ský tók að draga yfir frá norðri upp úr kl. 21:00 og eftir kl. 23:30 var tökum hætt vegna þeirra. Niðurstöður voru sendar í gagnagrunn TRESCA (athugun nr. 10263).

*The author's first observation of HAT-P-56 b transit was made on January 18, 2022. Near mid-transit clouds gradually built up and terminated the observation earlier than planned. Results submitted to TRESCA (Observation no 10263).*

## 8 HAT-P-22 b

Stjörnuhnit 10 22 43.73 + 50 07 41.1 Bst. (V) 9,37 Myrkvadýpt 0,0119 bst. Myrkvalengd 172,2 mín.

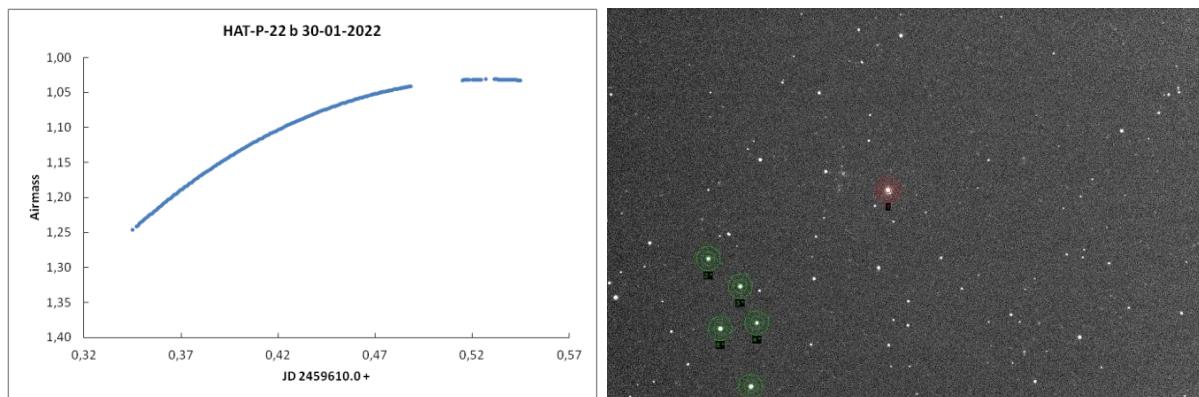
HAT-P-22 b er á braut um SAO 27626 (HAT-P-22) í Stórabirni. Í sjöttu samantekt var sagt frá tveim þvergöngum fjarreikistjörnunnar, sem fylgst var með árið 2021, ásamt því að þá var vísað í heimildir (Snævarr Guðmundsson 2022).

Nú er kynnt athugun sem gerð var 30. janúar 2022. Þá var spáð að þverganga hæfist kl. 21:06, næði miðju kl. 22:32 og henni lyki kl. 23:58.

### 8.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Myndatökur hófust kl. 20:16 og hætt kl. 01:04. Stjarnan gekk yfir hábaug meðan á þvergöngunni stóð (mynd 31a). Teknar voru 212 myndir með XOPCBB-ljóssíu og 45 sekúndna tökutíma og 2x2 dílknapplingu.

Stjarnan var í borin saman við GSC 3441:677 (bst. 12,4) merkt 2\*, GSC 3441:370 (bst. 11,68) merkt 3\*, GSC 3441:566 (bst. 12,50) merkt 4\*, GSC 3441:1256 (bst. 10,69) merkt 5\* og GSC 3441:569 (bst. 11,30) merkt 6\* á mynd 31b.

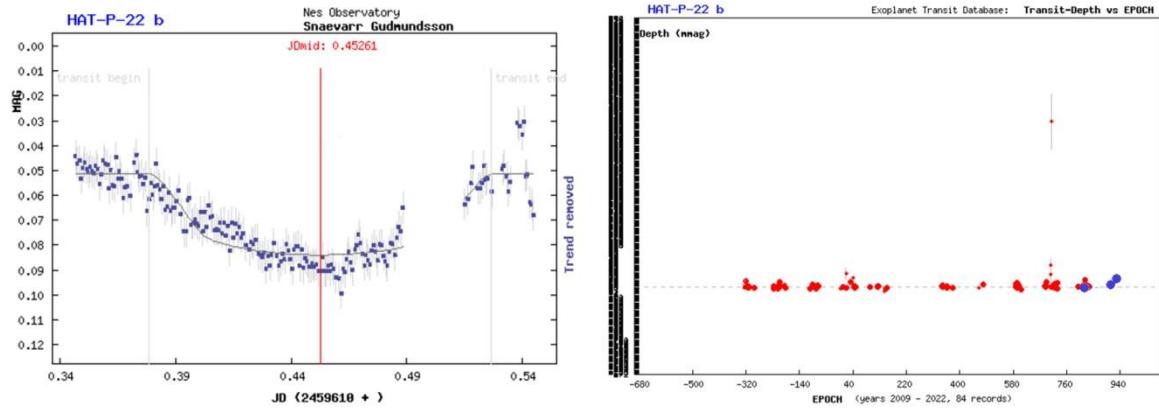


Myndir/Fig. 31a-b. a) Loftmassaferill HAT-P-22 þann 30. janúar 2022. b) HAT-P-22 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – a) Airmass plots for HAT-P-22 on January 30, 2022. b) HAT-P-22 (red circle) and its comparison stars (green circles) used for magnitude estimations.

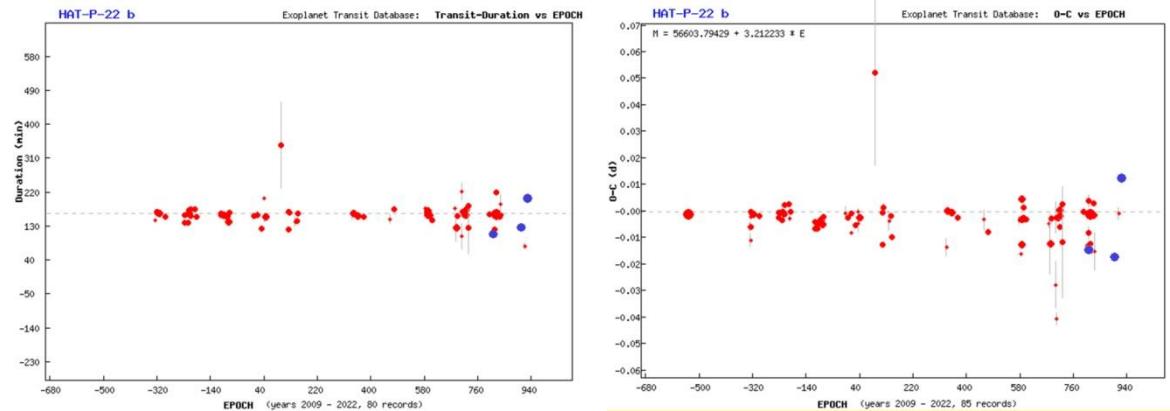
### 8.2 Niðurstöður og umfjöllun

Greinargerðin byggir sem fyrr á niðurstöðum sem birtar eru á vefsþáði TRESCA (Poddaný o.fl. 2010), en mælingin var send í gagnasafn þess. Mynd 32a sýnir atburðarásina (punktar) borna saman við líkan spáðrar þvergöngu (lína). Mynd 32b lýsir dýpt myrkvanna í 84 skráðum athugunum frá 2009-2022 í safni TRESCA. Mynd 33a lýsir því hve nærrí áætlaðri lengd þvergöngu 80 mælingar falla á sama tímabili og mynd 33b sýnir tímafrávik 85 athugana miðað við O-C. Mynd 34 sýnir skinhlutfall, þ.e. hve mikið fjarreikistjarnan skyggir á móðurstjörnuna í þvergöngu.

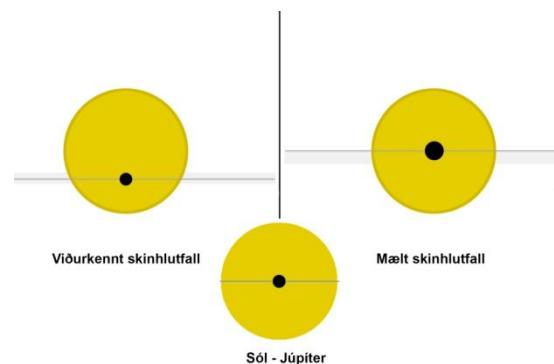
Þann 18. janúar 2022 var fylgst með þvergöngu HAT-P-22 b í þriðja sinn. Eyða í ljósmælingunni, eftir miðju þvergöngunnar, skýrist af því að leiðsögustjarna tapaðist. Slíkt getur gerst þegar ský hylja sýn eða sjónaukinn skelfur í vindu. Nokkuð brösuglega gekk að máta við viðmiðsstjörnur. Niðurstöður voru sendar í gagnagrunn TRESCA (athugun nr. 10289).



Myndir/Fig. 32a-b. a) Mæld birtugildi HAT-P-22 þann 30. janúar 2022. Tími er á þverás og birta á lóðás. b) Dýpt þvergöngu samkv. TRESCA. Brotalínan sýnir viðurkennda dýpt (0.0119 bst.). Blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður fengnar á vefsþærði TRESCA. — a) Results from January 30, 2022. Time is on the x-axis and magnitude on the y-axis. b) Transit depth comparison. Results obtained from the website of TRESCA (Poddaný and others 2010).



Myndir/Fig. 33a-b. a) Tímalengd þvergöngu. Fjöldi þvergangna (lotur) á þverás en tími á lóðás. b) O-C rit á sama tímabili. Lotur á þverás (tímaás) með tímafrávik á lóðás. Blá gildi eru mælingar höfundar. — a) Duration of transits and b) O-C determination. Blue points are the author's results. Results based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).



Mynd 34. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. Niðurstöðurnar frá 30. janúar 2022 benda til reikistjörnu með 63% stærri geisla og 3,5% meiri brautarhalla en viðurkennd gildi. Myndin var fengin á vefsþærði TRESCA og aðlöguð fyrir skýrsluna. — Geometry derived from measurements. Image based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).

This was the author's third observation of the transiting HAT-P-22 b, made from the Nes Observatory on January 30, 2021. Results submitted to TRESCA (Observation no 10288).

## 9 HAT-P-54 b

Stjörnuhnit 06 39 35.51 +25 28 57.15 Bst. (V) 13,505 Myrkadýpt 0,0265 bst. Myrkvalengd 107,83 mín.

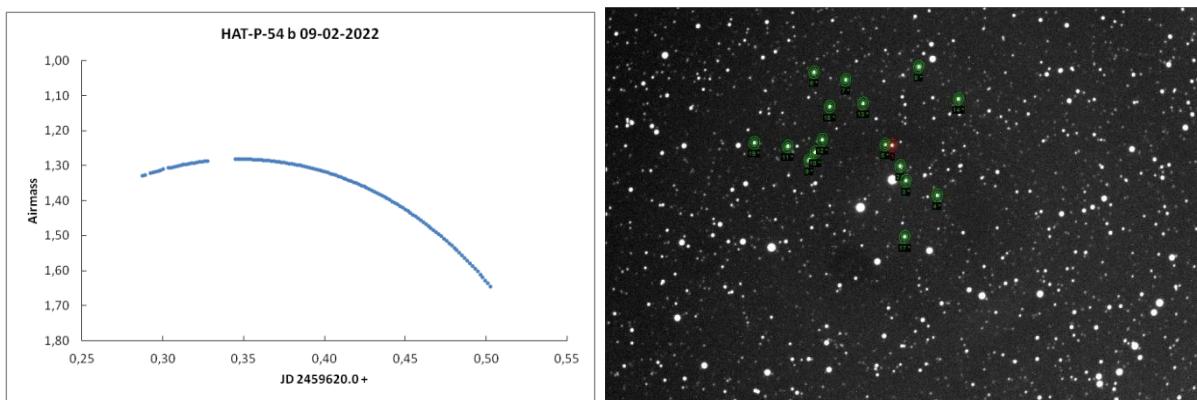
HAT-P-54 b er á braut um GSC 1884:168 (HAT-P-54) í Tvíburum. Í sjöttu samantekt kynnti höfundur sína fyrstu athugun á þvergöngu hennar, sem gerð var í mars 2021 (Snævarr Guðmundsson 2022). Þar er vísað í frekari upplýsingar um bakgrunn hennar.

Þann 9. febrúar 2022 var aftur fylgst með þvergöngu HAT-P-54 b. Þá var spáð að þverganga hæfist kl. 19:52, næði miðju kl. 20:47 og að henni lyki kl. 21:41.

### 9.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Myndatökur hófust kl. 18:57 og var hætt kl. 00:05. Þá höfðu 119 myndir verið teknar með R-ljóssíu. Að vanda var notuð 2x2 dílaknipping og myndir lýstar í 120 sekúndur hver. Stjarnan gekk yfir hábaug og hneig á vesturhiminn á meðan tökur fóru fram (mynd 35a).

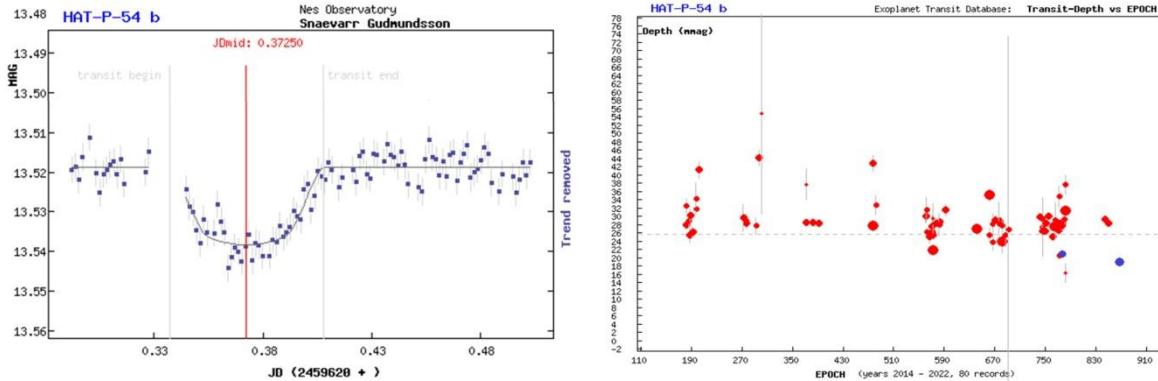
Stjarnan var í borin saman við GSC 1884:538 (bst. 12,8) merkt 2\*, GSC 1884:768 (UCAC 2.0 bst. 13,03) merkt 3\*, 2MASS 281329095 (UCAC 2.0 bst. 12,61) merkt 4\*, UCAC4-578-032550 (bst. 14,27) merkt 5\*, GSC 1884:1545 (UCAC 2.0 bst. 12,62) merkt 6\*, GSC 1884:1640 (UCAC 2.0 bst. 12,99) merkt 7\*, GSC 1884:390 (UCAC 2.0 bst. 11,98) merkt 8\*, 2MASS 281329095 (UCAC 2.0 bst. 11,86) merkt 9\*, GSC 1884:751 (UCAC 2.0 bst. 12,76) merkt 10\*, GSC 1884:836 (UCAC 2.0 bst. 12,14) merkt 11\*, 2MASS 281329095 (UCAC 2.0 bst. 13,44) merkt 12\*, 2MASS 281329095 (UCAC 2.0 bst. 13,15) merkt 13\*, GSC 1884:99 (UCAC 2.0 bst. 12,62) merkt 14\*, GSC 1884:124 (UCAC 2.0 bst. 12,85) merkt 17\*, 2MASS 281329095 (UCAC 2.0 bst. 13,46) merkt 18\*, og 2MASS 281329095 (UCAC 2.0 bst. 12,63) merkt 19\* á mynd 35b.



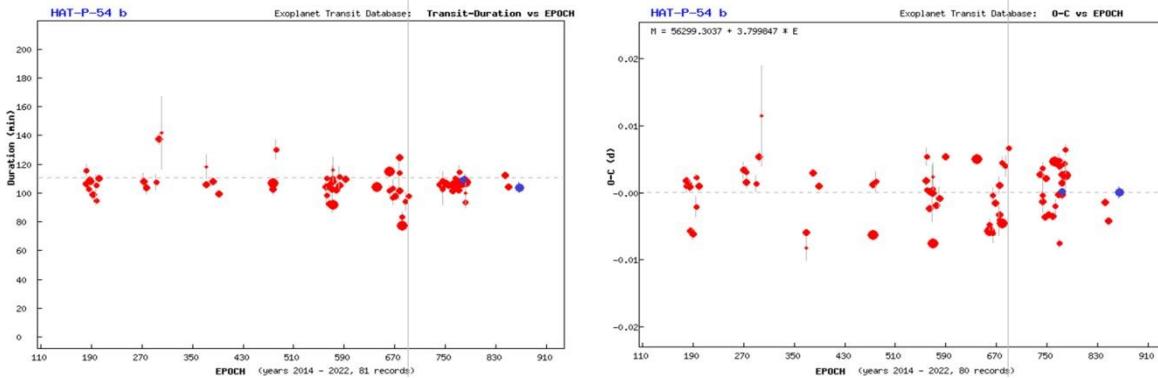
Myndir/Fig. 35a-b. a) Loftmassaferill HAT-P-54, 9. febrúar 2022. b) HAT-P-54 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – a) Airmass plots for HAT-P-54 on February 9, 2022. b) HAT-P-54 (red circle) and its comparison stars (green circles) used for magnitude estimations.

### 9.2 Niðurstöður

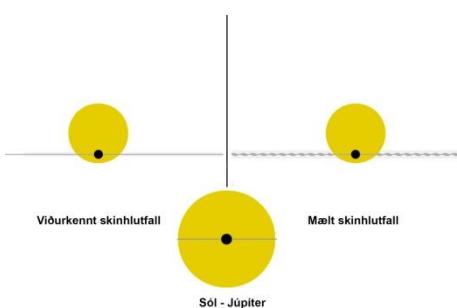
Greinargerðin byggir sem fyrr á niðurstöðum af vefsíði TRESCA (Poddaný o.fl. 2010), en mælingin var send í gagnasafn þess. Mynd 36a sýnir atburðarásina, þ.e. mælinguna (punktar) borna saman við þvergönguspá (lína). Mynd 36b lýsir ljósdeyfingu móðurstjörnu í 80 skráðum þvergögum frá 2014-2022 í safni TRESCA. Mynd 37a lýsir lengd þvergangna og niðurstöðum úr 81 mælingu á sama tímabili og 37b sýnir tímafrávik (O-C) 80 athugana. Mynd 38 sýnir skinhlutfall, þ.e. hve mikil fjarrekistjarnan skyggir á móðurstjörnuna í þvergöngu.



Myndir/Fig. 36a-b. a) Mæld birtugildi HAT-P-54 þann 9. febrúar 2022. Tími er á þverás og birta á lóðás. b) Dýpt þvergöngu samkv. TRESCA. Brotalínan sýnir viðurkennda dýpt (0.0265 bst.). Blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður fengnar á vefsþærði TRESCA. — a) Results from January 18, 2022. Time is on the x-axis and magnitude on the y-axis. b) Transit depth comparison. Results obtained from the website of TRESCA (Poddaný and others 2010).



Myndir/Fig. 37a-b. a) Tímalengd þvergöngu. Fjöldi þvergangna (lotur) á þverás en tími á lóðás. b) O-C rit á sama tímabili. Lotur á þverás (tímaás) með tímafrávik á lóðás. Blá gildi eru mælingar höfundar. — a) Duration of transits and b) O-C determination. Blue points are the author's results. Results based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).



Mynd/Fig. 38. Skinhlfall, ráðið af birtuferli. Niðurstöðurnar frá 18. janúar 2022 benda til reikistjörnu með  $\sim 11\%$  minni geisla en viðurkennd gildi en sama brautarhalla. Myndin var fengin á vefsþærði TRESCA og aðlöguð fyrir skýrluna. — Geometry derived from measurements. Image based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).

### 9.3 Umfjöllun

Fylgst var með þvergöngu HAT-P-54 b í annað sinn þann 9. febrúar 2022. Ský dró fyrir á tímabilinu 19:50-20:15. Á þeim tíma var innganga fjarrekistjörnunnar að hefjast. Niðurstöður voru sendar í gagnagrunn TRESCA (athugun nr. 10299).

*The author's second observation of HAT-P-54 b transit occurred on February 9, 2022. Unfortunately it clouded up briefly between 19:50 to 20:15, shortly before the ingress. Results submitted to TRESCA (Observation no 10298).*

## 10 Kepler-12 b

Stjörnuhnit 19 04 58.42 +50 02 25.27 Bst. (V) 13,438 Myrkvadýpt 0,0174 bst. Myrkvalengd 282 mín.

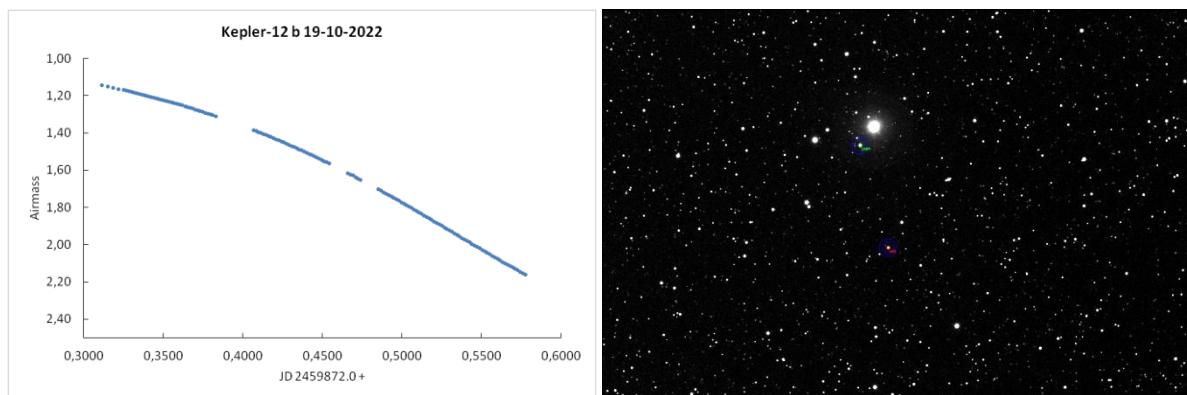
Kepler-12 b er á braut um GSC 3549:844 (Kepler-12) í Drekanum. Reikistjarnan uppgötvaðist í mæligögnum Kepler-sjónaukans sem aflað var fyrir 2010 og var tilvist hennar staðfest árið 2011. Lofthjúpur reikistjörnunnar er útþaninn og massi hennar líttill svo að þéttleikinn mælist  $0,1 \text{ g cm}^{-3}$ , segja Fortney o.fl. (2011). Helstu stíkar sem kynntir eru á vefsíðu Exoplanet.eu (úr frumheimild) eru: fjarlægðin er talin  $904 \pm 10$  parsek. (2947 ljósár), móðurstjarnan hefur 1,17 sólarmassa, reikistjarnan 0,432 Júpítermassa og umferðartíminn er 4.4379629 dagar (EPE, 2024). Í maí 2023 höfðu 14 greinar birst sem tengast þessari fjarreikistjörnu.

