

WASP 10 b

Stjörnuhnit 23 16 55.6 +31 27 47.1 **Bst. (V)** 12,7 **Myrkvadýpt** 0,0394 bst. **Myrkvalengd** 127.8 mín

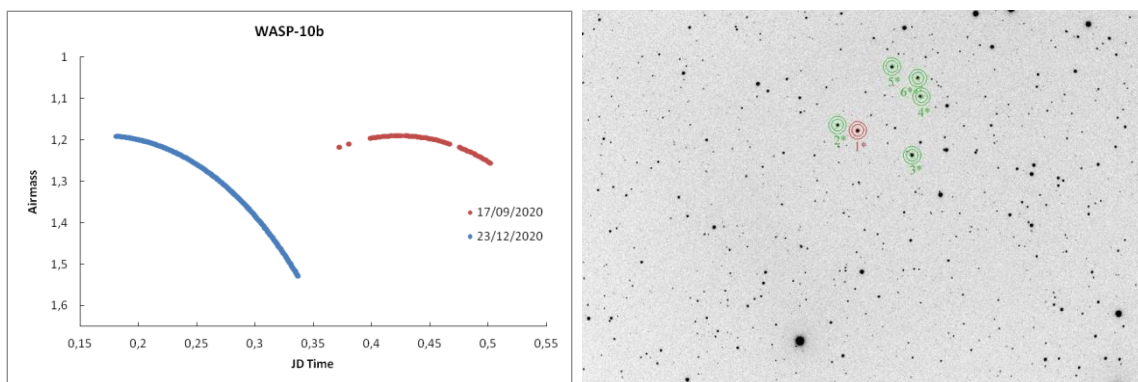
WASP 10 b er á braut um meginraðarstjörnuna GSC 2752:114 (WASP 10), sem er rúmar 4° norðaustan við Scheat (β Peg) í Vængfákinum. Fjarreikistjarnan uppgötvaðist í mæligögnum sem SuperWASP-N sjónaukinn á La Palma safnaði, eftir 2004 með og var tilvist hennar staðfest með frekari ljós- og litrófsmælingum, m.a. norræna sjónaukanum (NOT) á La Palma, árið 2007 (Christian o.fl. 2008). Birtudeyfing vegna þvergöngunnar er óvenju djúp, sem skýrist af stórri gasreikistjörnu í samanburði við móðurstjörnuna. Helstu stíkar sem eru kynntir á vefsíðu Exoplanet.eu (sótt í frumheimildir) eru: fjarlægð er talin 90 ± 20 parsek (>293 ljósár), móðurstjarnan er 0,71 sólmassarar, reikistjarnan 3,16 Júpítermassi og umferðartími 3,0927616 dagar (EPE, 2020). Í nóvember 2020 höfðu 52 greinar og skýrslur verið birtar þar sem fjarreikistjarnan kemur við sögu á einn eða annan hátt.

Dagana 21. september og 23. desember 2020 var fylgst með þvergöngu WASP 10 b. Þann 21. sept. var byrjun þvergöngu spáð kl. 22:16, miðju kl. 23:19 og að henni lyki 00:23. Þann 23. des. var þverganga spáð hefjast kl. 17:01, miðja kl. 18:05 og að henni lyki kl. 19:09.

1.1 Gagnaöflun og úrvinnsla

Í athuganir var notaður 40 cm spegil-/linsusjónauki. Í fyrri skiptið hófust myndatökur kl. 20:57 og lauk kl. 00:04. Þá hafði 51 mynd verið tekin með XOP-CBB ljóssíu og með 2x2 dílaknippingu, lýstar í 120 sek. hver. Á þeim tíma gekk stjarnan yfir hábaug. Í seinni athugun hófust tölur kl. 16:18 og var þeim hætt kl. 20:04. Voru teknar 179 myndir í 60 sek. með R-litsíu og 2x2 dílaknippingu. Stjarnan gekk frá hábaug og á suðvestanverðan himinninn meðan tókum stóð (mynd 1a).