Hér er kynnt athugun sem gerð var þann 19. október 2022. Þá var spáð að þverganga hæfist kl. 20:32, næði miðju kl. 22:53 og henni lyki kl. 01:14.

### 10.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Myndatökur hófust kl. 19:25 og var hætt kl. 01:52. Stjarnan gekk vestur frá hábaugi þegar tökur hófust meðan þvergöngunni stóð (mynd 39a). Teknar voru 137 myndir með R-ljóssíu og 120 sekúndna tökutíma og 2x2 dílknippingu.

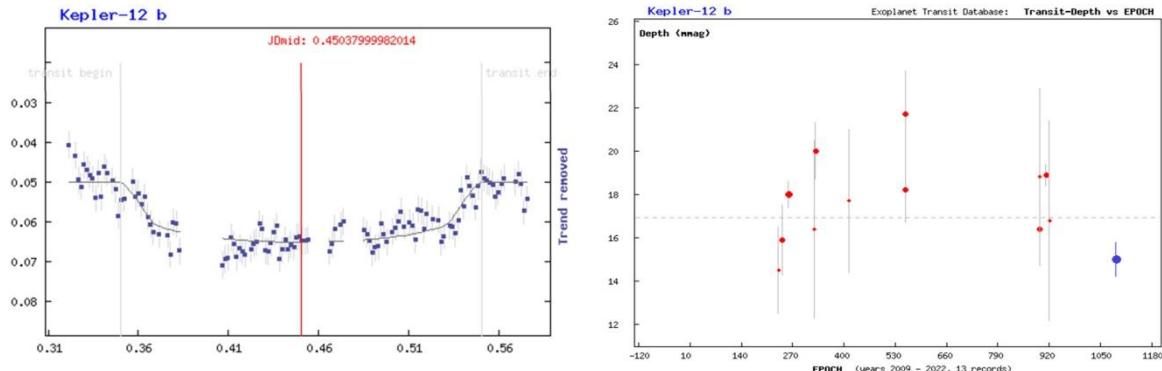
Stjarnan var borin saman við GSC 3549:417 (USNO B bst. 12,80) merkt 1\*, GSC 3549:12 (USNO B bst. 14,12) merkt 2\*, GSC 3549:660 (USNO B bst. 13,49) merkt 3\* og GSC 3549:629 (USNO B bst. 12,04) merkt 4\* á mynd 39b.



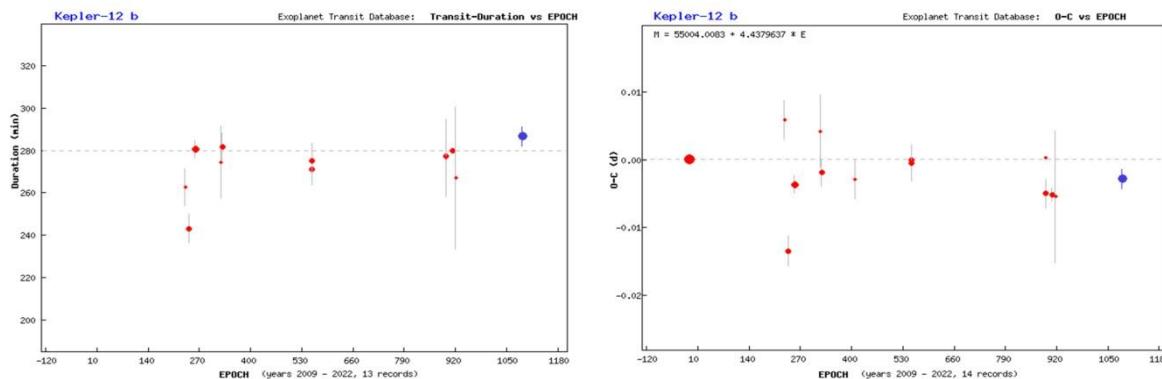
Myndir/Fig. 39a-b. a) Loftmassaferill Kepler-12 þann 19. október 2022. b) Kepler-12 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – a) Airmass plots for Kepler-12 on October 19, 2022. b) Kepler-12 (red circle) and its comparison stars (green circles) used for magnitude estimations.

### 10.2 Niðurstöður og umfjöllun

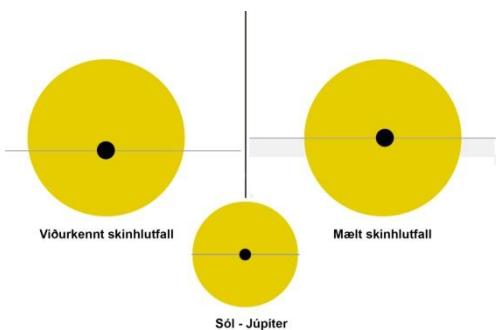
Greinargerðin byggir sem fyrr á niðurstöðum sem birtar eru á vefsvæði TRESCA (Poddaný o.fl. 2010), en mælingin var send í gagnasafn þess. Mynd 40a sýnir atburðarásina (punktar) borna saman við líkan spáðrar þvergöngu (lína). Mynd 40b lýsir dýpt myrkvanna í 13 skráðum athugunum frá 2009-2022 í safni TRESCA. Mynd 41a lýsir hvé nærri áætlaðri lengd þvergöngu 13 mælingar falla á sama tímabili og 41b sýnir tímafrávik 14 athugana við O-C. Mynd 42 sýnir skinhlutfall, þ.e. hvé mikil fjarreikistjarnan skyggir á móðurstjörnuna í þvergöngu.



Myndir/Fig. 40a-b. a) Mæld birtugildi Kepler-12 þann 19. október 2022. Tími er á þverás og birta á lóðás. b) Dýpt þvergöngu samkv. TRESCA. Brotalínan sýnir viðurkennda dýpt (0.0174 bst.). Blátt gildi er mæling höfundar. Niðurstöður fengnar á vefsþærði TRESCA. — a) Results from October 19, 2022. Time is on the x-axis and magnitude on the y-axis. b) Transit depth comparison. Results obtained from the website of TRESCA (Poddaný and others 2010).



Myndir/Fig. 41a-b. a) Tímalengd þvergöngu. Fjöldi þvergangna (lotur) á þverás en tími á lóðás. b) O-C rit á sama tímabili. Lotur á þverás (tímaás) með tímafrávik á lóðás. Blá gildi eru mælingar höfundar. — a) Duration of transits and b) O-C determination. Blue points are the author's results. Results based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).



Mynd 42. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. Niðurstöðurnar frá 19. október 2022 benda til reikistjörnu með 0,3% stærri geisla og 1,3% meiri brautarhalla en viðurkennd gildi. Myndin var fengin á vefsþærði TRESCA og aðlöguð fyrir skýrsluna. — Geometry derived from measurements. Image based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).

Fylgst var með þvergöngu Kepler-12 b þann 19. október 2022. Þvergangan tók 4 tíma og 42 mínútur og er með þeim lengstu sem höfundur hefur fylgst með. Niðurstöður voru sendar í gagnagrunn TRESCA (athugun nr. 11138).

*Observation of the transiting Kepler-12 b was obtained from Nes Observatory in October 19, 2022. The 4.7 hour long transit is amongst the longest the author have observed. Results submitted to TRESCA (Observations no 11138).*

## 11 Kelt-23 A b

Stjörnuhnit 15 28 35.19 + 66 21 31.54 Bst. (V) 10,31 Myrkvadýpt 0,0226 bst. Myrkvalengd 137 mín.

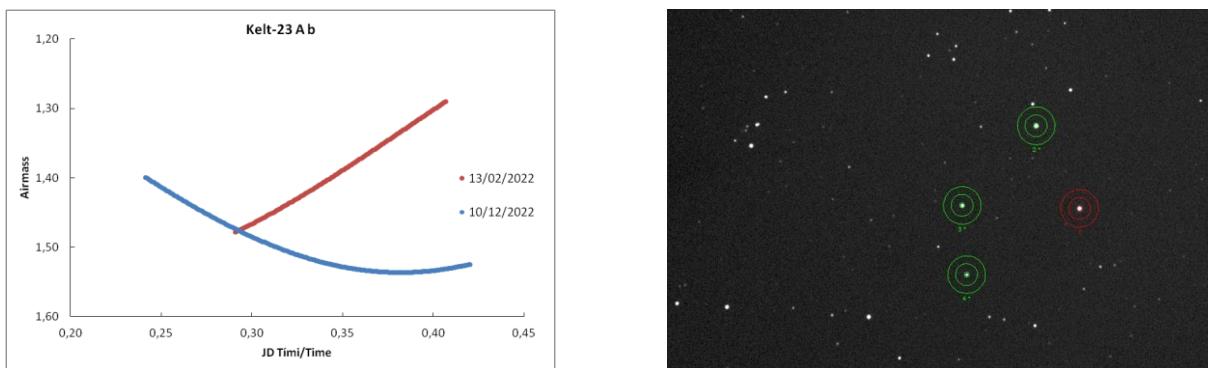
KELT-23 A b er á braut um GSC 4187:996 (KELT-23) í Litlabirni. Reikistjarnan uppgötvaðist í mæligönum sem aflað var með nyrðri KELT (Kilodegree Extremely Little Telescope) sjónaukanum, sem er staðsettur í Arizona. Markmið KELT verkefnisins er leit að fjarrekistjörnum við stjörnur af birtustigi 8–10. Eins og auðkennið gefur til kynna er Kelt-23 tvístirni og er fjarrekistjarna á braut um A stjörnuna. B stjarnan er talsvert daufari en getur haft áhrif í athugunum með sjónaukum sem aðgreina ekki parið (Johns o.fl. 2019). Helstu stikar sem kynntir eru á vefsíðu Exoplanet.eu (úr frumheimild) eru: fjarlægðin er talin  $125 \pm 35$  parsek. (407 ljósár), móðurstjarnan er 0,942 sólarmassa, reikistjarnan 0,938 Júpítermassi og umferðartíminn er 2,255251 dagur (EPE, 2024). Í ágúst 2023 höfðu þrjár greinar birtst sem tengjast þessari fjarrekistjörnu.

Höfundur fylgdist með þvergöngu Kelt-23 A b dagana 13. febrúar og 10. desember 2022. Þann 13. febrúar var spáð að þverganga hæfist kl. 19:36, næði miðju kl. 20:44 og henni lyki kl. 21:53. Þann 10. desember var spáð að þverganga hæfist kl. 18:48, næði miðju kl. 19:38 og henni lyki kl. 20:40.

### 11.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Þann 13. febrúar hófust myndatökur kl. 18:57. Þeim var hætt kl. 21:46, vegna skýja en seinna létti til. Þá höfðu 165 myndir verið teknar með R-ljóssíu. Þann 10. desember voru 241 myndir teknar með R-ljóssíu frá kl. 19:14 til 01:27. Að vanda var notuð 2x2 dílkning og voru myndir lýstar í 45 sekúndur hver. Í fyrri athugun var stjarnan að hniga á norðvesturhimni á meðan þvergöngunum stóð. Í seinni athugun var hún að rísa (mynd 43a).

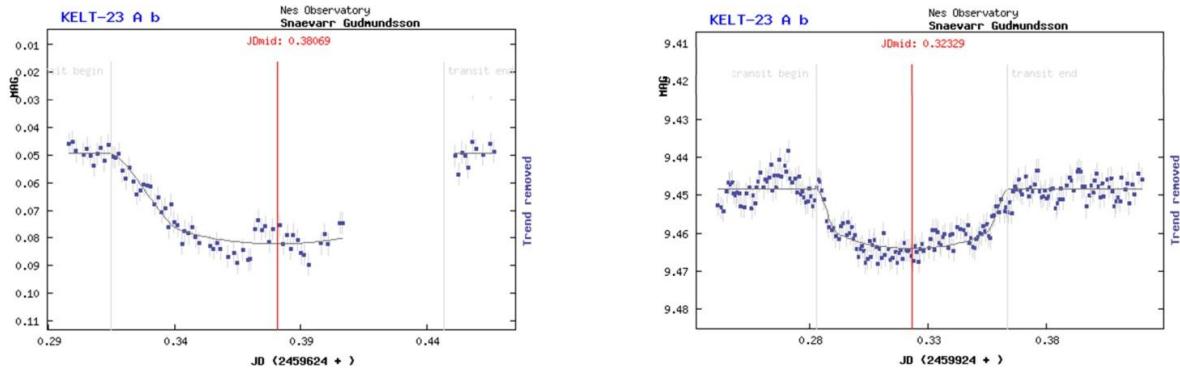
Stjarnan var í bæði skiptin borin saman við GSC 4187:980 (bst. 10,85) merkt 2\*, GSC 4187:913 (bst. 12,1) merkt 3\* og GSC 4187:493 (bst. 13,06) merkt 4\* á mynd 43b.



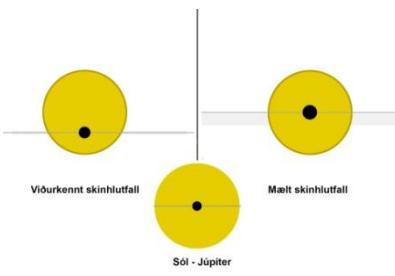
Myndir/Fig. 43a-b. a) Loftmassaferlar Kelt-23 A þann 13. febrúar og 10. desember 2022. b) Kelt-23 A (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – a) Airmass plots for Kelt-23 A on February 13 and December 10, 2022. b) Kelt-23 A (red circle) and its comparison stars (green circles) used for magnitude estimations.

### 11.2 Niðurstöður

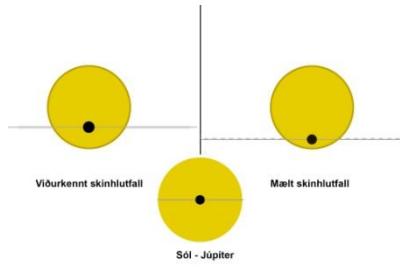
Greinargerðin byggir á niðurstöðum sem birtar eru á vefsíði TRESCA (Poddaný o.fl 2010), en mælingin var send í gagnasafn þess. Myndir 44a-b sýnir atburðarásina (punktar) borna saman við líkan spáðrar þvergöngu (lína), og myndir 45a-b skinhlutfall. Myndir 45a-c lýsa a) dýpt myrkvanna í 14 skráðum athugunum frá 2022–2023 í safni TRESCA, b) lengd þvergöngu í 15 mælingum og c) tímafrávikum 14 athugana á O–C riti á sama tímabili.



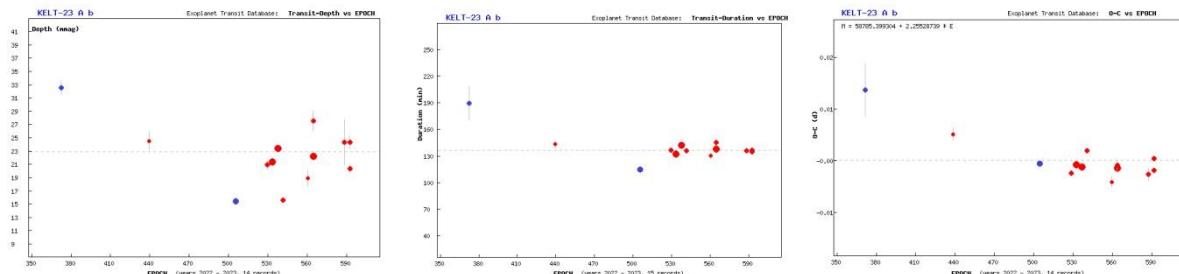
Myndir/Fig. 44a-b. Mæld birtugildi Kelt-23 A, a) 13. febrúar og b) 10. desember, 2022. Tími er á þverás og birta á löðás. — Results from a) February 13 and b) December 10, 2022. Time is on the x-axis and magnitude on y-axis.



Myndir/Fig. 45a-b. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. Niðurstöður t.v. a) 13. febrúar benda til reikistjörnu með ~26% stærri geisla og 4,7% meiri brautarhalla, og t.h. b) 6. desember, 2022, ~12.2% minni geisla og ~2,6% minni brautarhalla en viðurkennd gildi. — Geometry



derived from the measurements. Results from a) February 13 and b) December 10, 2022. Image based on TRESCA website (Poddaný and others 2010).



Myndir/Fig. 46a-b. Á þverás er fjöldi lotna Kelt-23 A b. Á löðás er skráð a) dýpt (viðurkennt gildi 0,0226 bst.), b) tímalengd og c) tímafrávik í þvergöngum. Brotalínur sýna viðurkennda dýpt, tímalengd og umferðartíma. Blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður frá vefsþæði TRESCA (Poddaný o.fl. 2010). — On the x-axis is the number of recorded cycles of Kelt-23 A b since beginning of measurements. The Y-axis presents the values of a) depth, b) duration, and c) O-C determination. Horizontal broken lines determine the accepted values. Blue points are the author's results. All figures are based on the TRESCA website (Poddaný and others 2010).

### 11.3 Umfjöllun

Tvílegis var fylgst með þvergöngu Kelt-23 A b árið 2022, þann 13. febrúar og 10. desember. Í fyrra skiptið varð skýjað þegar þvergangan var hálfnuð. Var það fyrsta athugunin á þessari fjarrekistjörnu sem er skráð í gagnagrunn ETD. Niðurstöður voru sendar í gagnagrunn TRESCA (athugun nr. 11142 og 11251).

*Two observations of the transiting Kelt-23 A b were obtained in 2022. The first on February 13 and December 10. The sky turned cloudy near mid-transit in the first observation. Results submitted to TRESCA (Observation no. 11142 and 11251).*

## 12 HAT-P-53 b

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

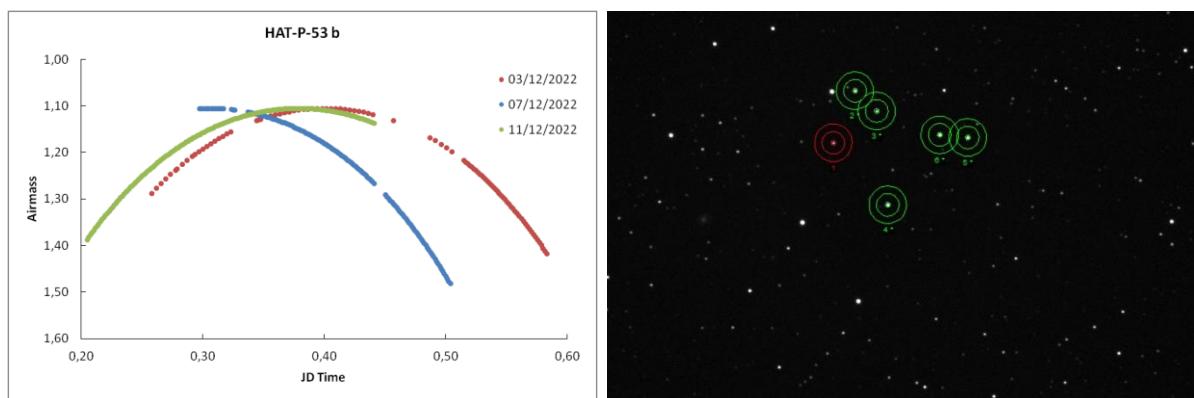
Fjarreikistjarnan HAT-P-53 b gengur um stjörnuna GSC 2813:1266, sem er í Andrómedu. Áður hefur verið skýrt frá mælingum á henni á þessum síðum, ásamt því að vísað var á heimildir (sjá samantektir 2019, 2020). Þrjár athuganir á henni voru gerðar árið 2022. Nú hafa því sex athuganir verið gerðar á þessari fjarreikistjörnu frá Hornafirði.

### 12.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Þann 3. desember var spáð að þverganga hæfist kl. 21:53, næði miðju kl. 23:17 og henni lyki kl. 00:41. Tökur hófust kl. 18:04 og lauk kl. 02:00. Þá höfðu 125 myndir verið teknar; 40 með V-litsú og 85 myndir með R-litsú. Lýsingartími 120 sekúndur. Þann 7. desember var spáð að þverganga hæfist kl. 20:03, næði miðju kl. 21:27 og lyki kl. 22:51. Tökur hófust kl. 19:05 og var hætt kl. 00:05. Þá höfðu 142 myndir verið teknar. Lýsingartími 90 sekúndur. Þann 11. desember var spáð að þverganga hæfist kl. 18:13, næði miðju kl. 19:37 og lyki kl. 21:00. Tökur hófust kl. 16:52 og var hætt kl. 22:34. Þá höfðu 171 mynd verið teknar. Lýsingartími var 100 sekúndur.

Í seinni tveim tilvikunum var eingöngu notuð R-ljóssía og alltaf 2x2 dílaknipping. Stjarnan var í eða gekk yfir hábaug meðan á þvergöngunum stóð og var lengst af ágætlega staðsett fyrir mælingar (mynd 47a).

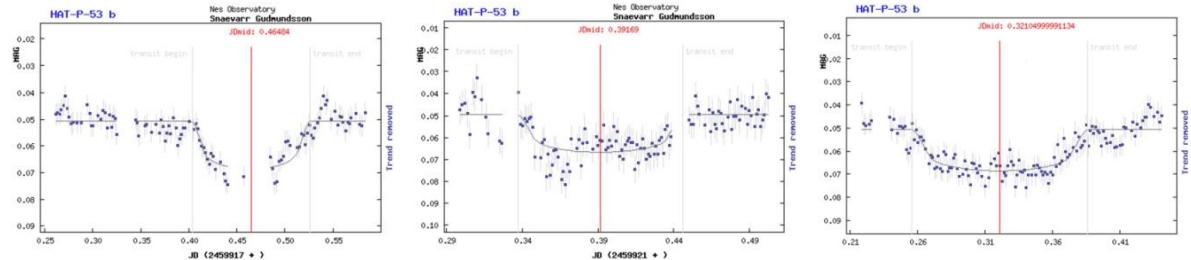
Í mælingunum var stjarnan borin saman við GSC 2813:1628 (UCAC 2.0 bst. 12,47) merkt 2\* á mynd 69, GSC 2813:1766 (UCAC 2.0 bst. 12,93) merkt 3\*, GSC 2813:1203 (UCAC 2.0 bst. 11,88) merkt 4\*, GSC 2813:325 (UCAC 2.0 bst. 11,96) merkt 5\* og GSC 2813:1288 (UCAC 2.0 bst. 11,82) merkt 6\* á mynd 47b.



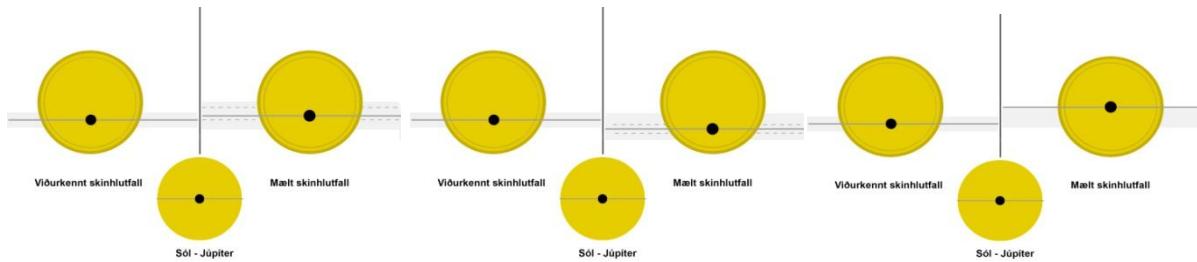
Myndir/Fig. 47a-b. a) Loftmassaferlar HAT-P-53 dagana 3., 7. og 11. desember 2022. b) HAT-P-53 (í rauðum hrung) og viðmiðsstjörnur (grænir hrungir). – a) Airmass plots for HAT-P-53 on December 3, 7, and 11, 2022. b) HAT-P-53 (red circle) and its comparison stars (green circles) used for magnitude estimations.

### 12.2 Niðurstöður

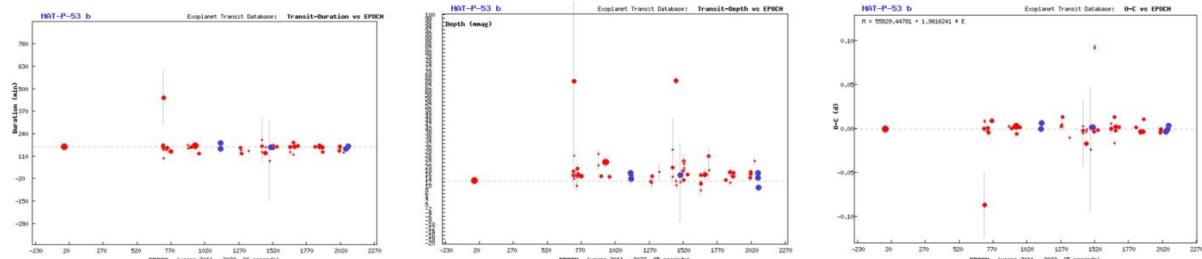
Greinargerðin byggir sem fyrr á niðurstöðum sem birtar eru á vefsþæði TRESCA (Poddaný o.fl. 2010), en mælingarnar voru sendar í gagnasafn þess. Myndir 48a-c sýna atburðarárs í þvergöngunum (punktar) borna saman við spálíkön (lína), myndir 49a-c sýna skinhlutfall, byggt á niðurstöðum úr sömu mælingum. Mynd 50a lýsir dýpt myrkvanna í 65 skráðum athugunum frá 2011-2022 í safni TRESCA. Mynd 50b lýsir því hve nærrí áætlaðri lengd þvergöngu 66 mælingar falla og mynd 50c lýsir tímafrávikum 65 athugana á O–C riti á sama tímabili.



Myndir/Fig. 48a-c. Mæld birtugildi HAT-P-53, að kvöldi a) 3. desember, b) 7. desember og c) 11. desember 2022. Tími er á þverás og birta á lóðás. —Results from a) December 3, b) December 7 and c) December 11, 2022. Time is on the x-axis and magnitude on the y-axis.



Mynd 49a-c. Niðurstöður sýna reikistjörnu sem er með a) 4,5% stærri geisla og sama brautarhalla þann 3. desember, b) 12,3% stærri geisla og 2,2% minni brautarhalla þann 7. desember og c) 15% minni geisla og 0,1% minni brautarhalla þann 11. desember 2022 en viðurkennd gildi. —Geometry derived from measurements on a) December 3, b) December 7 and c) December 11, 2022.



Myndir/Fig. 50a-c. Á þverás er fjöldi lotna HAT-P-53 b. Á lóðás er skráð a) dýpt (viðurkennt gildi 0.0135 bst.), b) tímалengd og c) tímafrávik í þvergöngum. Brotalínur sýna viðurkennda dýpt, tímалengd og umferðartíma. Blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður frá vefsþæði TRESCA (Poddaný o.fl. 2010). —On the x-axis is the number of recorded cycles of HAT-P-53 b since beginning of measurements. The Y-axis presents the values of a) depth, b) duration, and c) O-C determination. Horizontal broken lines determine the accepted values. Blue points are the author's results. All figures are based on the TRESCA website (Poddaný and others 2010).

### 12.3 Umfjöllun

Í desember 2022 var þríegis fylgst með þvergöngu HAT-P-53 b. Mælingarnar voru ekki góðar samkvæmt matskerfi gagnagrunns TRESCA. Slíkt getur skýrst af veðurfarsaðstæðum eða að samanburðarstjörnur eru ekki góðar. Niðurstöður voru sendar í gagnagrunn TRESCA (athuganir nr. 11149, 11173 og 11286)

*Three observations of the transiting HAT-P-53 b were obtained from Nes Observatory in 2021. The residuals confirm only the fair quality of the acquired data. Results submitted to TRESCA (Observations no. 11148, 11173 and 11285).*

## 13 Qatar 4 b

Stjörnuhnit 00 19 26.22 +44 01 39.4 Bst. (V) 13,6 Myrkadýpt 0,0215 bst. Myrkvalengd 128 mín.

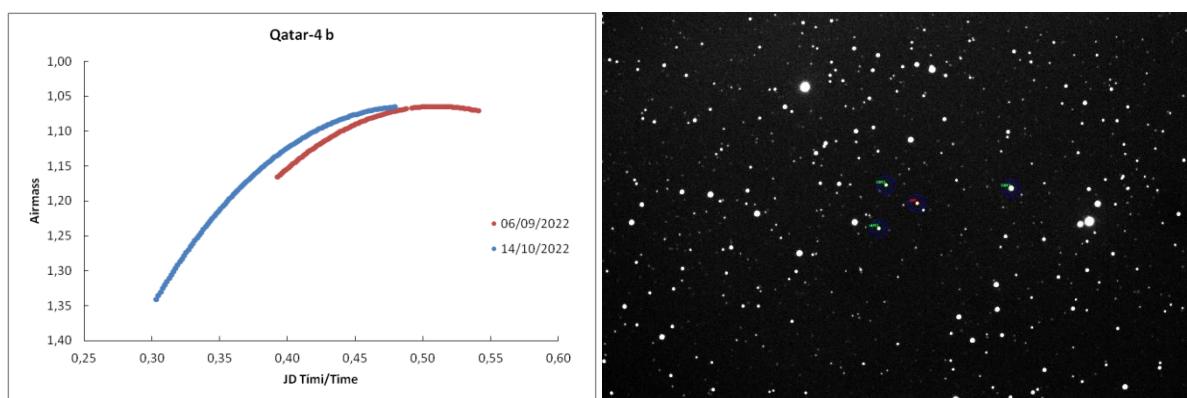
Fjarreikistjarnan Qatar 4b er á braut um stjörnuna GSC 2794:1333 (Qatar 4) í Andrómedu. Á þessum síðum hefur verið greint frá fimm athugunum á þvergöngu þessarar fjarreikistjörnu (sjá samantektir 2020, 2021 og 2022).

Nú eru kynntar tvær athuganir á þvergöngu Qatar 4 b, frá 2022. Þann 6. september var spáð að þverganga hæfist kl. 22:32, næði miðju kl. 23:36 og henni lyki kl. 00:49. Þann 14 október var spáð að þverganga hæfist kl. 20:24, næði miðju kl. 21:29 og henni lyki kl. 22:33.

### 13.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Þann 6. september hófust myndatökur kl. 21:23 og var þeim hætt kl. 00:59, þegar skýjað varð. Þá höfðu 88 myndir verið teknar með R-ljóssíu. Þann 14 október voru 112 myndir teknar með R-ljóssíu frá kl. 19:14 til 23:30. Að vanda var notuð 2x2 dílaknipping og voru myndir lýstar í 120 sekúndur hver. Í báðum tilfellum var stjarnan að ganga upp á austurhimin meðan á þvergöngunum stóð (mynd 51a).

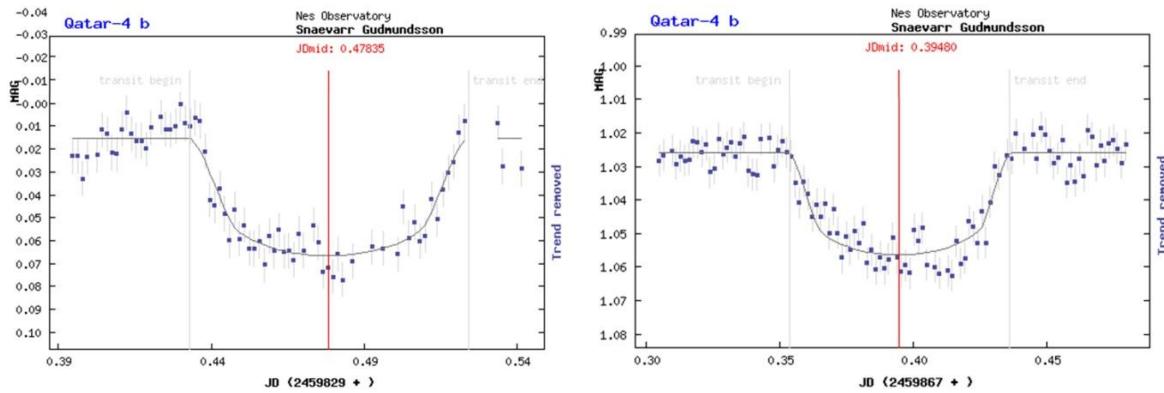
Stjarnan var borin saman við GSC 2794:513 (UCAC 2.0 bst. 13,35) merkt 2\*, GSC 2794:861 (UCAC 2.0 bst. 13,72) og GSC 2794:1889 (UCAC 2.0 bst. 11,05) merkt 4\* á mynd 51b.



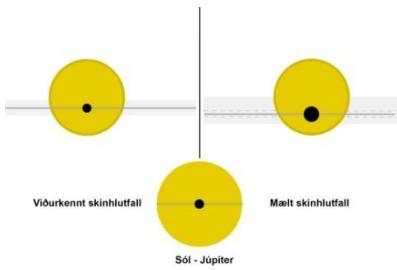
Myndir/Fig. 51a-b. a) Loftmassaferlar Qatar 4 dagana 6. september og 14. október 2022. b) Qatar 4 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – a) Airmass plots for Qatar 4 on September 6, and October 14, 2022. b) Qatar 4 (red circle) and its comparison stars (green circles) used for magnitude estimations.

### 13.2 Niðurstöður

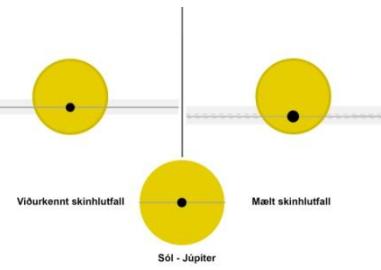
Greinargerðin byggir á niðurstöðum sem birtar eru á vefsíðu TRESCA (Poddaný o.fl 2010), en mælingin var send í gagnasafn þess. Myndir 52a-b sýnir atburðarásina (punktar) borna saman við líkan spáðrar þvergöngu (lína), og myndir 53a-b skinhlutfall. Myndir 54a-c lýsa a) dýpt myrkvanna í 130 skráðum athugunum frá 2015-2024 í safni TRESCA, b) lengd þvergöngu í 131 mælingu og c) tímafrávikum 130 athugana á O-C riti á sama tímabili.



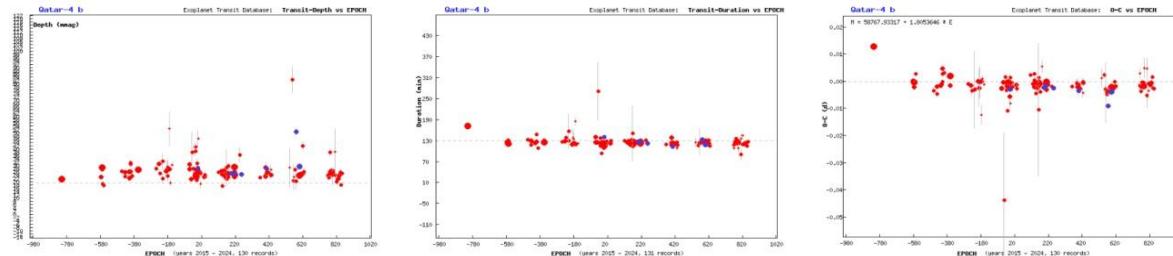
Myndir/Fig. 52a-b. Mæld birtugildi Qatar 4, a) 6. september og b) 14 október, 2022. Tími er á þverás og birta á löðás. — Results from a) September 6, and b) October 14, 2022. Time is on the x-axis and magnitude on y-axis.



Myndir/Fig. 53a-b. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. Niðurstöður t.v.  
a) 6. september benda til reikistjörnu með ~57% stærri geisla og 1,5% minni brautarhalla, og t.h. b) 14 október, 2022, ~21% stærri geisla og ~2,5% minni



brautarhalla en viðurkennd gildi. — Geometry derived from the measurements. Results from a) September 6, and b) October 14, 2022. Image based on TRESKA website (Poddaný and others 2010).



Myndir/Fig. 54a-b. Á þverás er fjöldi lotna Qatar 4 b. Á löðás er skráð a) dýpt (viðurkennt gildi 0,0215 bst.), b) tímalengd og c) tímafrávik í þvergöngum. Brotalínur sýna viðurkennda dýpt, tímalengd og umferðartíma. Blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður frá vefsíðu TRESKA (Poddaný o.fl. 2010). — On the x-axis is the number of recorded cycles of Qatar 4 b since beginning of measurements. The Y-axis presents the values of a) depth, b) duration, and c) O-C determination. Horizontal broken lines determine the accepted values. Blue points are the author's results. All figures are based on the TRESKA website (Poddaný and others, 2010).

### 13.3 Umfjöllun

Árið 2022 var fylgst með þvergöngu Qatar 4 b þann 6. september og 14 október. Í báðum tilfellum benda niðurstöður til stærri reikistjörnu en viðurkennt gildi, sérstaklega í fyrra skiptið. Skýringar gætu falist í því hvaða samanburðarstjörnur eru notaðar. Niðurstöður voru sendar í gagnagrunn TRESKA (athugun nr. 11187 og 11195). Höfundur hefur í sjö skipti fylgst með þvergöngu þessarar fjarreikistjörnu.

Observations of the transiting Qatar 4 b were obtained on September 6 and October 14, 2022. Both imply a larger planet than the accepted value. This may be explained by which stars are used for comparison or how the algorithm treats the data. Results submitted to TRESKA (Observation no. 11187 and 11195).

## Önnur viðfangsefni

Yfirlit um athuganir á lausþyrringum og litrófsmælingum árið 2019.



## 14 Þyrrpingin NGC 7789

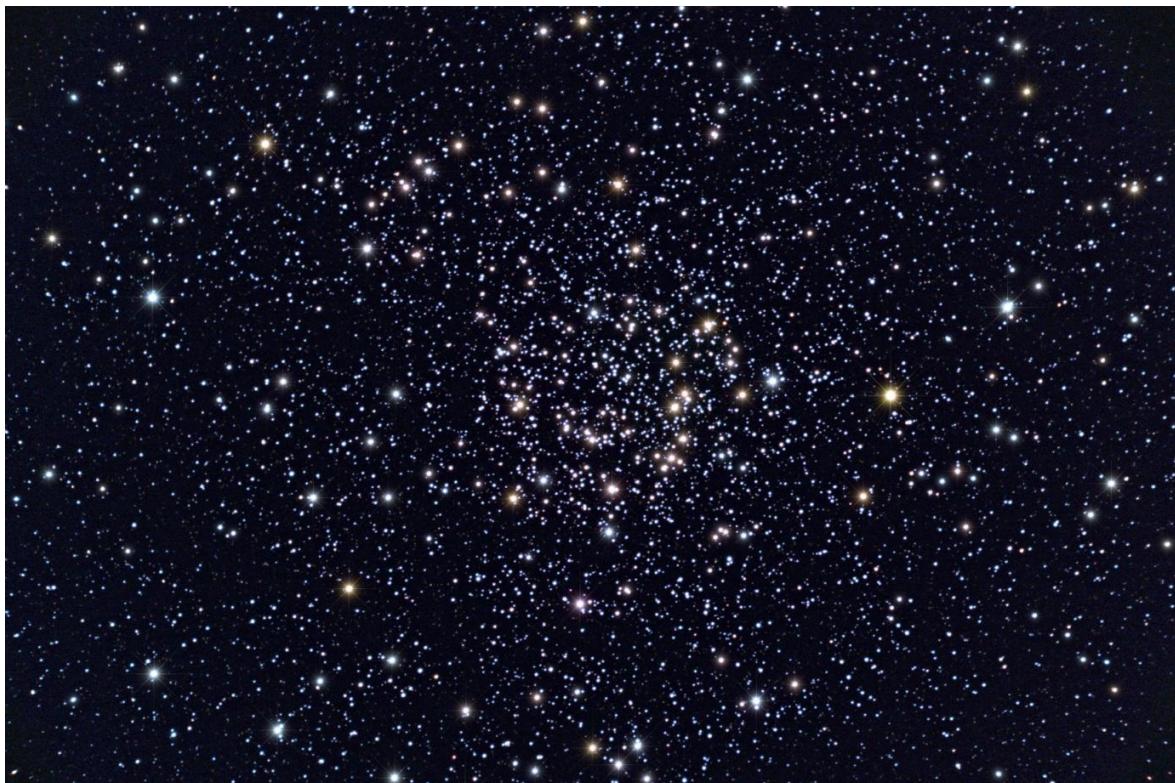
Stjörnuhnit 23 57 24.06 +56 42 29.8

Bst. (V) 6,7

Sýndarst. 25' x 25'

Fjarlægð 6763 ljósár

NGC 7789 er lausþyrrping í stjörnumerkini Kassíópeiu. Hún situr í þunnumkringlu Vetrarbrautarinnar sem er rík af stjörnum. Caroline L. Herschel (1750-1848), systir og samstarfsfélagi stjörnufræðingsins Friedrich W. Herschel (1738-1822), uppgötvaði hana árið 1783. Hún er því gjarnan kölluð *þyrrping Karólínu*. Í NGC skránni er henni lýst sem mjög viðri, þéttri og auðugri af stjörnum af birtustigi 11-18 (Dreyer 1888). Í Trumplers-flokkun (viðauki A) skilgreindist hún sem III 1r, það er „afmörkuð rík þyrrping stjarna af svipuðu birtustigi, án merkjanlegrar þéttigar (kjarna) og stjörnurnar meira og minna jafnt dreifðar (Trumpler 1930).“ Myndir staðfesta talsverðan fjölda daufra stjarna og bjarta rauðrisa en engar bláhvítar risastjörnur eru á meðal þeirra (mynd 55).



Mynd/Fig. 55. NGC 7789. – The rich cluster at center is NGC 7789 (Caroline's Cluster), which contains several red giant members.

Á fyrstu áratugum 20. aldar voru uppi getgátur um hvort NGC 7789 væri lausþyrrping, kúluþyrrping eða einhvers konar millistig. Þá hafði verið sýnt fram á að minnst 1100 stjörnur af birtustigi (bst.) 13-20 tilheyra henni (Shapley 1920; Reddish 1954). Og spurningar um hvort hún væri gisin kúluþyrrping og rauðu risastjörnurnar einkennandi fyrir slíkar þyrrpingar, útkljáðust ekki fyrr en eftir miðja 20. öld. Niðurstöður Burbidge og Sandage (1958), úr fyrstu yfirgrípsmiklu rannsókninni, skáru úr um að rauðrisarnir voru af því tagi sem eru í lausþyrrpingum. En niðurstöðurnar bentu einnig til að hún væri gömul. Nýlegar mælingar staðfesta fjölda daufra meginraðarstjarna og nú er talið að minnst 3000 stjörnur myndi hana (Gao 2018; Cantat-Gaudin & Anders 2020). Það gerir hana að einni auðugustu lausþyrrpingu sem þekkist í Vetrarbrautinni. Henni má lýsa sem sæg meginraðarstjarna, flestum daufum, ásamt fjölda rauðra risa sem hafa þróast af meginröð og sitja í beltí sem er nefnt *rauðrisagreinin* (hér eftir RGB greinin) á Hertzsprung-Russell (H-R) lit- og birtulínuriti. Gim o.fl. (1998) mátu >15000 stjörnur innan svæðis sem markast af 18 bogamínútna (') geisla út frá miðju þyrrpingarinnar.

Nýlegar mælingar með gervitunglinu Gaia (DR2) ákvarða NGC 7789 í 6763 ljósára fjarlægð og 632 ljósár sunnan miðbaugs Vetrarbrautarinnar (Cantat-Gaudin & Anders 2020). Í þá átt frá okkur séð verður ljós stjarnanna fyrir umtalsverðri roðnun (ljósdeyfingu) vegna mikils ryks (Gao 2018). Það vekur athygli hve misjafnar niðurstöður um roðnun hafa fengist. Mælingar Gim o.fl. (1998) bentu samt til þess að roðnunin yfir sýndarsvið þyrpingarinnar sé fremur jöfn. Svæðisbundinn breytileiki ljósdeyfingar getur bjagað mæliniðurstöður ef ekki er tekið tillit til þess.

Samkvæmt þyrpingaskrá Kharchenkos o.fl. (2005) er sýndarþvermál kjarnans 12 bogamínútur (geisli 6') og útmarka 32,4'. Í nýlegri þyrpingaskrá Cantat-Gaudin & Anders (2020) sem byggir á mælingum Gaia, ákvarðast þvermál þess svæðis, þar sem helmingur stjarna situr, rúmar 25' (geisli 12,66'). Í febrúar 2024 voru 517 greinar skráðar í Simbad gagnagrunninum (CDS 2024) sem tengjast þyrpingunni beint eða óbeint.

Þyrpingin er heppilega staðsett fyrir athuganir frá Íslandi því að hún fer næri hvirfilpunktí. Þar má mynda í gegnum minnstan loftmassa og taka skarpar myndir. Þessi staðreynsd var höfundi hvatning til að afla gagna sem nota mætti til að meta fjarlægð, roðnun og aldur þyrpingarinnar með meginraðarmátun. Þegar þyrpingin er mynduð við slík skilyrði með 40 cm sjónauka má nema fjölda stjarna vegna þess hve vel þær aðgreinast. Hér verða kynntar niðurstöður úr athugunum á NGC 7789 sem höfundur gerði árið 2020, með það markmið að athuga hvaða ályktanir er hægt að draga þegar mælingar eru gerðar með sjónauka af umræddri stærð.

## 14.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Sambærilegar mælingar á NGC 7790 og NGC 7654 hafa áður verið kynntar á þessum síðum. Í stuttu máli felst aðferðin í að mynda viðfangsefnið með viðurkenndum litsíum í bláu (B) litsviði og sjónbirtu (V) og ákvarða ljósstyrk og mismun á lit stjarnanna. Safnið er svo mátað á H-R línlíti til þess að ákvarða mismun sýndarbirtu (m) og reyndarbirtu (M), í þeim tilgangi að meta fjarlægðarstuðul (m-M), og roðnun E(B-V). Verkefnið er þó flóknara en svo að mælingar með litlum sjónaukum nægi eingöngu og þess vegna var höfð hliðsjón af niðurstöðum nokkurra rannsókna, til að mynda þeim sem var stiklað á hér á undan. Einnig notaði höfundur gagnasafn úr einni af þeim rannsóknum til að kanna gæði eigin mælinga. Stærð safnspegsils/-linsu ræður hve mikið ljós safnast á tíma og þar af leiðandi hvað má ljósmæla daufar stjörnur. Fyrrgreindar rannsóknir byggja á mælingum sem hafa verið gerðar með margfalt stærri sjónaukum en höfundur ræður yfir, og innihalda flest gagnasöfnin því umtalsvert fleiri stjörnur. Undanskilið er þó gagnasafn Burbidge og Sandage (1958) sem er minna og nær ekki til jafn daufra stjarna og mæligögn höfundar, þó litlu muni.