Í fyrri mælingu var stjarnan borin saman við GSC 2752:419 (UCAC 2.0 bst. 13,80) merkt 2* á mynd 1b, og GSC 2752:16 (UCAC 2.0 bst. 12,42) merkt 3*. Í seinni mælingu voru einnig notaðar GSC 2752:60 (UCAC 2.0 bst. 12.63) merkt 4*, GSC 2752:16 (UCAC 2.0 bst. 12.42) merkt 5* og GSC 2752:32 (UCAC 2.0 bst. 13.04) merkt 6*.

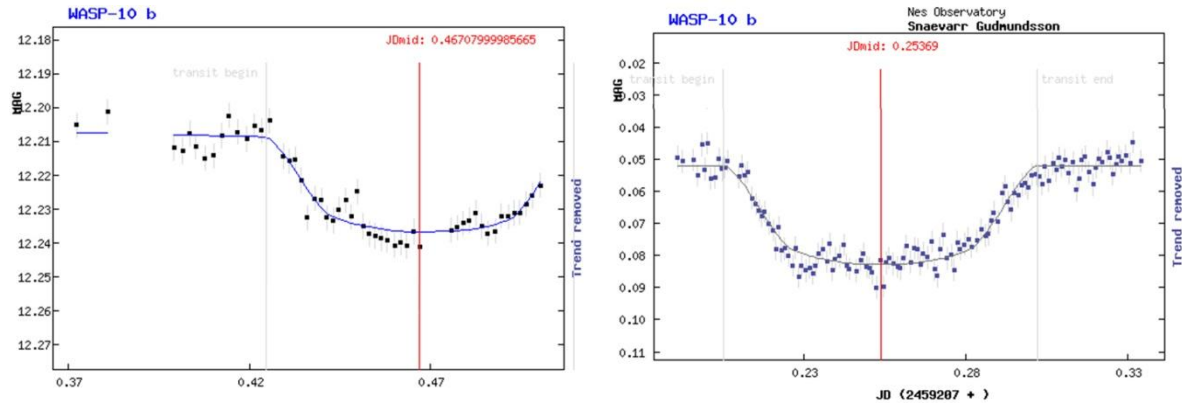


Myndir/Fig. 1a-b. a) Loftmassaferlar WASP 10 dagana 21. sept. (rauð) og 23. des (blá) 2020. b) WASP 10 (í rauðum hring) og viðmiðsstjörnur (grænir hringir). – a) Airmass plots for WASP 10 on September 21 (red) and December 23 (blue), 2020. b) WASP 10 (red circle) and its comparison stars (green circles) used for magnitude estimations.