Síðan er ekki víst að viðmiðunarstjörnur séu hinrar sömu og aðrir hafa notað. Til þess að niðurstöður verði nægilega traustar þarf að leiðréttu mælt birtustig mælitækis að staðalbirtustigi. Upplýsingar um tvístirni og breytistjörnur þurfa einnig að liggja fyrir, ásamt því að hnítsetja þarf myndirnar svo að hægt sé að ákvarða miðju og stærðarmörk. Það er m.a. gert til þess að minnka hlutfall stjarna sem ber í sjónlinu og tilheyra í raun og veru ekki þyrpingunni.

Í myndatökur var notuð SBIG STL-11kM CCD myndavél og BVR litsíur af Johnson-Cousins gerð. Á árunum 2017 til 2022 var þyrpingin mynduð nokkrum sinnum en oft reyndust skilyrði ekki nægilega góð svo hægt væri að nýta myndirnar í þetta verkefni. Þær sem voru síðan notaðar voru teknar þegar þyrpingin var í hvirfilpunktí og reyndist loftmassi breytast frá 1,028 í byrjun í 1,0085 í lokin. Upplýsingar um tökudaga eru í töflu 11. Í heildina voru 953 stjörnur ljósmældar af myndunum, á B og V litsviði, og eru allflestar innan útmarka þyrpingarinnar. Dreifast þær innan hringlaga svæðis sem er ~32 bogamínútur í þvermál. Nokkrar af björtstu stjörnunum og einnig tvístirni liggja of þétt saman til að hægt sé að mæla þær með öruggum hætti á myndum teknum með sjónauka af þeirri stærð sem höfundur hefur yfir að ráða. Til þess að aðgreina þær fyrir ljósmælingar þarf mun stærri sjónauka.

Tafla/Table 11. Yfirlit um athuganir á NGC 7789, sem voru notaðar í ljósmælingar. – Log of observations of NGC 7789, used for photometry.

Athugun – Observation	Litsvið Filter	Tökutími (sek.) Exposures (seconds)	Fj. mynda No. of frame	Dílaknipping Binning	Loftmassi* Airmass
22-09-2020	B, V, R	120, 120, 120	3 · 10	2x2	1,01
23-09-2020	B, V, R	120, 120, 120	3 · 10	2x2	1,01
15-10-2020	B, V	120, 120	3 · 10	2x2	1,01

\* Meðaltalsloftmassi – Average airmass.

Myndirnar voru undirbúnar til ljósmaelinga samkvæmt venju, samanber:

$$Mynd(p) = \frac{[hrá]mynd - ólýst mynd [DarkMaster]}{Næmijöfnuð mynd [FlatMaster]}$$

Ólýst mynd er miðgildismynd úr tíu ólýstum *undirmynnum*. Næmijöfnuð mynd er miðgildismynd úr tíu undirmynnum mínus ólýst miðgildis mynd, sem aftur er samsett úr tíu ólýstum undirmynnum. Myndir voru svo samstilltar fyrir ljós- og stjarnhnitamælingar. Út frá völdum stjörnum (tafla 12) voru myndirnar hnittsettar í WCS-myndhnitakerfi svo innsetja mætti miðju þyrpingarinnar, mörk kjarna og útmörk, staðsetja ljósmaeldar stjörnur, ásamt því að gera þéttleikasnið af dreifingu þyrpingarinnar. Allt ofantalið var framkvæmt með ljós- og stjarnmælingaforritinu *Mira 64x*. Eftir þetta var hægt að ákvarða dílastærð í myndunum. Er hún 0,464 bogasek./díl m/v 4000 mm brennivídd en myndflagan var knippuð sem 2x2 dílar = 1 díll.

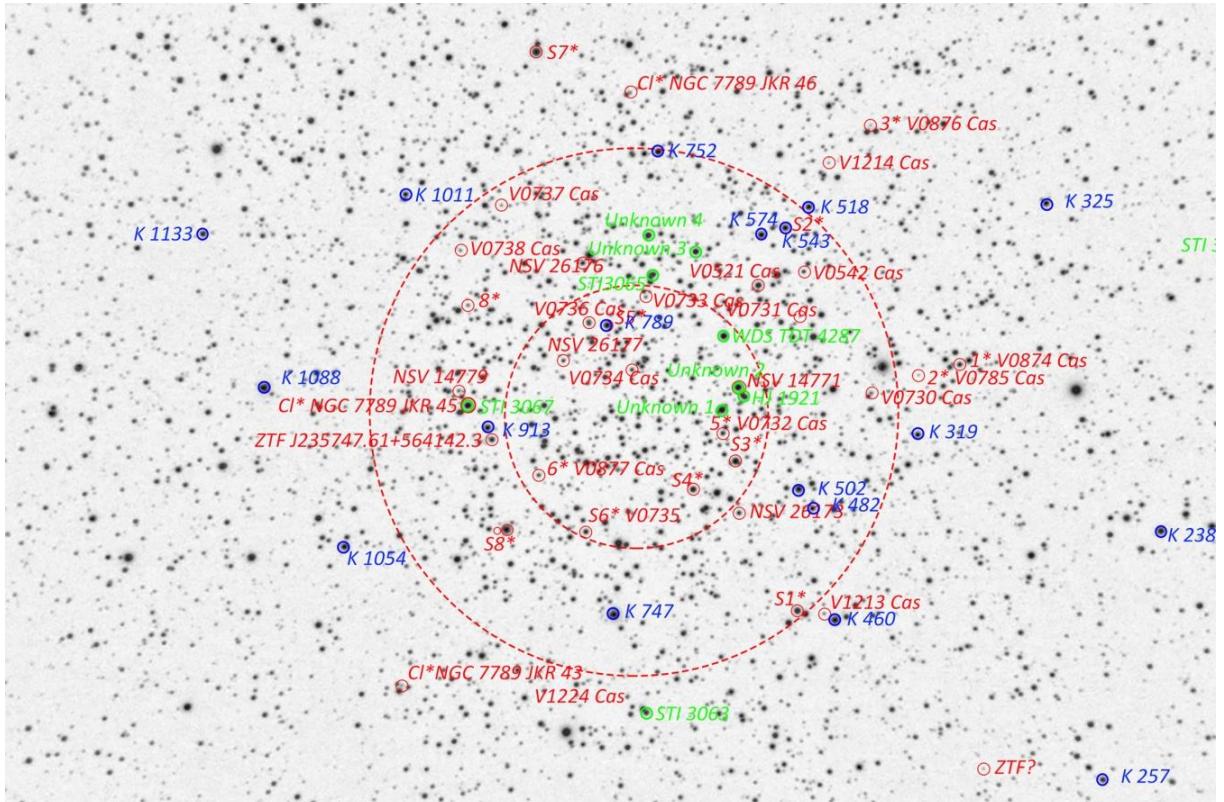
Tafla/Table 12. Viðmiðsstjörnur notaðar til innsetningu á WCS stjarnhnitakerfinu (J2000) eru úr UCAC4 stjörnuskránni. – Reference stars used to insert the WCS coordination system (J2000), from the UCAC4 catalog.

Nr. – No.	Auðkenni – Id	Stjörnulengd – RA	Stjörnubreidd – Dec.	Viðurkennt bst. – magnitude
1	UCAC4-734-104152	23 55 43.667	56 46 56.46	14,54
2	UCAC4-734-104261	23 56 05.910	56 36 26.00	12,92
3	UCAC4-733-108748	23 58 33.440	56 35 04.87	10,84
4	UCAC4-734-105613	23 58 36.912	56 47 40.70	10,92
5	UCAC4-735-105851	23 57 22.397	56 52 08.63	13,70
6	UCAC4-734-104492	23 56 40.995	56 41 46.90	12,89
7	UCAC4-734-105546	23 58 25.561	56 42 24.71	11,55

#### 14.1.1 Tvístirni og breytistjörnur í NGC 7789

Í þyrpingunni hefur fjöldi tvístirna, breytistjarna og blávillinga verið skráður. Áður en þýðið var ljósmaelt af myndum voru tvístirni sem eru í Washington tvístirnaskránni (WDS 2024) merkt til að tryggja að þær slæddust ekki með í mælingasafnið. Það er til að koma í veg fyrir að þétt tvístirni með ólíkan litvísí séu mæld sem stök stjarna.

Breytistjörnur í NGC 7789 geta verið nálægt fráhvarfspunkti meginraðar á H-R línuriti eða á RGB greininni og því er mikilvægt að þekkja gerð þeirra og birtustig. Þessi atriði kalla á ákveðna undirbúningsvinnu áður en að þýðið er ljósmaelt af myndum. Burbidge og Sandage (1958) gátu þess að breytistjarna K 468 í skrá Küstners frá 1923 hafði uppgötvest í þyrpingunni. Seinni tíma höfundar hafa síðan skráð fjölda breytistjarna innan marka NGC 7789 (Starrfield 1965; Strom & Strom 1970; Gaustad & Conti 1971; Danziger 1971; Koroleva 1975; McNamara 1980; Kim & Park 1999; Mochejska & Kaluzny 1999; Xin o.fl. 2002). Farið var í gegnum þessar greinar sem kynntu breytistjörnur, þær leitaðar uppi á myndunum og skráðar. Þessar stjörnur eru merktar á mynd 56.



Myndir/Fig. 56. Breytistjörnur í NGC 7789 (merktar rauðu) og tvístirni (ljósgrænar). Blávillingar (bláar) eru eftir McNamara (1980). Innri hringurinn er dreginn utan um kjarna þyrringarinnar, byggt á Kharchenko o.fl. (2005), en sá ytri um það svæði sem inniheldur helming allra stjarna sem tilheyrar henni, byggt á Cantat-Gaudin & Anders (2020). – Known variables in NGC 7789 (red), binaries (light green) based on the WDS catalog and blue stragglers (blue). Reference of them based on McNamara (1980). The inner circle depicts the cluster core, based on Kharchenko and others (2005), but the outer circle the diameter containing the half of the clusters members, based on recent measurements with the Gaia DR2 satellite (Cantat-Gaudin & Anders 2020).

#### 14.1.2 Viðmiðsstjörnur, ljósdeyfing og umbreytistuðlar

Fjórar af viðmiðunarstjörnunum voru valdar úr skrá Stetsons (2013) yfir staðalbirtustigsstjörnur í grennd við NGC 7789. Fimm stjörnur dreifðar beggja megin við þyrringuna urðu fyrir valinu, sem réðist af staðsetningu, birtustigi, leifum (e. residuals) og litvísí, ásamt því að stjörnurnar höfðu rými sem tryggði hreinan frádrátt bakgrunns í ljósmælingum. Vægið í að nota staðalstjörnur felst í því að kvarða mæld birtugildi að viðurkenndu birtustigi til samanburðar við aðrar rannsóknir. Þó yfirleitt muni aðeins broti úr birtustigi telur höfundur rétt að fylgja þessu skrefi. Tafla 13 inniheldur samanburð mælds b og v birtustigs við viðurkennt B og V bst. staðalstjarna í stjörnuskrá Stetsons. Í töflunni koma fram frávik birtustigs og meðaltal ljósmældra gilda af 10 myndum í hvoru litsviði. Frávinum samanborin við Stetson-stjörnurnar eru  $\pm 0,01$  bst. en  $0,05$  birtustig í þeiri sem er ekki í skránni. Þessi gildi eru notað í umbreytistuðla (sjá síðar).

Leiðréttung vegna ljósdeyfingar loftmassa var gerð samkvæmt jöfnunni:  $m(\lambda) = m_0(\lambda) + K(\lambda)X(z)$

þar sem  $m(\lambda)$  er sýndarbirtustig við jörð,  $m_0(\lambda)$  bst. ofan lofhjúps,  $K(\lambda)$  ljósdeyfing og  $X$  loftmassi í horni frá hvífilpunktí ( $z$ ). Ljósdeyfing er  $0,016$  bst. í B-litsíu og  $0,006$  bst. í V-litsíu. Bylgjulengdir ( $\lambda$ ) eru  $442$  nm (B-litsvið) og  $551$  nm (V-litsvið). Stuðlarnir  $K(\lambda)_b$  er  $0,03$  og  $K(\lambda)_v$   $0,015$ . Meðaltalsloftmassi í myndum sem voru notaðar til ljósmælinga var  $1,01$ .

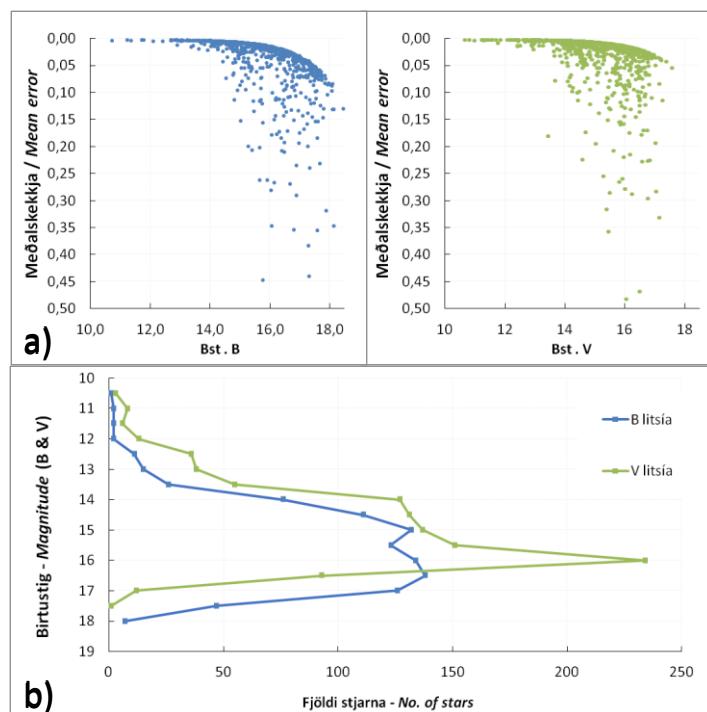
Tafla/Table 13. Viðmiðsstjörnur í ljósmælingum. Viðurkennt sýndarbst. í B og V litsviði og mælt meðaltalsgildi í athugunum. – Photometrical comparison stars, published apparent magnitude in color B and V, and measured average values.

Stjarna Star	Viðurkennt bst. Accepted mag			Mælt meðaltalsbst. Measured avr. mag			Mismunur Difference		Auðkenni <i>Id [Stetson 2013]</i>
	B	V	B-V	b	v	b-v (mean)	B-b	V-v	Stetson stjörnuskráin
UCAC4-734-104181	12,98	12,63	0,34	12,99	12,64	0,35	-0,01	-0,01	N7789-S32
UCAC4-734-104219	12,76	12,37	0,40	12,77	12,38	0,39	-0,01	-0,01	N7789-S45
UCAC4-734-104627	12,62	12,39	0,22	12,64	12,41	0,23	-0,02	-0,01	N7789-S208
UCAC4-734-104567	12,29	12,02	0,27	12,32	12,02	0,30	-0,03	0,00	N7789-S964
UCAC4-734-105691	13,45	13,13	0,32	13,40	13,08	0,32	0,05	0,05	-----
<b>Umbreytistuðlar (T)</b>	$T(b-v) = 1/\text{slope} 1,1097$			$T(b) 0,1543$			$T(v) 0,0555$		

Í töflu 14 eru stjörnur sem höfundur náði að ljósmæla flokkaðar eftir sýndarbirtustigi. Flestar eru af bst. 13 til 17,5 en taflan inniheldur ekki allar stjörnur innan marka þyrpingarinnar. Á mynd 57a er meðalskekja (af 10 myndum) í báðum litsviðum (blá gildi = B, græn gildi = V) og á mynd 57b birtustigsdreifing þeirra.

Tafla/Table 14. Fjöldi stjarna innan hvers tiltekins sýndarbirtustigs, í B og V litsviði. – Numbers of stars within specific magnitudes, in B and V colors.

Birtustig – Magnitude b	b	v
10,5>bst.>11,0	1	3
11,0>bst.>11,5	2	8
11,5>bst.>12,0	2	6
12,0>bst.>12,5	2	13
12,5>bst.>13,0	11	36
13,0>bst.>13,5	15	38
13,5>bst.>14,0	26	55
14,0>bst.>14,5	76	127
14,5>bst.>15,0	111	131
15,0>bst.>15,5	132	137
15,5>bst.>16,0	123	151
16,0>bst.>16,5	134	234
16,5>bst.>17,0	138	93
17,0>bst.>17,5	126	12
17,5>bst.>18,0	47	1
18,0>bst.>18,5	7	0



Myndir/Fig. 57a-b. a) Meðalskekja mæligilda af 10 myndum í B og V litsviði. b) Fjöldi stjarna sem voru mældar innan tiltekins birtustigs. – a) Mean error values, based on 10 images in B (blue) and V (green) bandpass. b) Numbers of stars measured within demarcated magnitude range.

Eftir loftmassaleiðréttingu voru mæligildi kvörðuð að staðalsýndarbirtustigi. Af samanburðarstjörnum fást hallalínur 1) mælds litvísis (b-v) borið saman við viðurkenndan litvísi (B-V), 2) mismunur viðurkennds bst. B

og mælds bst. b ( $B - b$ ) borið saman við viðurkenndan litvísí ( $B - V$ ) og 3) mismunar viðurkennds bst. V og mælds bst. v ( $V - v$ ) borið saman við viðurkenndan litvísí ( $B - V$ ). Í leiðréttingu er notuð sama jafnan fyrir B og V:

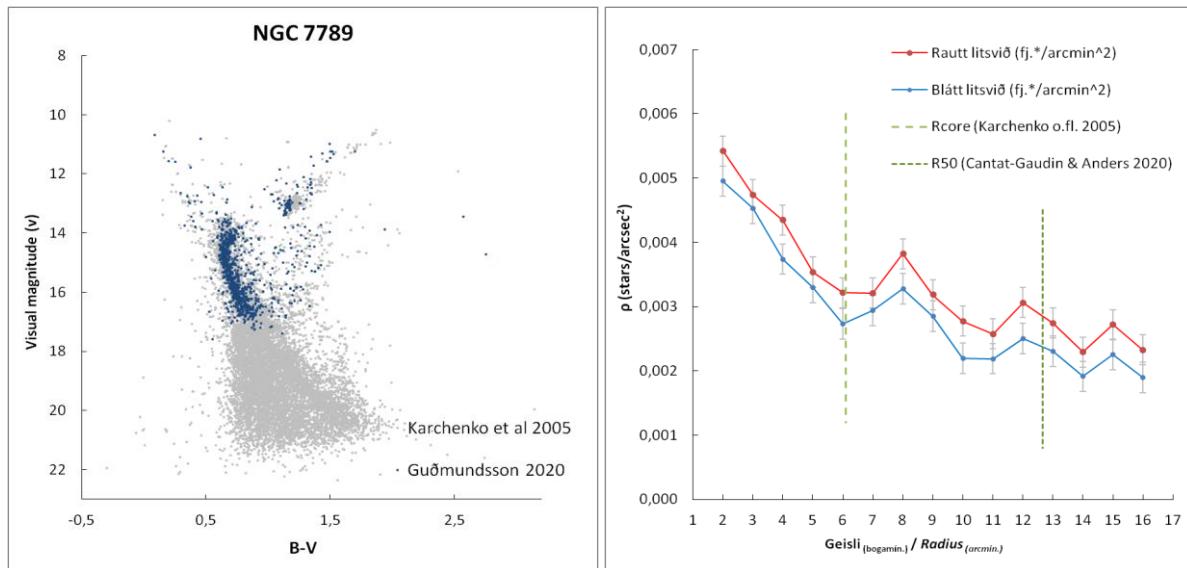
$$B(*) = \Delta(b) + T(b) * \Delta(B - V) + B(\text{comp})$$

$$V(*) = \Delta(v) + T(v) * \Delta(B - V) + V(\text{comp})$$

$B(*)$  og  $V(*)$  er bst. stjörnu í B eða V litsviði og T er umbreytistuðullinn fyrir hvort litsvið. Aðferðin og bakgrunnur er reifuð í AAVSO (2022). Allar stjörnur í þyrringunni og breytistjörnur voru bornar saman við viðmiðsstjörnurnar fimm og stilltar af með umbreytistuðlunum, eftir að loftmassaáhrif höfðu verið leiðrétt.

## 14.2 Niðurstöður

Eftir leiðréttingu andrúmsdeyfingar og kvörðun voru birtustigsgildin borin saman við mælingagögn Kharchenko o.fl. (2005), sem eru aðgengileg í gagnagrunni WEBDA (2024a). Samanburðarsafnið nær til 12050 stjarna, niður í bst. 22. Leiðrétt gögn höfundar reynast í góðu samræmi við samanburðargögnin, en þýðið inniheldur einungis stjörnur bjartari en 17,5 (mynd 58a). Mynd 58b er þéttleikasnið, sjá kafla 14.2.1.



Myndir/Fig. 58a-b. a) Mæligildi úr mælingum með 40 cm sjónauka (dimmbláir punktar) borin saman við mæligögn Kharchenko o.fl. (2005, gráir punktar), en þau eru aðgengileg í gagnagrunni WEBDA (2024b). Sýndarbirta (V) á lóðás, borin saman við litvísí ( $B - V$ ) á þverás. b) Þéttleikasnið sýnir fjölda stjarna á flatareiningu. Á þverás er fjarlægð frá miðju (í bogamínútum) og þéttleiki/bogsek.<sup>2</sup> á lóðás. Grænar brotalínur sýna annars vegar mörk kjarnans, eftir Kharchenko o.fl. (2005), og mörk svæðisins sem er talið hýsa helming stjarna sem tilheyra þyrringunni (Cantat-Gaudin & Anders 2020). — a) To examine the validity of the data, obtained with the author's 40 cm SCT telescope (dark blue dots), a comparison was done with Kharchenko and others (2005) data, accessible at WEBDA (2024b) database. The author's data are corrected for atmospheric extinction. Apparent mag. (V) on y-axis, compared to color index ( $B - V$ ) on x-axis. b) The density distribution profile is intended to determine the regional star density within the cluster. Distance from the center of the cluster (in arcminutes) on x-axis and number of stars on y-axis (stars/arcsec<sup>2</sup>). Green dashed line represents the core radius, based on Kharchenko and others (2005) and the radius containing half the members of the cluster (Cantat-Gaudin & Anders 2020).

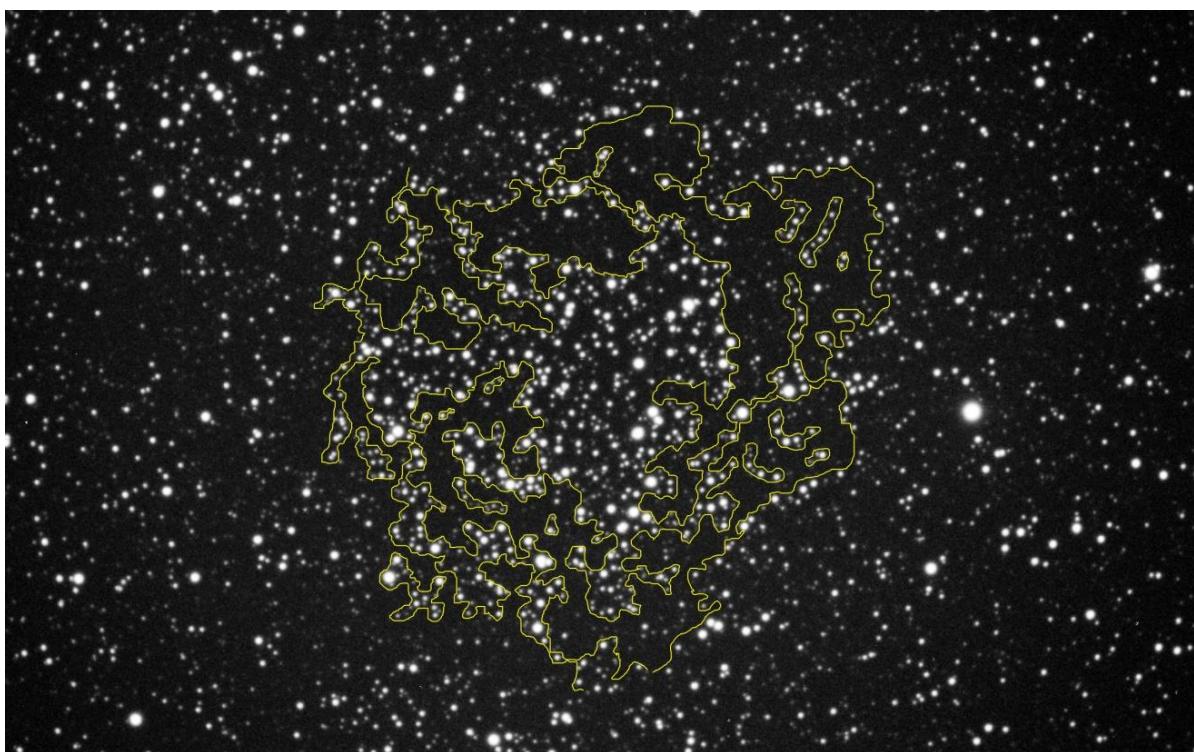
Stærð þýðis ræðst af greini- og söfnunargetu og mælitæki höfundar eru miklum mun minni en samanburðartækin. Tökutími var bundinn af því að viðhalda aðgreiningu þéttstæðra stjarna og það skilyrði

takmarkar ljóssöfnun. Með 120 sekúndna tökutíma á 40 cm sjónauka var hægt að ná stjörnum sem eru af bst.17,5-18,0 en mælióvissa eykst að sama skapi, sbr. mynd 57a. Á mynd 58a sést glögglega að gögn Kharchenkos taka til miklu daufari stjarna á meginröð, sem síðan auðveldar skorðun á jafnaldurslíkön. Aftur skal minnt á að ætlun höfundar var einmitt að nýta gögn sem aflað er með stórum áhugamannsjónauka til þess að bera saman við niðurstöður um fjarlægð og roðnun NGC 7789 sem aflað hefur verið með mun öflugri mælitækjum. Gögn höfundar nægja til að máta stjörnur sem eru bjartari en bst. 17,5 á meginröð.

#### 14.2.1 Þéttleikasnið og ljósdeyfing

Þéttleikasnið nýtist til að meta dreifingu stjarna og miðgeimsefnis. Á mynd 58b gefur lóðás fjölda stjarna á flatareiningu í vaxandi fjarlægð frá miðju kjarnans (á þverás), og samhliða fæst vísbending um dreifingu miðgeimsefnis þegar fjöldi stjarnanna á B og R lítsviðum er borinn saman. Það skýrist af því að miðgeimsefni gleypir eða brýtur meira af bláum bylgjulengdum en rauðum. Geisli sniðsins nær sextán bogamínútur út frá miðju og lýsir þéttleika út í kórónuna, byggðu á sjónrænu mati. Staðalskekkja talningaránnar er sýnd sem grá lóðstriki.

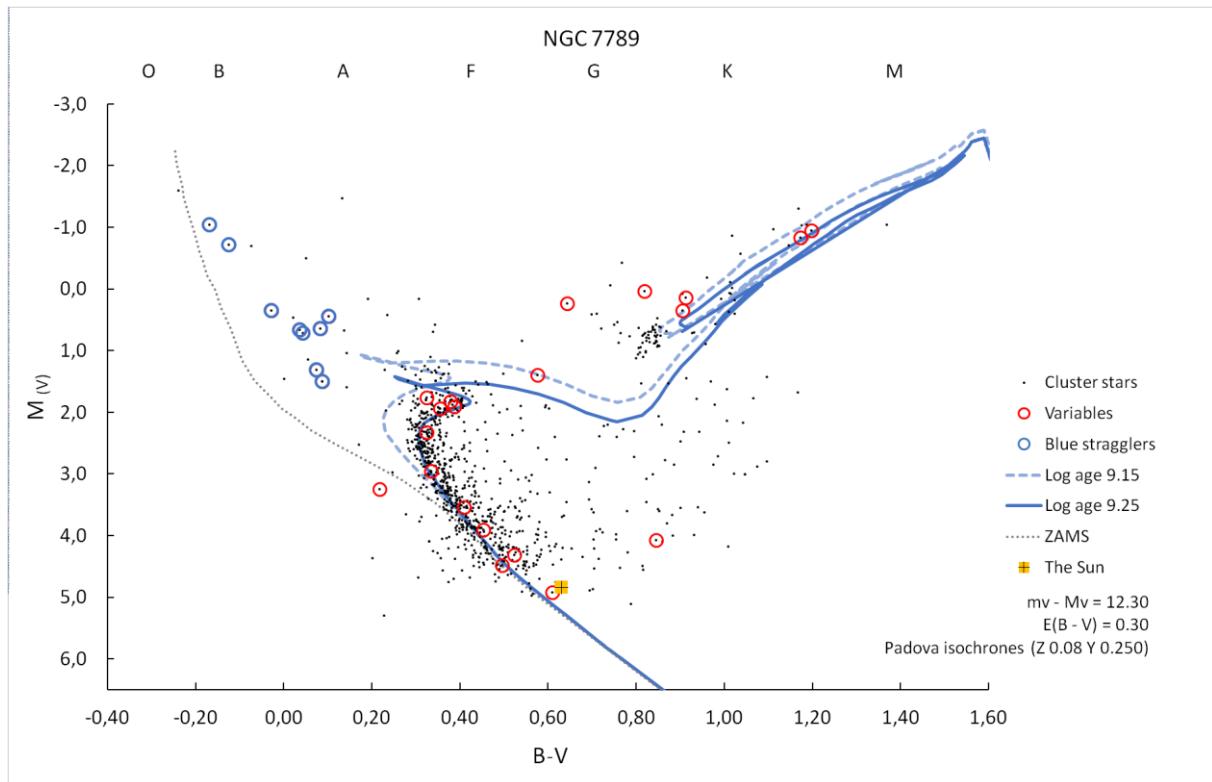
Fram hefur komið að NGC 7789 er í þunnkringlunni sem er rík af stjörnum og ryki. Í þessu verkefni voru hnituð svæði eða flekkir í þyrpingunni þar sem talsverðu virðist muna á fjölda bjartra stjarna (mynd 59). Flekkir af þessu tagi eru þekktir við fleiri þyrpingar en hvað veldur er ekki skilið til fulls. Ein tilgátan er að þar beri rykský fyrir sem dragi úr birtu stjarnanna. Í sumum tilfellum er deyfingin meira áberandi í jaðrinum kringum miðsvæði þyrpinga. Það mætti skýra þannig að rykhjúpur umlyki þyrpingarnar en vegna þess að í jöðrunum er horft í meira ryk sjáist færri stjörnur þar.



*Mynd/Fig. 59. Svæði í NGC 7789, mörkuð með gulum línum, innihalda daufa stjörnur eða myrkvaðar af ryki. – Regions in NGC 7789, marked with yellow, with less density of bright stars, or obscured by dust.*

### 14.2.2 Meginraðarmátun

Meginraðarmátun er viðurkennd aðferð til þess að meta fjarlægð, roðnun og aldur þyrpinga á H-R línlínum. Hægt er að bera saman sýndarbirtu ( $m$ ) þyrpingar og litvísni við jafnaldurslínur, sem eru miðaðar við reyndarbirtu stjarna ( $M$ , lóðás) og  $B-V$  litvísni ( $\beta$ verás). Jafnaldurslínur eru kennileg líkön sem rekja þróunarferla stjarna eftir massa, helín- og málmlhlutfalli. Mátunin grundvallast á því að stjörnur sem tilheyra þyrpingu hafa í grófum dráttum myndast á svipuðum tíma, úr sama geimskýnu og eru nokkurn veginn í sömu fjarlægð frá okkur. Þegar þyrping er mátuð við jafnaldurslínur kemur fram hvaða stjörnur hafa þróast af meginröðinni en punkturinn þar sem það gerist kallast *fráhvarfspunktur*. Hann gefur vísbindingu um líklegan aldur. Það getur þó reynst þrautinni þyngra að ákvæða fráhvarfspunktinn og braut RGB greinarinnar (Jeffery 2008). Miðgeimsefni á milli athuganda og þyrpingar veldur því einnig að stjörnurnar sýnast daufari (roðnun:  $E(B-V)$ ) en þær eru í raun og veru. Roðnunin er leiðrétt á  $\beta$ verás og því er mátið stillt á báðum ásum.



Mynd/Fig. 60. Stjörnur (svartir punktar) í NGC 7789, sem höfundur ljósmaði, mátaðar á Padova jafnaldurslínur. Litvísir ( $B-V$ ) er á  $\beta$ verás og reyndarbirtustig ( $M_V$ ) á lóðás. – Stars (black dots) in NGC 7789, measured by the author, fitted to the Padova isochrones. Color index ( $B-V$ ) is on x-axis and absolute magnitude ( $M_V$ ) on y-axis.

Þyrpingin var mátuð við Padova jafnaldurslínur (Salasnich o.fl. 2000; Girardi o.fl. 2002) sem eru kvarðaðar með málmlhlutfall ( $Z=0,08$ ) og He ( $Y=0,25$ ). Við mátið var litið til niðurstaðna ýmissa rannsóknahópa, m.a. stika sem eru gefnir upp á vefsíðu WEBDA (2024b). Jafnaldurslínurnar á mynd 60 rekja þróunarferla stjarna sem hafa setið á meginröð í 1,5 til 1,8 milljarða ára (Gár, log aldur 9,15 og 9,25) en fara þá að þróast af henni. Mælinganiðurstöður mátuðust best við þær þegar fjarlægðarstuðullinn  $m-M_V = 12,30$  og roðnun  $E(B-V) = 0,30$ . Á myndinni eru breytistjörnur auðkenndar með rauðum hringjum. Nokkrar sitja á RGB greininni, ásamt klasa rauðrisa við hlykk á henni. Má benda á að mun fleiri rauðrisar eru í þyrpingunni en myndin gefur til kynna: hún sýnir aðeins stjörnur sem höfundi tókst að ljósmaða. Enn aðrar eru nærrí fráhvarfspunktinum við meginröð. Blávillingar, auðkenndir með bláum hringjum falla utan jafnaldurslína en innan upphafsmeginraðar (ZAMS) sem er hér dregin upp til vinstri með þéttri punktalínu.

### 14.3 Umræður

Niðurstöður byggja á 953 stjörnum sem tókst að ljósmaela í B, V og R litsviðum. Flestar eru meginraðarstjörnur eins og sést á mynd 58a þegar þýðið var borið saman við gagnasafn Kharchenko o.fl. (2005). Þó að það taki aðeins til 8% af því gagnasafni má telja stóran hluta tilheyra þyrpingunni, enda allflestar innan marka sem Cantat-Gaudin & Anders (2020) telja hýsa helming stjarna. Fullyrðingin er studd því að meginþorrinn fylgir lögum jafnaldurslínú á H-R ritinu (mynd 60). Því birtast í gegnum bjartari stjörnurnar ákveðnar eigindir þyrpingarinnar þó sannarlega hefðu daufari stjörnur auðveldað að skorða hópinn. Eigindir sem koma fram eru ljósdeyfing, fjarlægð sem metin er frá niðurstöðum litvísis og reyndarbirtu, RGB greinin og aldur.

Þrennt vísar til ryks í sjónlinu NGC 7789: 1) hula, sem má lesa úr þéttleikasniði (mynd 58b), en færri stjörnur greinast í bláu litsviði en rauðu; 2) roðnun á H-R riti og 3) flekki sem mögulega draga niður birtu (mynd 59) og gætu skýrst af torséðum rykskýjum. Þéttleikasnið dregur fram fjölda á flatareiningu, mörk kjarna og útmörk. Það nær 16 bogamínútur frá miðju og staðfestir meiri fjölda stjarna í kjarnanum en utan við hann. En dæmt af mismuni fjöldans sem greinist í bláu eða rauðu ljósi virðist ljósdeyfing tiltölulega jöfn yfir kjarnann og samræmist það ályktun Gim o.fl. (1998). Athyglisverð þéttung verður um 8' frá miðju og nálægt 10' eykst ljósdeyfingin (bilið á milli B og R) samanborið við kjarnann. Má velta fyrir sér um hvort það stafi af áðursögðum flekkjum og þeir séu þá raunverulegir. Í ljósi aldurs ætti ryk að hafa horfið en ekki er hægt að útiloka að enn séu leifar af því eða þá að ský beri í milli athuganda og þyrpingarinnar.

Það var ekki þrautalaust að máta gagnasafnið með sannfærandi hætti við jafnaldurslínurnar. Þegar rennt var gegnum fyrri rannsóknir komu fyrir sjónir dreifðar niðurstöður. Fyrir roðnun spanna þær  $0,2 \leq E(B-V) \leq 0,35$  og  $11,5 \leq m-M \leq 11,3$  ef tekið er tillit til miðgeimsdeyfingar og ef ekki  $12,52 \leq m-M \leq 12,0$ . Aldursmatið getur bent til 1,5 til 2,0 Gár. Það sem flækir ákvörðunina á þessum stíkum eru fjöldi breyta: eigindir í kennilegum jafnaldurslínum, t.a.m. málmhlutfall; stærð þýðisins sem raunverulega tilheyrir þyrpingunni; hve afdráttarlaus fráhvarfspunkturinn er; tilvist litrófstívstírna sem hliðra meginröð; rauðir risar sem hafa mikla þýðingu við að skorða þýðið við tilteknar jafnaldurslínur; mismunaroðnun yfir þyrpinguna; og gæði mæligagna (Paunzen & Netopil 2006). Skekkjur í mælingagögnum geta jafnframt orðið til þess að þýðið mótast ekki allt á eina og sömu jafnaldurslínuna (von Hippel 2005; Jeffery 2008).

Á H-R línuritinu á mynd 60 er reyndarbirta bjartari stjarna í kringum fráhvarfspunktinn á meginröð 1,4 til 3,8 og litvísir 0,3 til 0,4. Yfirborðshiti var áætlaður af litvísí B-V eftir jöfnu Ballesteros (2012). Af henni ákvarðast yfirborðshiti sömu stjarna frá 6900–7500 K, og eru þær í litrófsflokkum A5 til F5 og massinn 1,3–2,1 sólarmassar. Overbeek o.fl. (2015) segja massa stjarna við fráhvarfspunktinn um  $2 M_{\odot}$ . Slíkar stjörnur þróast fyr af meginröð en sólin mun gera (Walker 2012). Eftir alrófsleiðréttingu ákvarðast björtstu stjörnurnar á meginröðinni af bst. 1,0 til 3,4 (reyndarbst. sólar er 4,6) og þær eru ~3-10falt bjartari en sólin. Til viðmiðs er merktur gulur kassi neðarlega á mynd 60 sem miðast við reyndarbirtu sólar og litvísí. Ástæða þess að hún situr ekki á meginröðinni er að jafnaldurslínurnar eru miðaðar við stjörnur með annað málmhlutfall. Nær allar stjörnur sem tókst að ljósmaela eru bjartari en sólin.

Klasi þróaðra rauðrisastjarna með litvísí 0,8-0,9 og reyndarbst. 1,0 til 1,5 situr við hlykk á RGB greininni. Vetrnisforði í kjarna til orkuframleiðslu er gengin til þurrðar og þær nýta þess í stað helín. Við umskiptin dregst kjarninn saman, hitastig stjarnanna hækkar og ytri lög þenjast út og kólna. Jafnaldurslínurnar rekja þróunarferil þeirra, fyrst upp til hægri eftir RGB greininni en síðan að nokkru tilbaka þar sem að þær safnast í klasi. Litvísir klasans staðfestir rauðari stjörnur og samtímis bjartari en þær sem dvelja á meginröðinni. Hópurinn bendir eindregið til þess að þyrpingin sé gömul. Að síðustu má nefna blávillinga (reyndarbirta  $-1 > M_v > 2,2$  og litvísir  $-0,2 > M_b - M_v > 0,1$ ) sem voru innan marka þyrpingarinnar. Þeir eru bjartari og blárr (heitari) en stjörnur við fráhvarfspunkt, sem ættu að teljast björtstu stjörnur þyrpingarinnar.

Niðurstöður roðnunar E(B—V) og fjarlægðarstuðuls (m—M), sem ákvarðaðist af meginraðarmáti þýðisins, gefa að fjarlægð NGC 7789 sé 1879  $\pm$ 173 parsek. (6126  $\pm$ 564 ljósár), ef aldur hennar er 1,8 Gár. Á fjarlægðarákvörðunina eru sett 0,2 bst. vikmörk. Vafalítið eru fleiri leiðir til að máta, og það reyndi höfundur, en allar staðsetja hana nær en kynnt er á vefsíðu þyrpingarinnar á vefsetri WEBDA (2024b). Þar er fjarlægðin ákvörðuð 2337 parsek. (7618 ljósár), og byggir á áðurgreindum niðurstöðum Kharchenko o.fl (2005). Burbidge og Sandage (1958) mátu fjarlægð hennar 1870 parsek. (6096 ljósár) en Gim o.fl. (1998) 1671 parsek. (5447 ljósár). Í þyrpingaskrá Dias o.fl. (2002) er hún skráð í 1795 parsek. (5852 ljósár) fjarlægð. Niðurstöður höfundar falla innan ramma með þessum niðurstöðum á fjarlægð NGC 7789. Gao (2018) gefur 2067 parsek. (6340 ljósár) úr mælingum með Gaia gervitunglinu. Niðurstöður Cantat-Gaudin & Anders (2020) gefa fjarlægð þyrpingarinnar 2074 parsek. (6763 ljósár).

Hvers vegna niðurstöður um fjarlægð ber ekki saman við mælingar með Gaia gervitunglinu eða safni Kharchenko, getur stafað af tæknilegum mismun mælitækja eða vegna þess að ekki tekið mið af hliðrunarhorni þyrpingarinnar í jarðbundnum mælingum en þær eru mögulegar með gervitungum. Þrátt fyrir það gefa niðurstöðurnar, að mati höfundar, ásættanlega vísbendingu um hve fjarri hún er. Aftur á móti eru merki um aldur í samhljómi við aðra höfunda. NGC 7789 er í þunnkringlunni, og undir sterkum áhrifum af þyngdarsviði vetrarbrautarinnar. Það er einmitt það sem leysir upp lausþyrpingar með tíð og tíma. Fáar þrauka eins lengi og NGC 7789, og líkast til hefur hún gert það vegna þess hve massamikil hún er.

#### 14.3.1 Hugleiðingar um fjórar þyrpingar

NGC 7789 er þriðja þyrpingin sem hefur verið kynnt á þessum síðum og ein fjögurra sem höfundur hefur skoðað með þeim ásetningi að reyna að meta fjarlægðir þeirra. Áskoranir við ljósmælingarnar eru nokkrar auk þess sem varkárnir þarf í úrvinnslu. En frumkvæðið gefur dýpri skilning á fyrirbærnum og hugvitsamlegum aðferðum sem stjörnufræðingar hafa þróað til þekkingaröflunar. Framfarir í sjónaukasmíði og myndbúnaði hafa umþylt því hve langt má ganga í stjarnfræðilegum mælingum. Sem dæmi náðu gögn sem Burbidge og Sandage (1958) öfлуðu 1956-57 til um 700 stjarna, niður í bst. 16,3. Þau notuðu 2,5 m sjónauka, sem var stoppaður í 1,5 m ljósop. Fram hefur komið að hér náðust ~950 stjörnur niður að bst. ~17,5 með 40 cm sjónaukanum og ofurnæmri myndflöguvél.

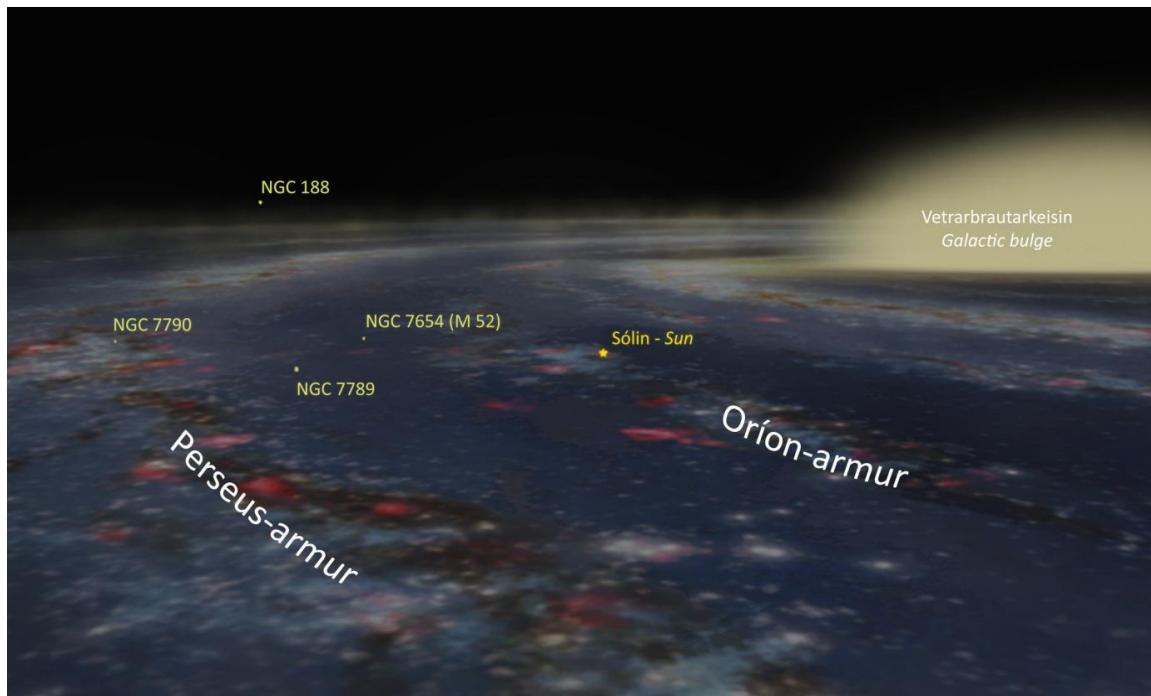
Niðurstöður úr athugunum á þessum þyrpingum voru bornar saman varðandi roðnun, ljós afl, litvísí, fjarlægð og aldur. NGC 7654, NGC 7789 og NGC 7790 eru í grennd við vetrarbrautarflötinn. Á afstöðumynd m.t.t. stöðu sólar sést að NGC 7790 er í Perseus-armi Vetrarbrautarinnar (mynd 61). NGC 7654 og NGC 7789 eru í bilinu á milli hans og Órion-armsins, þar sem eru heimkynni sólar. Roðnunargildi [E(B—V)] fyrir þær gefa ljósdeyfingu glögglega til kynna en það er á bilinu 0,23-0,65. En fyrir NGC 188, sem er ofan við þunnkringluna þar sem tiltölulega lítið ryk ber í milli, er gildið 0,08.