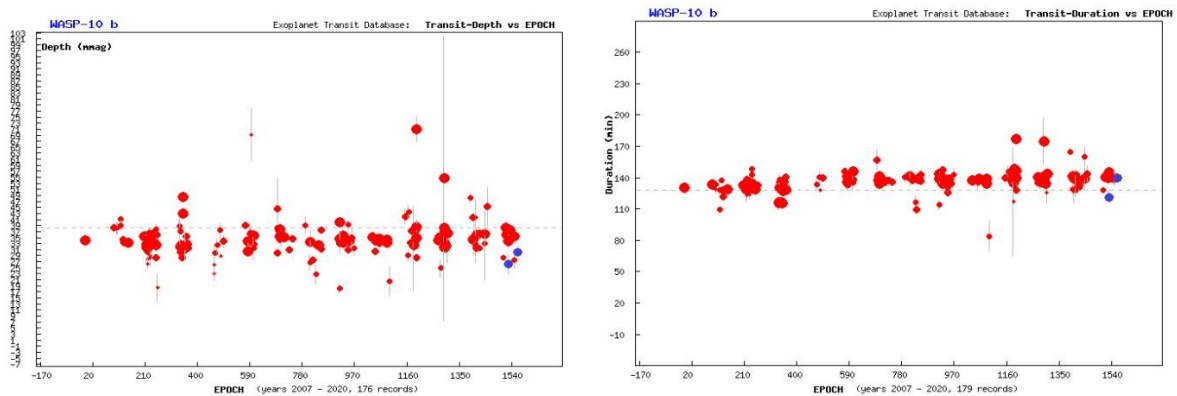
1.2 Niðurstöður

Niðurstöðurnar sem eru kynntar hér hafa fyrr verið birtar á vefsvæði TRESCA (Poddaný o.fl 2010), en mælingarnar voru sendar í gagnagrunn þess. Mynd 2a sýnir framvindu þvergöngunnar (punktar) þann 21.

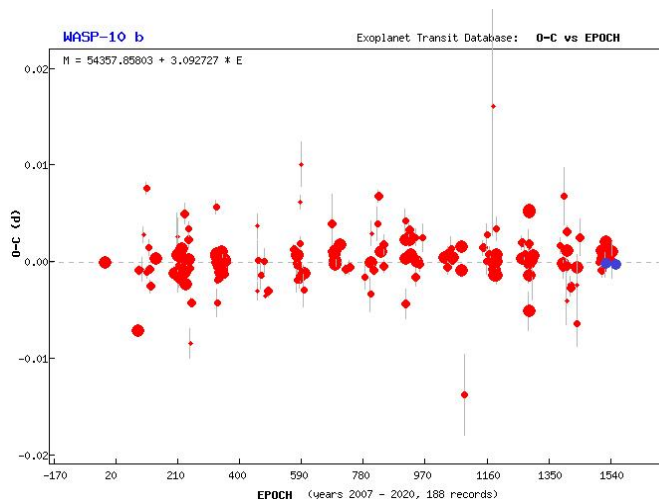
september og mynd 2b 23. desember 2020. Þær eru bornar saman við spálíkan (lína). Mynd 3a lýsir dýpt þverganga úr 176 skráðum athugunum í gagna safni TRESCA á árunum 2007-2020. Mynd 3b hve nærri áætlaðri viðurkenndri lengd þvergöngu 179 mælingar falla á sama árabili. Mynd 4 sýnir tímafrávik (O—C) miðju þverganga í 184 athugunum á sömu árum.



Myndir/Fig. 2a-b. Mæld birtugildi a) þann 21. september og b) 23. desember 2020. Tími á þverás og birta á lóðás. —Results from a) September 21 and b) December 23, 2020. Time on x-axis and magnitude on y-axis.



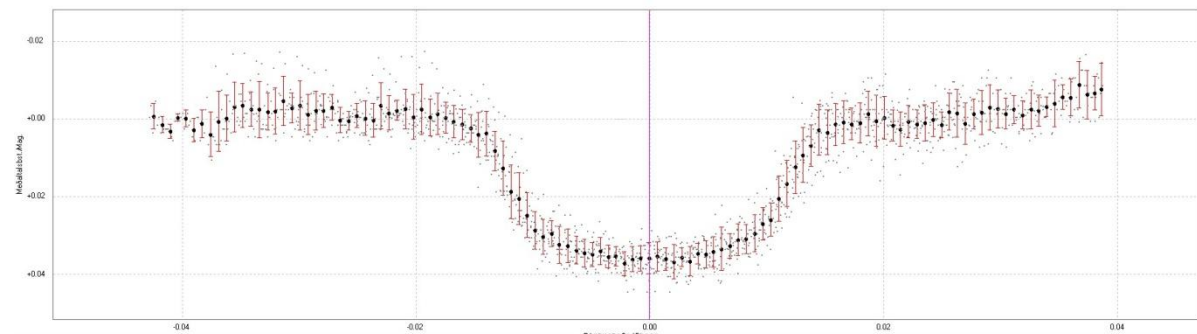
Myndir/Fig. 3a-b. a) Dýpt þvergöngu, samkv. TRESCA. Brotalínan sýnir viðurkennda dýpt (0.0394 bst.). b) Tímalengd þvergöngu. Fjöldi þverganga (lotur) á þverás en tími á lóðás, blá gildi eru mælingar höfundar. Niðurstöður fengnar á vefsvæði TRESCA. — a) Transit depth comparison and b) duration of transits. Blue points are the author's results. Results obtained from the website of TRESCA (Poddaný and others 2010).