WEBDA (2024c) segir fjarlægð NGC 7790, sem höfundur sagði frá í 3. samantekt (2019), 2944 parsek. (~9600 ljósár) en hún er 3359 parsek. (10950 ljósár) eftir mælingum Gaia (Cantat-Gaudin & Anders 2020). Þyrpingaskráin segir 200 stjörnur mynda hana en höfundi tókst að mæla 67 af þeim björtustu innan útmarka þyrpingarinnar en líklega tilheyra ekki allar hópnum. Með svo lítið þýði var stuðst við fjarlægðarstuðul WEBDA (13,99) en roðnun 0,55. Þá var fjarlægðin metin 2864 parsek. (~9340 ljósár). Fjarlægðir þriggja sefita sem sagðir eru innan marka NGC 7790 virðast misvísandi (3097-3763 parsek.) samanborið við meginraðarmátunina en trúverðugri ef horft er til niðurstaða með Gaia gervitunglinu. Björtustu meginraðarstjörnur flokkast til B stjarna, litvísir þeirra er -0,1 til -0,2 og reyndarbst. frá -2 og þær 30-2000 falt bjartari en sólin (reyndarbst. 4,83).

Fjarlægð NGC 7654 (4. samantekt, 2020, bls. 77-84) er samkvæmt WEBDA (2024d) 1421 parsek. (4632 ljósár) en mælingar Gaia gefa 1600 parsek. (5215 ljósár). Þyrpingaskráin segir 1010 stjörnur mynda hana en höfundur gat

Ljósmælt 290 og fékk úr því svipaða fjarlægð og WEBDA kynnir eða 1424 parsek. (4642 ljósár). Litvísir björtustu stjarna er  $-0,1$  til  $-0,2$  og reyndarbst. frá  $-2,5$  eftir alrósleiðréttingu. Aldur þessara þyrpinga, þ.e. NGC 7654 og NGC 7790 er talin á bilinu 60-160 milljón ár. Mælingarnar benda til þess að björtustu stjörnurnar í þessum misfjarlægu þyrpingum séu sambærilegar en mun fleiri stjörnur af þessu tagi eru í NGC 7654.

NGC 7789 hefur verið tekin fyrir hér. Fjórða þyrpingin NGC 188 er í 2047 parsek. (6673 ljósár) fjarlægð samkvæmt WEBDA (2024e) en Gaia staðsetur hana í 1864 parsek. (6076 ljósár). Þyrpingaskráin segir 864 stjörnur í henni en höfundur gat ljósmælt 104. Fjarlægðarmat út frá þeim reyndist ekki sannfærandi, og hafa athuganir á henni því ekki verið kynntar á þessum síðum. Ljósmælingar höfundar, studdar stíkum WEBDA, upplýsa þó að litvísir björtustu stjarna er bilinu 0,4 til 0,55 og reyndarbst. frá 2,5. Þær flokkast til F eða G stjarna. Það er ekki síður aldur NGC 188 sem vekur athygli en vefsíða hennar segir hann ~4,3 Gár.

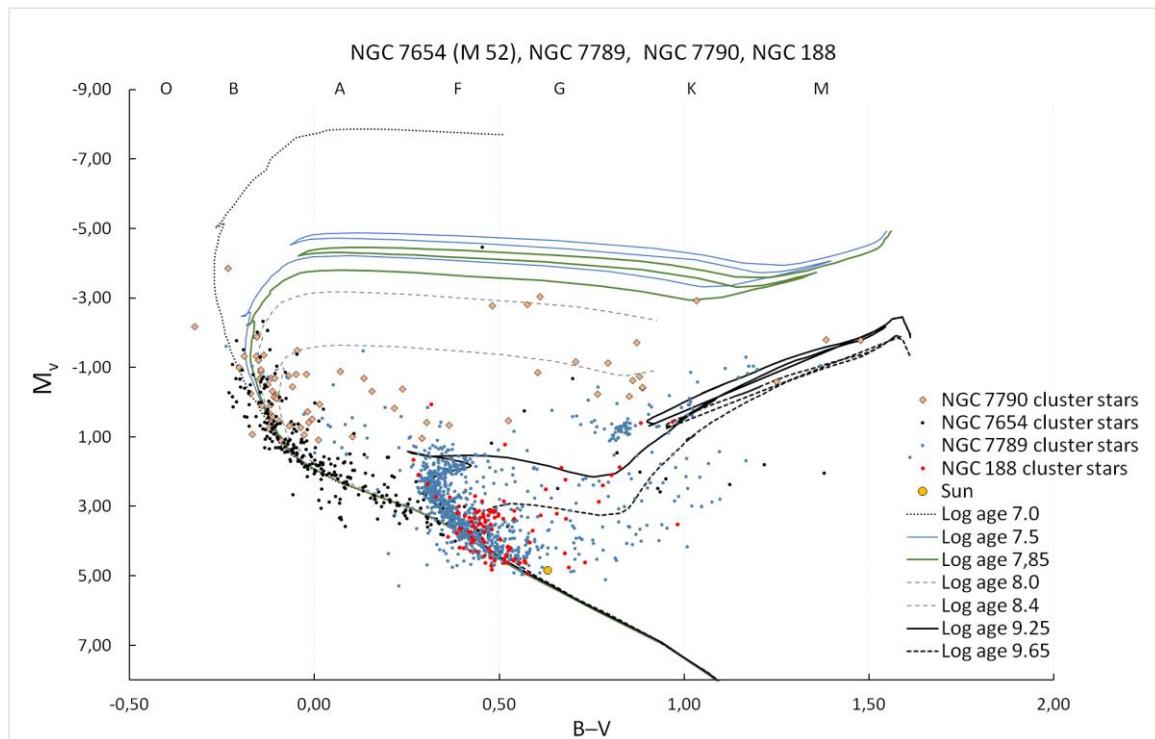


*Mynd/Fig. 61. Staðsetning þyrpinganna fjögurra í vetrarbrautinni. Myndin var unnin með forritinu ‘Our Galaxy 2.0’. – The location of the four clusters in the galaxy. The illustration was created with ‘Our Galaxy 2.0’.*

Samkvæmt gagnagrunni WEBDA eru NGC 7790 og NGC 7654 nokkurn veginn jafnaldra og mælingarnar styðja að ljósafl og litvísir björtustu meginraðarstjarna sé sambærilegt. Aldur NGC 7789 er áætlaður 1,5 til 1,8 Gár og aldur NGC 188 talin 4,3 Gár. Aldursbilið á milli þyrpinganna spannar milljarða ára. Ljósafl björtustu meginraðarstjarna í þessum þyrpingum er umtalsvert minna en í yngri þyrpingunum. Litvísir bendir til síð-A til F stjarna í NGC 7789 og F til G í NGC 188. Ungar þyrpingar innihalda bjartar og heitar stjörnur, sem hverfa af meginröðinni jafnvel áður en massalitlar stjörnur hafa myndast. Með hækkandi aldri, og ef þyrpingarnar leysast ekki upp, breytist samsetning og massaminni, langlífari meginraðarstjörnur verða ríkjandi (Friel, 2013). Eldri þyrpingar eru eiginlega samsafn stjarna með minna ljósafl og hærri litvísí.

Það má sprýja hve greinileg merki koma fram með 40 cm sjónauka um ljósafl, litvísí og aldursbil í mælingunum? Á mynd 61 hafa þyrpingarnar verið stilltar á jafnaldurslínur sem samsvara tilgreindum aldri. Samanburðurinn bendir til þróunarlegs breytileika þyrpinga eftir aldri; hvar stjörnur eru á meginröð, hver litvísir og reyndarbirta þeirra er og hvenær þær taka að hverfa af röðinni. Bjartari meginraðarstjörnurnar í yngri þyrpingunum eru skærari og heitari. RGB greinin verður meira áberandi í NGC 7789 sem er miðaldra í samanburði við NGC 188.

Aldursmunur yngri þyrringanna (NGC 7799 og NGC 7654) annars végar og hins végars NGC 7789 er  $\sim$ 1,4–1,7 Gár en 2,8 Gár eru á milli hennar og NGC 188. Samanburður gefur einnig til kynna að þyrringarnar þróast hraðar fyrr á æviskeiðinu en þegar þær eldast.



*Mynd/Fig. 62. Stjörnur þyrringa mátaðar á viðeigandi jafnaldurslínur á birtu- og litlínuriti. – Isochrone fitting of the four clusters, NGC 7790, NGC 7654, NGC 7789 and NGC 188 for estimated age comparison.*

Höfundur vill áréttu að þó að ljósmaelingarnar á þessum þyrringum hafi verið gerðar með tiltölulega litum sjónauka var WEBDA gagnagrunnurinn nýttur við rannsóknina, en hann er starfræktur við kennilega eðlisfræði- og stjarneðlisfræðideild Masaryk háskólans í Tékklandi.

*NGC 7789 is a galactic cluster that resides in the thin galactic disk, a region in the Milky Way galaxy rich in stars and dust. The cluster's seasonal near-zenith transit, seen from Iceland in the winter, makes it a suitable target for studies. This fact encouraged the author to utilize good conditions for optical resolution and collect data with a 40-cm telescope with the intention of estimating its distance. Obviously, a much larger, high-resolution telescope is better for such tasks, but the goal was to test how far one can go using a small instrument. The results from the author's observations in 2020 locate it at a distance of 6126 light-years. That estimation aligns roughly with results from several earth-bound studies. However, the WEBDA database of galactic clusters, place it at distance of 7618 light-years, based on the results of Kharchenko et al. (2005). Recent study based on measurements with the Gaia satellite places the cluster at a distance of 6763 light-years. Despite the discrepancies, the author considers the results to be an acceptable indication of how distant it is.*

*Subsequently, the results, along with studies of three other clusters, were compared to examine the magnitude, color, and age. These attributes clearly show the identities that expose the age of the clusters. The author emphasizes that although the photometry of these clusters was made with a relatively small telescope, this research made use of the WEBDA database, operated at the Department of Theoretical Physics and Astrophysics of Masaryk University, Czech Republic.*

## 15 Smástirnið 930 Westphalia

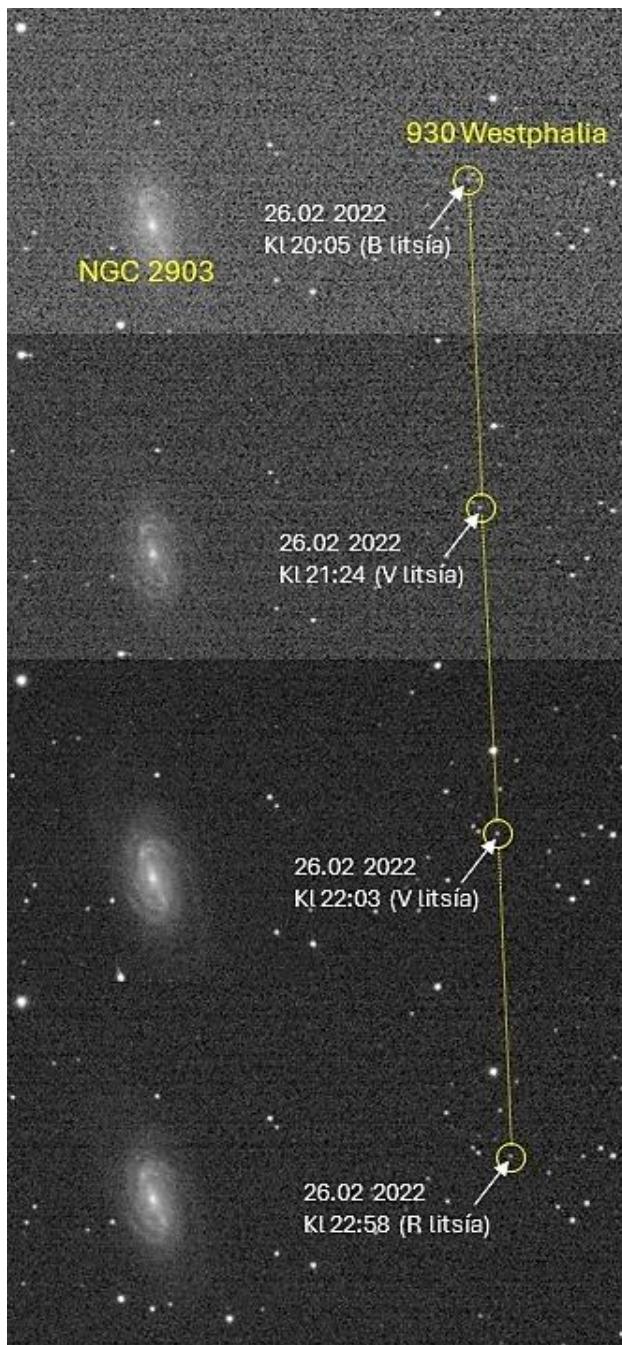
Við úrvinnslu á myndum af stjörnuþokunni NGC 2903 í Ljóninu, sem voru teknar í Frakklandi 26. febrúar 2022, kom í ljós daft smástirni (mynd 63). Það er auðkennt 930 Westphalia, uppgötvað þann 10. mars 1920 af þýska stjörnufræðingnum Walter Baade (1893-1960), þá starfandi við Bergedorf stjörnustöðina í Hamborg. Það er mjög dökkt smástirni, á sporbraut 2,1 til 2,8 stjarnfræðieiningar frá sólu, í innra svæði smástirnabeltisins. Umferðartími þess er 3,79 ár. Það flokkast sem kolefniskennt smástirni og endurkastsstuðull þess er um 0,04. Þvermál smástirnisins er minna en 40 km (SSD 2023).

Að um þetta tiltekna smástirni væri að ræða, varð ekki staðfest fyrr en eftir nokkra leit í leitartóli NASA-JPL; *Small-Body Identification Tool* (SSD 2023) og aðstoð sérfræðings á stofnuninni. Viðmiðsljósmaeling við fimm stjörnur gaf bst.  $14,73 \pm 0,05$ , þegar athugun fór fram, en samkvæmt leitartólinu var það skráð bst. 15,3. Upplýsingar frá reikistirnastofnun IAU (Minor Planet Center) staðfestir breytileika í birtu frá 13,1-16,9 í gegnum tíðina (SSD 2023).

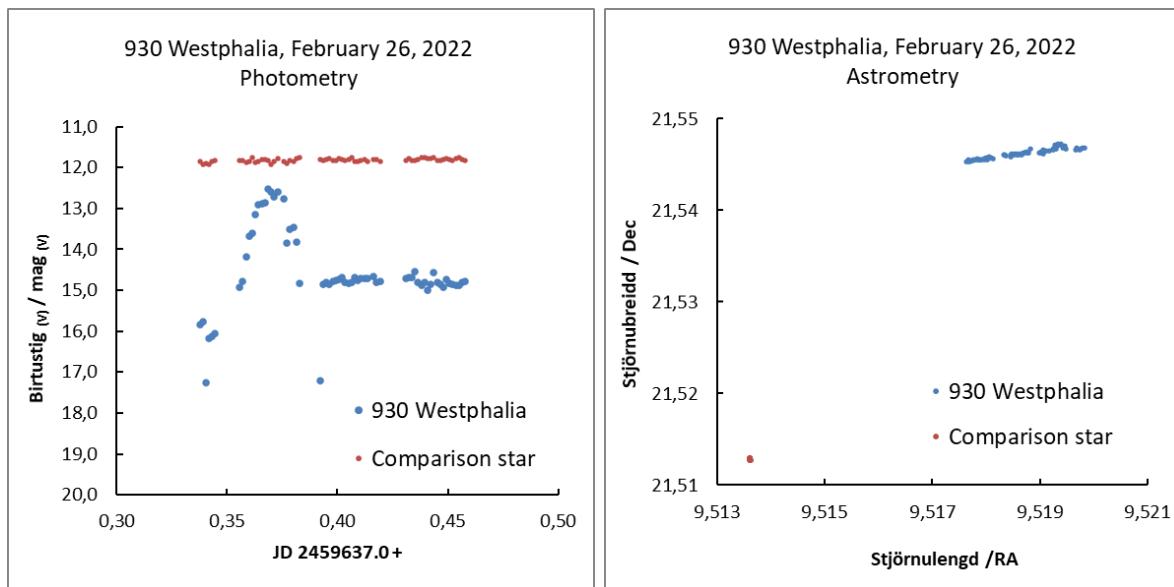
Þegar myndað var með B-ljóssíu, gekk smástirnið fyrir stjörnuna GSC 1409:1005 (bst. 14.0). Heildarbirta jókst umtalsvert á meðan, eins og sést á mynd 64a. Hvers vegna það gerðist er óútskýrt. Mynd 64b sýnir að á þeim þremur klukkustundum sem tökur stóðu yfir hliðraðist 930 Westphalia rúmar þrjár bogamínútur. Alls 64 myndir voru teknar og var tökutími hverrar 2 mínútur. Myndirnar voru teknar með Zwo Asi 174 MM-C myndavél, SW 80 ED Evostar lithreinum sjónauka á Celestron AVX GEM sjónaukastæði.

Á 33 ára ferli í ljósmyndun stjarnfyrirbæra hefur smástirni aldrei fyrr komið fram á myndum höfundar. Það varð hvati til þess að útbúa stutt myndband. Eilítill gæðamunur er í myndunum vegna þess að þær voru teknar með þrem mismunandi ljóssíum (BVR) sem eru ætlaðar til ljósmaelinga. Myndbandið má nálgast á vefsíðu Náttúrumynda og YouTube.com<sup>1</sup>.

*Mynd/Fig. 63. Hliðrun 930 Westphalia (í gulum hrung má rekja út frá viðmiðsstjörnum. – The trajectory of the asteroid 930 Westphalia (center of yellow ring) was noted using stars for comparison.*



<sup>1</sup> [930 Westphalia](#)



Myndir/Fig. 64a-b. a) Birta smásturnisins og samanburðarstjörnu. Tími (JD) á þverás og birta á lóðás. b) Ferill 930 Westphalia, á meðan tökum stóð. Stjörnulengd á þverás, stjörnubreidd á lóðás. – a) The asteroid's magnitude, and that of a comparison star. Time (JD) on the x-axis, and flux on the y-axis. b) The trajectory direction of 930 Westphalia on February 26, 2022. RA on the x-axis, and the declination on the y-axis.

When the author processed his images of the galaxy NGC 2903 in Leo (Figure 63), taken on February 26, 2022, he noticed a faint asteroid appearing in the frames. This asteroid, identified as 930 Westphalia, was discovered by German astronomer Walter Baade (1893–1961) at the Bergedorf Observatory in Hamburg on March 10, 1920. 930 Westphalia is a very dark asteroid, orbiting 2.1 to 2.8 AU from the Sun in the inner region of the asteroid belt. Its orbital period is 3.79 years. It is categorised as a hydrated carbonaceous asteroid, and its albedo is 0.04. Its estimated diameter is less than 40 kilometres.

The asteroid's identity, i.e., 930 Westphalia, was confirmed after some searching and assistance in the NASA-JPL search tool, the Small-Body Identification Tool (SSD 2023). A comparison of its estimated location that night and in the author's images matched perfectly. Differential photometry, based on five comparison stars, indicated that the asteroid's magnitude (mag.) was  $14.73 \pm 0.05$ , at the time of observation. But according to the identification tool, it was predicted to be mag. 15.3 at time of observation. Information from the IAU (Minor Planet Center) confirms variation in brightness from 13.1 to 16.9 throughout time.

It is noteworthy that while imaged with the B filter, the asteroid transited the star GSC 1409:1005 (mag. 14.0). During the transit, the combined flux increased considerably, as can be seen in Figure 64a. Figure 64b represents the trajectory, but during the three-hour session the asteroid moved more than 3 arcminutes.

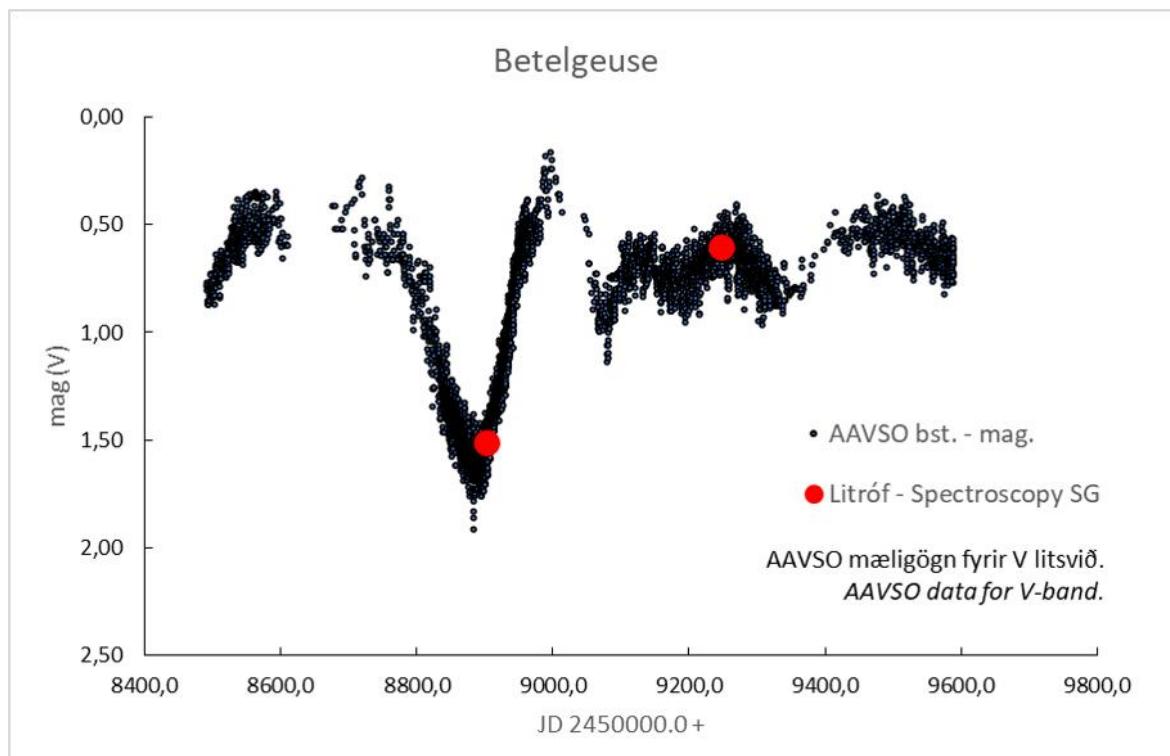
Despite more than 30 years of experience in astrophotography, asteroids have never before appeared in the author's images. That was the motivation to compile a short video out of the images, captured from France on February 26, 2022, and to present it here. Because the image set is made out of three different filters (BVR), the quality of the images differs a little.

Images were taken with the SW 80 ED Evostar apochromatic refractor, mounted on a Celestron AVX GEM. The camera used was a Zwo Asi 174 MM-C camera, equipped with a set of BVR photometric filters. 64 images were captured with two-minute exposures.

## 16 Birtufall Betelgeuse 2019-2020

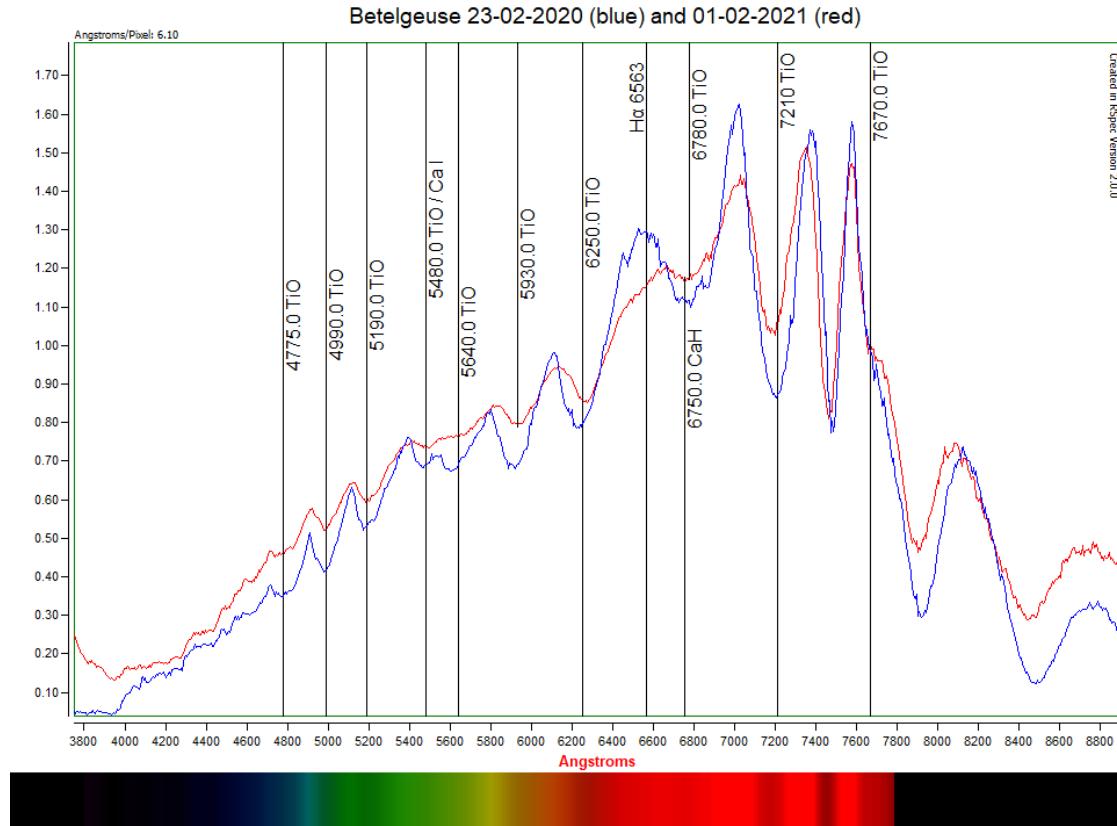
Betelgás (Betelgeuse,  $\beta$  Orionis, birtustig 0,0-1,6, fjarlægð ~548 ljósár), önnur bjartasta stjarnan í merkinu Órion, er á meðal nafnkunnustu stjarna og sú tíunda í röð þeirra björtstu. Vafalítið hefur hinn óvenjulegi rauði litur hennar vakið athygli, samanborið við aðrar bersjáanlegar stjörnur. Sögulega á hún djúpar rætur í goðsagnaheimi fornra menningarsamfélaga og sagnir birtast í fjölmögum tungumálum (Burnham 1978). Ásamt því hefur hún áunnið sér athygli vegna ofurstærðar, og er á meðal örfárra stjarna sem stjörnufræðingum hefur tekist að mæla þvermálið á. Sú staðreynd þykir sláandi að ef stjarnan væri í stað sólar í miðju sólkerfisins myndi hún hvelfast yfir allt innra sólkerfið með yfirborðið jafnvel í smástirnabeltinu, ef ekki fjær. Nýjar mælingar benda til þess að geisli (r) hennar sé á bilinu 764-1024 r<sub>○</sub> (Kravchenko o.fl. 2014; Joyce o.fl. 2020).

Nýlegar mælingar benda til að massi stjörnunnaar sé 14-19 M<sub>○</sub> og að Betelgás hafi þróast hratt úr blá-hvítri meginraðarstjörnu í rauðan risa. Búist er við að hún ljúki æviskeiði sínu sem sprengistjarna. Betelgás er hálfregluleg breytistjarna (SRc) og rauður ofurrisi. Neuhäuser o.fl. (2022) segja sýndarbst. 0,57, M<sub>v</sub> = -5,59, (B-V)<sub>0</sub> ~1,65-1,75 og litrófsflokkinn M1-2 Ia-lab. Jafna Ballesteros (2012) gefur þá yfirborðshita 3400-3600 K. Birtusveiflur Betelgás eru óreglulegar en sveiflast á milli bst. 0,0-1,6 yfir 420 daga. Í október 2019 tók stjarnan að deyfast óvenju mikil og hafði birta fallið úr 0,5 í 1,7 í febrúar 2020 (mynd 65). Þessi óvenjulega birtudeyfing vakti talsverða athygli í stjarnvísindasamfélaginu, og varð höfundur hvatning til þess að taka litrófsmælingu á meðan hún var eins dauf og raun bar vitni, og síðar eftir að hún hafði náð fyrri birtustyrk.



Mynd/Fig. 65. Birta Betelgás, í V-litsviði, frá 1. ágúst 2019 til 1. september 2022. Svartir punktar eru mæligögn frá AAVSO. Rauðir hringir marka tvær litrófsmælingar höfundar sem voru teknar í lok birtufallsins, og tæpu ári (342 dögum) síðar. – Betelgeuse magnitude, in V-band, from August 1, 2019 to September 1, 2022. Black dots are data from AAVSO. Red filled circles marks two spectroscopical measurement obtained by author, at the end of the fading and almost one year (342 days) later.

Rauðir mælipunktar (mynd 65) sýna hvenær litrófsmælingarnar voru gerðar, og miðast við meðaltalsbst. á þeim tíma. Fyrri mælingin var gerð 23. febrúar 2020 en þá voru 10 dagar liðnir frá því að stjarnan hafði náð lágmarki birtusveiflunnar. Þá var meðaltalsbirtustig 1,51 í V-litsviði, byggt á mælingagögnum AAVSO. Seinni mælingin var gerð 1. febrúar 2021, en þá var meðaltalsbst. stjörnunnar 0,6, og hafði hún því styrkst um 0,9 birtustig (mynd 66).



*Mynd/Fig. 66. Litróf Betelgás 23. febrúar 2020 (blá lína), og 1. febrúar 2021 (rauð lína). — The spectrum of Betelgeuse on february 23, 2020 (blue line), and February 1, 2021 (red line).*

Skemmt er frá að segja að mælingar með Hubble geimsjónaukanum bentu til þess að ljósdeyfingin stafaði af massaskvettu af yfirborði Betelgás. Heitt efni þeyttist milljónir kílómetra frá stjörnunni og myndaði rykský við að kólna sem olli birtudeyfingu allt að tveim þriðju af venjulegri birtu hennar (Dupree o.fl. 2020). Litrófsmælingarnar sem höfundur gerði með raufarlausum litrófsrita bera með sér að litlar breytingar urðu í litrófi stjörnunnar á milli þessarra tveggja mælinga. Því miður tókst ekki eins vel að mynda litrófið í seinna skiptið en afar líttill styrkmunur kemur fram í mælingunum.

*Betelgeuse ( $\beta$  Orionis mag. 0.0–1.6, distance  $\sim$ 548 ly.) began to dim unexpectedly in October 2019 and dropped to mag. 1.7 in February 2020 (Fig. 65). This unusual event prompted the author to take a spectroscopic measurement while it remained in its dimmed state. Red points (fig. 65) show his measurements, made on February 23, 2020,  $\sim$ 10 days after the star had reached its minimum (mag. 1,7), and on February 1, 2021, after the star had gained mag. 0.6, and strengthened by a factor of two thirds (fig. 66).*

*Hubble Space Telescope measurements indicated the cause being a surface mass ejection, millions of kilometres out from Betelgeuse, and as it cooled, it formed a dust cloud that dimmed the star (Dupree et al. 2020). A comparison of the spectrum from the author's measurements shows little if any changes. Despite less success in capturing spectral lines in the second measurement, very little intensity difference shows up.*

## Samantekt

Þessi greinargerð er sú sjöunda í röðinni um stjörnuathuganir frá stjörnustöðinni í Nesjum í Hornafirði síðan 2013. Hún kynnt ljósmaelingar á völdum myrvastjörnum og þvergöngum fjarreikistjarna og síðan niðurstöður úr mælingum á lausþyrpingunni NGC 7789, smástirninu 930 Westphalia og rauðrisanum Betelgeuse. Allflestir mælingarnar voru gerðar árið 2022, örfáar í janúar 2023 en athuganir á NGC 7789 ná aftur til 2020, jafnvel 2017. Fyrst voru raktar niðurstöður ljósmaelinga á myrvatvistirnum V 354 UMa, PZ UMa og V 474 Cam. Markmið athugana var að tímasetja myrkva og bera saman við útgefna spátíma. Rauntímar myrkva falla oft ekki saman við spátíma og athuganirnar prófa viðurkennda birtulotu og viðmiðstíma, og upplýsa um stöðugleika sporbrauta myrvatvistirnanna. Niðurstöður athugana sýna að myrvatvistirni eru oft óútreiknanleg fyrirbæri.

Fyrst var sagt frá snertitvistirninu V 354 UMa en mælingar á því voru endurteknar í mars 2022. Fyrri athuganir voru gerðar í febrúar 2017 og því rúm fimm ár á milli þeirra. Niðurstöðurnar draga fram birtulotu og O-C rit staðfestir óreglu í umferðartíma tvistirnisins. Ásamt því má greina örлítill pósítif O'Connell áhrif í birtusveiflunni en þá er birtumagn í hámarki birtusveiflu meira eftir aðalmyrkva en millimyrkva. Ein skýring á O'Connell-áhrifum eru stjörnublettir í yfirborði stjarnanna. Niðurstöður ljósmaelinganna voru jafnframta notaðar til að gera líkan af tvistirninu og bendir það til að um hjúpsnertistjörnu sé að ræða. Niðurstöður mælinga voru sendar í gagnasafn B.R.N.O. (nr 25145 – 25147).

Athuganir á snertitvistirninu PZ UMa fóru fram í janúar 2022. Í birtusveiflunni koma fram pósítif O'Connell-áhrif, sem lýsa sér í að birtuhámark er meira á eftir aðalmyrkva en eftir millimyrkva. Negatíf O'Connel-áhrif eru hins vegar þegar birtuhámarkið er meira á eftir millimyrkva. Til að draga fram líkan af kerfinu þurfti að gera ráð fyrir því. Það reyndist ekki fyrirhafnarlaust að nýta stikana úr fyrri rannsókn til þess að málast við birtulotuna sem höfundur fékk úr sínum mælingum. Alls þurfti að máta þrjá stjörnubletti til þess að birtusveiflan félji að líkaninu. Athyglisvert við PZ UMa er að tíðni úr lotuleit gefur nokkra mögulega tíma á birtulotunni. Sveiflutiðni myndar nú aðrar mögulegar lotur á milli 0,2 (4t48m) – 0,3 (7t12m). .

Athuganir á V 474 Cam, síðla árs 2022 og til 18. janúar 2023, leiddu í ljós sex aðalmyrkva og two millimyrkva. Áttu þeir sér stað meira en einni klukkustund á undan spátíma. Niðurstöður um birtulotu styðja viðurkenndan umferðartíma en þó seinkaði myrvum yfir 95 daga um 53 sekúndur eða um hálfa sekúndu á dag. Óvenjuleg breyting kom svo fram síðar í birtusveiflu. Mælingar fyrir 4. desember gáfu að dýpt aðalmyrkva var ~0,55 bst. en eftir það urðu þeir grynnri. Annars vegar fór birtuhámark úr bst. 11,0 í 11,1 og samtímis grynnkaði aðalmyrkvi úr 11,55 í 11,45. Hvað skýrir þessa óvenjulegu hegðun er óvist en ljóst að stjarnan á fleiri óvenjulegar hliðar en að vera eingöngu hjúpsnertistjarna.

Síðstu ár hafa verið helguð ljósmaelingum á fjarreikistjörnum og var árið 2022 ekki undantekning frá því. Samt tókst aðeins að ljósmaela 16 þvergöngur á 10 fjarreikistjörnum, sem er helmingi minna en árið á undan. Því ræður veðráttan, sem reyndist ekki hliðholl þetta ár. Í janúar 2022 var fylgst með þvergöngum K2-30 b, Qatar 1 b, HAT-P-56 b og HAT-P-22 b. Einungis tókst að gera tvær athuganir eftir það. Í febrúar var fylgst með þvergöngum HAT-P-54 b og KELT-23 A b. Veðrátta rak höfund og konu hans til að verja seinni hluta vetrarins í Frakklandi og þá lágu athuganir með 40 cm sjónaukanum niðri. Frá september til áramóta 2022/2023 tókst síðan að fylgjast með Qatar 4 b (tvívegis), Kepler-12 b, HAT-P-53 b (þrívegis), og síðan í annað skipti þetta ár Qatar 1 b, K2-30 b og KELT-23 A b. Best var tíðin í desember til þessara athugana en annars frekar slæm.

NGC 7789 er lausþyrping í merkinu Kassíópeiu. Hún situr í þunnkringlu Vetrarbrautarinnar sem er rík af stjörnum. Caroline L. Herschel (1750-1848), systir og samstarfsfélagi stjörnufræðingsins Friedrich W. Herschel (1738-1822), uppgötvaði hana árið 1783. Hún er því gjarnan auðkennd þyrping Karólínu. Hún er heppilega staðsett fyrir athuganir frá Íslandi. Hún fer nærri hvífilpunktí en þar má mynda í gegnum minnstan loftmassa

og við stöðug skilyrði taka skarpar myndir. Þegar þyrringin er mynduð með 40 cm sjónauka við slík skilyrði má nema fjölda stjarna vegna þess hve vel þær aðgreinast. Þessi staðreynd var til hvatningar um að afla gagna til að meta fjarlægð, roðnun og aldur með meginraðarmátun. Niðurstöður úr athugunum sem höfundur gerði árið 2020, staðsetja NGC 7789 í 6126 ljósára fjarlægð. Niðurstöðurnar eru á pari við fyrrí mælingar en ber ekki saman við mælingar með Gaia gervitunglinu, sem ákvæða fjarlægð hennar 6763 ljósár. Prátt fyrir þennan mismun gefa þær ásættanlega vísbendingu um hve fjarri hún er, að mati höfundar.

Í framhaldi voru niðurstöðurnar skoðaðar með mælingum sem höfundur hefur fyrr gert á þrem öðrum þyrringum, til að sjá hve skýr merki kæmu fram um birtu, lit og aldur, þegar notaðir eru sjónaukar af því tagi sem höfundur hefur yfir að ráða. Eigindir sem auðkenna þyrringar koma skýrt fram og má auðveldlega greina þróunarlegan mismun á milli þessara þyrringa.

Á myndum af stjörnubokunni NGC 2903 sem voru teknar 26. febrúar 2022, kom daufa smástirnið 930 Westphalia í ljós. Það var uppgötvað þann 10. mars 1920 af þýska stjörnufræðingnum Walter Baade (1893-1960), þá við Bergedorf stjörnustöðina í Hamborg. Þetta dimma kolefniskennda smástirni, sem er minna en 40 km í þvermál, er á sporbraut í innra svæði smástirnabeltisins, 2,1 til 2,8 stjarnfræðieiningar frá sólu, og er umferðartími þess 3,79 ár. Þegar myndað var með B-litsú, gekk smástirnið fyrir stjörnuna GSC 1409:1005. Heildarbíta jókst umtalsvert á meðan en hvers vegna er óútskýrt.

Hálfreglulega breytistjarnan og rauðrisinn Betelgás tók óvænt að dofna í október 2019 og var komin í birtustig 1,7 í febrúar 2020. Yfirleitt er birta hennar á milli 0,0 og 1,6. Þessi forvitnilega þróun hvatti höfund til að gera litrófsmælingar á stjörnunni á meðan hún var í því ástandi. Mælingar voru fyrst teknar 23. febrúar 2020, um það bil 10 dögum eftir að stjarnan hafði náð lágmarki, og aftur 1. febrúar 2021, eftir að birta hennar hafði aukist um two þriðju. Mælingar með Hubble geimsjónaukanum bentu til þess að ljósdeyfingin stafaði af massaskvettu af yfirborði Betelgeuse. Heitt efni þeyttist milljónir kílómetra frá stjörnunni og myndaði rykský við að kólna, sem olli birtudeyfingu allt að tveim þriðju af venjulegri birtu hennar. Eins og við mátti búast sýndu athuganir höfundar engar merkjanlegar breytingar á litrófi stjörnunnar.

Eins og sjá má af upptalningunni mun ársins 2022 ekki verða minnst fyrir heppileg skilyrði til stjörnuathugana frá Hornafirði. Þar ræður auðvitað veðráttan. Höfundi er vel ljóst að veðurfar í landsfjórðungnum reynist óhentugt fyrir stjarnmælingamenn, en á fáa úrkosti á meðan hann starfar þar. Í lok ársins 2022 hefur höfundur náð að afla gagna um 90 þvergöngur á 43 fjarrekistjörnum. Niðurstöðurnar eru sendar í alþjóðlegan gagnagrunn og verða þá aðgengilegar stjarnvísindasamféluginu. Árið 2022 gáfust 43 kvöld/nætur til stjörnuathugana, 25 frá janúar til apríl og 18 frá september fram að áramótum 2022/23. Tímabilið frá hausti 2021 til vors 2022 eru hins vegar skráðar 58 athuganir. Flest kvöldin voru notaðir tveir sjónaukar til þess að auka afköstin, en eins og fram hefur komið gefur veðráttan á Íslandi fá tækifæri til mælinga. Minni sjónaukanum var helst beint á björt myrkvatvístirni en 40 cm sjónaukinn notaður til að fylgjast með þvergöngum fjarrekistjarna.

Sambærilegar skýrslur hafa áður út 2016, 2018, 2019, 2020 og 2021. Þær eru aðgengilegar á skýrslusíðu á vefsetri Náttúrumynda eða Náttúrustofu Suðausturlands. Að þessu sinni er útgáfan rafræn á PDF formi og er hún prenthæf.

## Summary

This report marks the seventh in a series since 2013, summarizing astronomical observations from the privately owned Nes Observatory in Hornafjörður, Southeast Iceland, focusing on activities during the year 2022. The first section reports on photometrical observations of the eclipsing EW stars V 354 UMa, PZ UMa, and V 474 Cam. The objective was to determine precise timings of mid-eclipses and compare them with predicted timings. Typically, these timings do not align, prompting examinations into the epoch and period of such systems, occasionally unveiling orbital instability or light variations of short-period eclipsing binaries.

The first EW eclipsing binary discussed is the little-known V 354 UMa, positioned at RA 13 35 38.4 and Dec +49 14 6.1 in Ursa Major. Observations were conducted in March 2022, marking the first since February 2017, over five years prior. The results confirm deviations in the orbital period of V 354 UMa, with the O'Connell effect evident in the light curve phase diagram. Among the explanations for the O'Connell effects is the presence of star spots. The resulting light curve was utilized to model the binary, supported by parameters from Michel et al. (2019).

Observations of the contact binary PZ UMa were made on January 13–14 and January 23, 2022. The light curve reveals O'Connell effects, exposing a higher maximum before the secondary eclipse. Previous researchers have concluded that the effect migrates between the stars, implying that this contact binary is subject to strong magnetic field variations. This fact might have influenced the model the author made of the system. Three star spots had to be fitted to match the light curve. An unusual aspect of this EW-star is that the frequency test by the ANOVA analysis (from peaks in Figure 10b) suggests several possible solutions to the period. The frequency peaks nine times between 0.2 and 0.3-day limits where the phase poses convincing phase results.

Observations on the EW eclipsing binary V 474 Cam, conducted between October 14, 2022, and January 18, 2023, revealed six primary and two secondary eclipses. The period coincides with the accepted value. Nevertheless, the eclipses occurred about an hour earlier than predicted. Then, a time delay of 0.5 seconds per day added 53 seconds to the primary eclipse on January 17 after the 95-day session. An unexpected reduction in the star's brightness became apparent in the light curve. Before December 4, the primary depth was 0.55 magnitudes, but thereafter considerably fainter. The usual mag. 11.0 maximum decreased to 11.1, and the primary depth of mag. 11.55 to 11.45. The cause is unexplained but prompts attention to V 474 Cam. It is conceivable that the star has more interesting aspects than just being a contact binary.

In recent years, the author has dedicated the majority of his time to exoplanet transit observations, and 2022 was no exception. However, only 16 transits of 10 exoplanets were detected, which is roughly half the number compared to the previous year. The reason for this decline is that the weather was unfavorable for astronomical observations throughout the year. In January 2022, observations were made of the transiting K2-30 b, Qatar 1 b, HAT-P-56 b, and HAT-P-22 b. February saw the observation of the transits of HAT-P-54 b and KELT-23 A b. However, bad weather conditions forced the author and his wife to spend the latter half of winter in southeast France, during which no observations of exoplanet transits were implemented.

Observations of exoplanet transits between September and December 2022 included Qatar 4 b (2 observations), Kepler 12 b, HAT-P-53 b (3 times), and then, for the second time that year, Qatar 1 b, K2-30 b, and KELT-23 A b.

NGC 7789 is a galactic cluster that resides in the thin galactic disk, a region in the Milky Way galaxy rich in stars and dust. The cluster's seasonal near-zenith transit, seen from Iceland in the winter, makes it suitable target for studies. This fact encouraged the author to utilize good conditions for optical resolution and collect data with a 40-cm telescope with the intention of estimating its distance. Evidently, a much larger, high-resolution

*telescope is better for such tasks, but the goal was to test how far one can go using small instruments. The results from the author's observations in 2020 locate NGC 7789 at a distance of 6126 light-years. That estimation roughly aligns with results from several other earthbound studies. However, the WEBDA database, based on the results of Kharchenko et al. (2005), determines the distance to be 7618 light-years, and a recent study based on measurements with the Gaia satellite places the cluster at a distance of 6763 light-years. Despite the discrepancies, the author considers the results to be an acceptable indication of how distant it is.*

*Subsequently, the results, along with studies of three other clusters, were compared to examine the magnitude, color, and the cluster's age. These attributes clearly show the identities that expose the age of the clusters. The author emphasizes that although the photometry of these clusters was made with a relatively small telescope, this research made use of the WEBDA database, operated at the Department of Theoretical Physics and Astrophysics of Masaryk University.*

*Images of the galaxy NGC 2903, taken on February 26, 2022, revealed the faint asteroid 930 Westphalia. It was discovered by German astronomer Walter Baade (1893-1960) at the Bergedorf Observatory in Hamburg on March 10, 1920. This less than 40 km wide, dark (albedo is 0.04) hydrated carbonaceous asteroid orbits the Sun at a distance of 2.1 to 2.8 AU, in the inner region of the asteroid belt. Its orbital period is 3.79 years. It is noteworthy that while imaged with the B filter, the asteroid transited the star GSC 1409:1005. During the transit, the combined flux increased considerably. The reason remains elusive.*

*The prominent star Betelgeuse began to dim unexpectedly in October 2019, eventually reaching a magnitude of 1.7 by February 2020. This intriguing development prompted the author to conduct spectroscopic observations of the star while it remained in this dimmed state. Measurements were first taken on February 23, 2020, approximately 10 days after the star had reached its minimum and again on February 1, 2021, after its brightness had increased by about two thirds. Hubble Space Telescope observations indicated that the dimming was caused by a surface mass ejection, which emitted hot material millions of kilometers away from the star. As this material cooled, it formed a dust cloud that partially obscured the star's brightness. As anticipated, the author's observations showed no discernible changes in the star's spectrum.*

*The year 2022 will not be remembered as a prosperous year for astronomical observations from southeast Iceland. The author is well aware of the unpredictable weather conditions but has limited options while maintaining his work there. By the end of 2022, the author had managed to obtain data on 90 transits of 43 exoplanets. The results were submitted to the international databases of B.R.N.O. and TRESCA, the Variable Star and Exoplanet Section of the Czech Astronomical Society, where they are accessible to the astronomical community. In 2022, 43 evenings and nights were used for observations: 25 nights from the beginning of January to April and 18 nights from September to the end of the year. However, for the winter season from autumn 2021 to spring 2022, 58 observations are recorded. Two telescopes were used on most observing nights to double the data acquisition. The smaller telescope was mainly aimed at bright eclipsing stars, while the 40-cm telescope was used to observe the transits of the exoplanets.*

*This report is an electronic summary in PDF format and is printable. Comparable reports have been published previously in 2016, 2018, 2019, 2020, 2021, and 2022.. These reports are accessible in the report section of the Nes Observatory website, downloadable for printing.*

## Viðauki A Trumplers-flokkun

Stjörnufræðingarnir Melotte (1915), Shapley-Sawyer (1927) og Shapley (1930) reyndu snemma á 20. öldinni að flokka kerfisbundið lausþyrpingar og kúluþyrpingar. Sú flokkun sem hefur orðið hvað langlífust setti ameríski stjörnufræðingnum Robert Trumpler (1886—1956) fram árið 1930. Trumpler flokkaði lausþyrpingar í fjóra meginhópa eftir einkennum (tafla 67). Hann benti á breytilega samsetningu og þær sem stjörnurnar væru bundnar sameiginlegu þyngdarsviði væri stöðugleiki þyrpinganna breytilegur. Hann undirflokkarði þær ennfremur eftir birtu (ljósflæði) og fjölda stjarna innan marka þeirra. Nokkur skilyrði liggja til grundvallar afmörkunar. Stjörnur í þyrpingum hafa allar svo til sömu eiginhreyfingu og sjónlinuhraða og stefna í sömu átt á svipuðum hraða. Þær eru jafngamlar, með sömu efnasamsetningu en mismikill massi þeirra aðgreinir þær á jafnaldurslínú H-R línumurits (Alessi o. fl., 2003). Trumpler reyndi jafnframt að nota áætlað þvermál þeirra til fjarlægðarákvárðana. Þá komst hann að því að þyrpingar voru kerfisbundið daufari og rauðari eftir því sem að fjarlægðin jókst og uppgötvaði að ástæða þess var miðgeimsgleypni (Trumpler, 1930).

Tafla/Table 15. Flokkun Trumplers (1930) á lausþyrpingum.—Trumpler's (1930) classification on galactic clusters.

Flokkur	Skyring	Explanation from Trumpler (1930)
I	Afmarkaðar þyrpingar með þéttan kjarna, þ. e. margar stjörnur í miðsvæði.	<i>Detached clusters with strong central concentration.</i>
II	Afmarkaðar þyrpingar með líttin þéttleika í miðsvæði (kjarna).	<i>Detached clusters with little central concentration.</i>
III	Afmarkaðar þyrpingar með engan sýnilegan kjarna en jafndreif stjarna innan afmarkaðs svæðis.	<i>Detached clusters with no noticeable concentration, in which the stars are more or less thinly but nearly uniformly scattered.</i>
IV	Þyrpingar illa afmarkaðar, greinast sem samþéttung sem rennur saman við umhverfið með öðrum stjörnum.	<i>Clusters not well detached but passing gradually into the environs, appearing like a star field condensation.</i>
Undirhópar hvers flokks		Subdivision of each group
1	Flestir stjörnur með svipað sýndarbirtustig.	<i>Most cluster stars nearly of the same apparent brightness (NGC 7789).</i>
2	Jafndreifing daufra yfir í bjartar stjörnur.	<i>Medium range in brightness of the stars.</i>
3	Þyrpingar samsettar af björtum og daufum stjörnum. Almennt eru örfáar mjög bjartar, nokkrar meðalbjartar samanborið við að flestar eru daufari (Sjöstirnið).	<i>Clusters composed of bright and faint stars; generally a few very bright and some moderately bright stars standing out from a host of fainter ones (Pleiades).</i>
Afmörkun		Distinction
p	Rýrar þyrpingar með < 50 stjörnur	<i>Poor clusters with less than 50 stars.</i>
m	Milliauðugar þyrpingar með 50—100 stjörnur	<i>Moderately rich clusters with 50—100 stars.</i>
r	Auðugar þyrpingar með > 100 stjörnur	<i>Rich clusters with more than 100 stars.</i>

Kúluþyrpingar eru annar flokkur þyrpinga sem innihalda mun fleiri stjörnur og í sumum tilfellum meira en eina milljón stjarna.

# Heimildir

AAVSO 2022. The AAVSO Guide to CCD/CMOS Photometry with Monochrome Cameras, [Version 1.0](#).

AAVSO 2024. American Association of Variable Star Observers. [AAVSO](#). Vefsetur AVV SO, Cambridge, USA.

Alessi, B. S., Moitinho, A. & Dias, W. S. 2003. Searching for unknown open clusters in the Tycho-2 catalog. 2003A&A...410..565A. Vefslóð: <http://adsabs.harvard.edu/a>.

Ballesteros, F. J. 2012. New insights into black bodies. EPL Volume 97, Number 3. [arXiv:1201.1809](#):

Baluev, R.V., E.N. Sokov, I.A. Sokova,V.Sh. Shaidulin, A.V.Veselova ,V.N. Aitov, G.Sh. Mitiani, A.F.Valeev, D.R. Gadelshin, A.G. Gutayev, G.M. Beskin, G.G.Valyavin, K. Antonyuk, K. Barkaoui, M. Gillon, E. Jehin, L. Delrez, S. Guðmundsson, H.A. Dale, E. Fernández-Lajús, R.P. Di Sisto, M. Bretton, A.Wunsche, V.-P. Hentunen, S. Shadick ,Y. Jongen ,W. Kang, T. Kim, E. Pakštienė, J.K.T. Qvam, C.R. Knight, P. Guerra, A. Marchini, F. Salvaggio, R. Papini, P. Evans, M. Salisbury, J. Garlitz, N. Esseiva, Y. Ogmen, P. Bosch-Cabot, A. Selezneva and T.C. Hinse 2021. Massive search of spot- and facula-crossing events in 1598 exoplanetary transit lightcurves. Acta Astronomica, Vol. 71 (2021), 1, 25-53.

BAA 2024. Heliocentric Julian Date. British Astronomical Association – [Computing Section](#).

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

Burbidge, E. M. & Sandage, A. 1958. The Color-Magnitude Diagram for the Galactic NGC 7789. Astrophysical Journal, vol. 128, 174-184. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Burnham Jr., Robert 1978. Burnham's Celestial Handbook: An Observer's Guide to the Universe Beyond the Solar System, Volume Two: Chamaeleon-Orion (Revised & Enlarged ed.). New York: Dover Publications. ISBN 9780486235684.

B.R.N.O. 2024. Project – [Eclipsing Binaries. Variable and Exoplanet Section of the Czech Astronomical Society](#).

Cantat-Gaudin, T. & Anders, F. 2020. Clusters and mirages: cataloguing stellar aggregates in the Milky Way. Astronomy and Astrophysics, volume 633A, 99-99 (2020/1-1). 2020A&A...633A..99C.

CDS 2024. [Simbad Database](#). Centre de Données astronomiques de Strasbourg.

Danziger, I. J. 1971. [A short-period variable in the galactic cluster NGC 7789](#). 1971PASP...83...84D - Publ. Astron. Soc. Pac., 83, 84-86.

Dias, W. S., Alessi, B. S., Moitinho, A., Lepine, J. R. D. 2002. VizieR Online Data Catalog: Optically visible open clusters and Candidates. 2002A&A...389..871D.

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. 1888MmRAS..49....1D.

Andrea K. Dupree et al 2020 ApJ 899 68. DOI 10.3847/1538-4357/aba516.

EPE 2024. The Extrasolar Planets Encyclopaedia. Catalog. [EPE](#).

Fortney, J. J., B.-O. Demory, J.-M. Desert, J. Rowe, G. W. Marcy, H. Isaacson, L. A. Buchhave, D. d. Ciardi, T. N. Gautier, N. M. Batalha, D. A. Caldwell, S. T. Bryson, P. Nutzman, J. M. Jenkins, A. Howard, D. Charbonneau, H. A. Knutson, S. B. Howell, M. Everett, F. Fressin, D. Deming, W. J. Borucki, T. M. Brown, E. B. Ford, R. L. Gilliland, D. W. Latham, N. Miller, S. Seager, D. A. Fischer, D. Koch, J. J. Lissauer, M. R. Haas, M. Still, P. Lucas, M. Gillon, J. L. Christiansen, J. C. Geary 2011. Discovery and Atmospheric Characterization of Giant Planet Kepler-12b: An Inflated Radius Outlier. *Apj.* arXiv:1109.1611v1 [astro-ph.EP].

Friel, E. D. 2013. [Open clusters and their role in the galaxy](#). In T.D. Oswalt, G. Gilmore (eds.), Planets, Stars and Stellar Systems. Volume 5: Galactic Structure and Stellar Populations, DOI 10.1007/978-94-007-5612-0\_7, © Springer Science+Business Media, Dordrecht 2013.

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](#). *Mon Not R Astron Soc* (2019) 485 (3): 3580-3587.

Gao, X. 2018. Memberships, [Distances, and Proper Motions of the Open Clusters](#) NGC 2112, NGC 2477, NGC 7789, and Collinder 261 from Gaia-DR2. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Volume 130, Number 994, 1-15.

Gaustad, J. E. & P. S. Conti 1971. [A carbon star in NGC 7789](#). *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 83, 351-351. Vefslóð: <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/129135>.

Gim, M., Vandenberg, D. A., Stetson, P. B., Hesser, J. E., Zurek, D. R. 1998. [The Open Cluster NGC 7789](#). II. CCD VI Photometry. *The Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Volume 110, Issue 753, pp. 1318-1335.

Girardi, L., G. Bertelli, A. Bressan, C. Chiosi, M.A.T. Groenewegen, P. Marigo, B. Salasnich, A. Weiss. 2002. Theoretical isochrones in several photometric systems - I. Johnson-Cousins-Glass, HST/WFPC2, HST/NICMOS, Washington, and ESO Imaging Survey filter sets. *A & A manuscript*. arXiv:astro-ph/0205080v1 6 May 2002.

Huang, C. X., J. D. Hartman, G. Á. Bakos, K. Penev, W. Bhatti, A. Bieryla, M. de Val-Borro, D. W. Latham, L. A. Buchhave, Z. Csabry, G. Kovács, B. Béky, E. Falco, P. Berlind, M. L. Calkins, G. A. Esquerdo, J. Lázár, I. Papp & P. Sári 2015. [HAT-P 56 b: An inflated massive Hot Jupiter transiting a bright F star followed up with K2.0 observations](#). *AJ*, 150:85,1-11.

Jeffery, E. J. 2008. Observational problems in determining the ages of open clusters. In E.E. Mamajek, D.R. Soderblom & R.F.G. Wyse, eds. *The Ages of Stars Proceedings IAU Symposium No. 258*, 2008. 2009 International Astronomical Union. DOI: 10.1017/S1743921309031792.

Johns, D., P. A. Reed, J. E. Rodriguez, J. Pepper, K. G. Stassun, K. Penev, B. Scott Gaudi, J. Labadie-Bartz, B. J. Fulton, S. N. Quinn, J. D. Eastman, D. R. Ciardi, L. Hirsch, D. J. Stevens,, C. P. Stevens, T. E. Oberst, D. H. Cohen, E. L. N. Jensen, P. Benni, S. Villanueva Jr., G. Murawski, A. Bieryla, D. W. Latham, S. Vanaverbeke, F. Dubois, S. Rau, L. Logie, R. F. Rauenzahn, R. A. Wittenmyer, R. Zambelli, D. Bayliss,, T. G. Beatty,, K. A. Collins, K. D. Colón, I. A. Curtis, P. Evans, J. Gregorio, D. James, D. L. Depoy, M. C. Johnson, M. D. Joner, D. H. Kasper, S. Khakpash, J. F. Kielkopf, R. B. Kuhn,, M. B. Lund,, M. Manner, J. L. Marshall,, K. K. McLeod, M. T. Penny, H. Relles, R. J. Siverd, D. C. Stephens, C. Stockdale, T.-G. Tan, M. Trueblood, P. Trueblood, and X. Yao 2019. KELT-23Ab: A Hot Jupiter Transiting a Near-solar Twin Close to the TESS and JWST Continuous Viewing Zones. *AJ* 158 78. DOI 10.3847/1538-3881/ab24c7.

Joyce, M., S.-C. Leung, L. Molnár, M. J. Ireland, C. Kobayashi, K. Nomoto 2020. Standing on the shoulders of giants: New mass and distance estimates for Betelgeuse through combined evolutionary, asteroseismic, and hydrodynamical simulations with MESA. arXiv:2006.09837 [astro-ph.SR].

Juryšek, J., Hoňková, K., Šmelcer, L., Mašek, M., Lehký, M., Bílek, F., Mazanec, J., Hanzl, D., Magris, M., Nosáľ, P., Bragagnolo, U., Medulka, T., Vrašták, 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., Čapková, 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, L., 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., Scaggiante, 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., Zíbar, M., Ziková, A. 2017. [B.R.N.O. Contributions #40 Times of minima](#). Open European Journal on Variable Stars. ISSN 1801-5964.

Kazarovets, E.V., N.N. Samus, O.V. Durlevich, N.N. Kireeva, E.N. Pastukhova 2011. The 80th Name-List of Variable Stars. Part II - RA 6h to 16h. Information Bulletin on Variable Stars, No. 6008, #1. (IBVS). 2011IBVS.6008....1K.

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).

Khruslov, A. V. 2006a. TYC 3466 00629 1. Peremennye Zvezdy Prilozhenie, [vol. 6, N 30](#).

Khruslov, A. V. 2006b. TYC 4360 01210 1 is a W UMa Eclipsing Binary. Peremennye Zvezdy Prilozhenie, [vol. 6, no. 13](#).

Kim, C. & N-K. Park 1999. Time-Series Monitoring of Variable stars in the field of NGC7789. Astrophysics and Space Science, 268: 387–396, 1999.

Koroleva, L. S. 1975. [The open cluster NGC 7789](#). Sov. Astron., 18, 584-589 (1975).

Kravchenko, K., A. Jorissen, S. Van Eck, T. Merle, A. Chiavassa, C. Paladini, B. Freytag, B. Plez, M. Montargès, H. Van Winckel 2014. Atmosphere of Betelgeuse before and during the Great Dimming event revealed by tomography. arXiv:2104.08105 [astro-ph.SR].

Kustner, F. 1923. Ausmessungen der vier offenen Sternhaufen NGC 7789, Messier 11 und 35, NGC 6939. Veröffentlichungen der Universitäts-Sternwarte zu Bonn. No. 18.

Lucy, L. B. 1968. [The Structure of Contact Binaries](#). Astrophysical Journal, vol. 151, bls. 1123--1135.

McNamara, B. J. 1980. [The blue stragglers in NGC 7789 and the binary post-main-sequence mass-exchange hypothesis](#). 1980PASP...92..682M - Publ. Astron. Soc. Pac., 92, 682-687.

Michel R., Qi-Qi Xia & J. Higuera 2019. Photometric investigation and orbital period analyses of the W UMa binaries FP Lyn, FV CVn and V354 UMa. RAA 2019 Vol. 19 No. 7, 99 (12pp) doi: 10.1088/1674-4527/19/7/99.

Mochejska, B. J. and J. Kaluzny 1999. Variable stars in the field of the open cluster NGC 7789. arXiv:astro-ph/9907272v1 20 Jul 1999.

Neuhäuser, R., G. Torres, M. Mugrauer, D. L. Neuhäuser, J. Chapman, D. Luge, M. Cosci 2022. Colour evolution of Betelgeuse and Antares over two millennia, derived from historical records, as a new constraint on mass and age. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 516 (1): 693–719.

Nicholson, M., J. Sutherland, C. Sutherland 2005. [New Variable Stars found in the NSVS Database](#). Open European Journal on Variable stars, 12, 1. 2005OEJV...12....1N.

Overbeek, J. C., E. D. Friel, H. R. Jacobson, C. I. Johnson, C. A. Pilachowski, S. Meszaros 2015. NGC 7789: An Open Cluster Case Study. 2015, AJ, 149, 15. arXiv:1502.02596.

Paunzen, E. & M. Netopil 2006. On the current status of open-cluster parameters. Mon. Not. R. Astron. Soc. 371, 1641–1647 (2006) doi:10.1111/j.1365-2966.2006.10783.

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.

Reddish, V. C. 1954. Colour-magnitude arrays in the clusters Tombaugh 5, NGC 7789, NGC 1528 and NGC 2682. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 114, 583-592. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

SSD 2023. Solar System Dynamics. (2023, September, 6). (930 Westphalia). <https://ssd.jpl.nasa.gov>

Salasnich, B., L. Girardi, A. Weiss, and C. Chiosi, 2000. [Evolutionary tracks and isochrones for alpha-enhanced stars](#). Astronomy and Astrophysics 361, 1023.

Shapley, H. 1920. Studies based on the colors and magnitudes in stellar clusters. XVII. Miscellaneous results. Astrophysical Journal, 52, 73-85. Vefslóð: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>.

Shapley, H. & Sawyer, H. B. 1927. [Apparent Diameters and Ellipticities of Globular Cluster](#). Harvard College Observatory Bulletin No. 852, bls 22-26.

Shapley, H. 1930. [Star Clusters](#). McGraw-Hill Book Co. New York. 280 bls.

Snævarr Guðmundsson, 2019. Tímaákvarðanir á myrkum valinna myrkvatvistirna, þvergöngum fjarreikistjarna og fjarlægðamælingar, árin 2017-2018. 3. samantekt. Náttúrustofa Suðausturlands. 109 bls.

Snævarr Guðmundsson 2020. Ljósmælingar og tímaákvarðanir á myrkastjörnum, þvergöngum fjarreikistjarna og fjarlægðarákvörðun NGC 7654 – Yfirlit 2019. 4. samantekt. Útgefandi: Náttúrustofa Suðausturlands. 107 bls.

Snævarr Guðmundsson 2021. Myrkvar valinna myrkastjarna og þvergöngur fjarreikistjarna – Yfirlit 2020. 5. samantekt. Útgefandi: Náttúrustofa Suðausturlands. 86 bls.

Snævarr Guðmundsson 2022. Myrkvar valinna myrkastjarna og þvergöngur fjarreikistjarna – Yfirlit um stjörnuathuganir 2020-2021. Samantekt 6. Útgefandi: Náttúrumyndir ehf. 96 bls.

Starrfield, S. 1965. A Suspected Variable in NGC 7789. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Volume 77, Number 456. Vefslóð: <https://iopscience.iop.org/>.

Stetson P. B. 2013. Photometric Standard Fields, at <https://www.canfar.net/storage/list/STETSON/Standards>

Strom, K. M & S. E. Strom 1970. A study of the Blue stragglers in the Open cluster NGC 7789. AJ, 162:523-533.

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, Vefsloð: <http://adsabs.harvard.edu/>.

Van Hamme, W. 1993. [New Limb-Darkening Coefficients for Modeling Binary Star Light Curves](#). A.J. 106, 2096.

Paunzen, E. & M. Netopil 2006. On the current status of open-cluster parameters. Mon. Not. R. Astron. Soc. 371, 1641–1647 (2006) doi:10.1111/j.1365-2966.2006.10783.

Walker, R 2012. Spectroscopic Atlas for Amateur Astronomers - A guide to the Stellar Spectral Classes. [Version 3](#). Cambridge University Press.

WDS 2023. The [Washington Double Star Catalog](#). Mason, B.D., Wycoff, G.L. and Hartkopf, W.I. <http://ad.usno.navy.mil/proj/WDS/>.

WEBDA 2024a. A site Devoted to Stellar Clusters in the Galaxy and the Magellanic Clouds. [WEBDA](#). Ernst Paunzen, Christian Stütz & Jan Janik.

WEBDA 2024b. Page for open cluster [NGC 7654](#).

WEBDA 2024c. Page for open cluster [NGC 7790](#).

WEBDA 2024d. Page for open cluster [NGC 7654](#).

WEBDA 2024e. Page for open cluster [NGC 188](#).

Wozniak P. R. , W. T. Vestrand, C. W. Akerlof, R. Balsano, J. Bloch, D. Casperson, S. Fletcher, G. Gisler, R. Kehoe,, K. Kinemuchi, B. C. Lee, S. Marshall, K. E. McGowan, T. A. McKay, E. S. Rykoff, D. A. Smith, J. Szymanski, and J. Wren 2004. Northern Sky Variability Survey: Public Data Release. AJ 127 2436. DOI 10.1086/382719.

Xin, Y., X-B Yang &L-C Deng 2002. Searching for Variable Stars in and around Open Clusters. Chin. J. Astron. Astrophys. Vol. 2 (2002), No. 6, 481–486.

Zhou, X., B. Soonthornthum 2019. The W-subtype active contact binary PZ UMa with a possible more massive tertiary component. Publications of the Astronomical Society of Japan, 71, 2, 39. arXiv:1909.07014.



**Stjörnustöðin í Nesjum — Nes Observatory**

[www.naturumyndir.is](http://www.naturumyndir.is)

978-9935-9684-1-8