Mynd/Fig. 4. O—C rit á sama tímabili. Lotur á þverás (tímaás) en tímafrávik á lóðás. Blá gildi eru mælingar höfundar. —and b) O—C determination. Blue points are the author's results. Results obtained from the TRESCA website (Poddaný and others 2010).

Birtustöðurit (mynd 5), sem er byggt á átta mælingum úr gagnagrunni TRESA, dregur fram birtubreytinguna sem verður í þvergöngu WASP 10b. Auk mælingar höfundar frá 23. des. 2020 er stuðst við mælingar frá fimm stjarnmælingamönnum, *Luboš Brát*, mæling frá 28.07.2008, *Stan Shadick* frá 16.08.2010, *Juanjo Gonzalez* 08.08.2012, *Mengxiao Li* 27.10.2017 ásamt *Yves Jongen* en mælingar hans eru frá 19.09.2019, 24.12.2019 og 22.11.2020. Niðurstöður úr þessum völdu athugunum eru mjög afdráttarlausar og óvissa $<0,005$ bst. Í töflu 11 eru birtir stikar yfir lotu WASP 10b sem fengust í Peransó út frá þessum gögnum. Viðmiðstími sem er gefin upp miðast við fyrstu þvergöngu í gagnasafninu en er ekki viðurkennd gildi.

Myndir 6 og 7 sýna skinhlutfall, þ.e. hve mikið fjarreikistjarnan skyggir á móðurstjörnuna í mælingunum og mismun miðað við viðurkennt gildi.

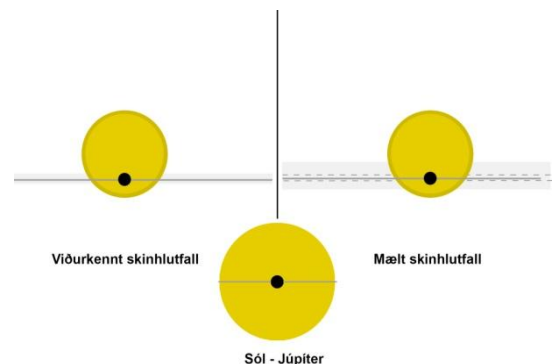


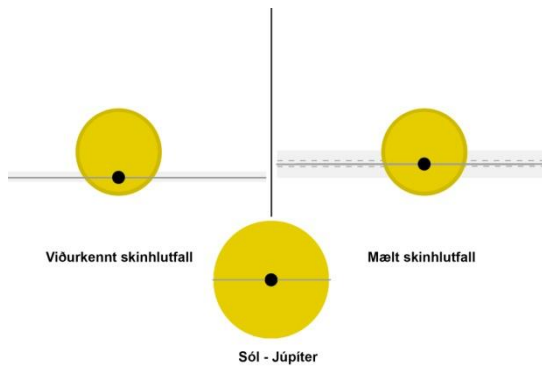
Mynd/Fig. 5. Birtustöðurit WASP 10b. Ljósgráir punktar tilheyra gagnasafni yfir átta þvergöngur á tímabilinu 2008 til 2020. Svartir punktar eru einnar mínútu knippi úr gögnunum, ásamt óvissu (rauð lóðstrik). Birtustaða á þverás og birtubreyting á lóðás. Lóðlína markar miðju þvergöngu. Gögnin koma úr gagnagrunni TRESA; athugendurnir eru nefndir í textanum. – Phase diagram based on data submitted by five other transit observers, to the TRESA databank (observers: *Luboš Brát* 28.07.2008, *Stan Shadick* 16.08.2010, *Juanjo Gonzalez* 08.08.2012, *Mengxiao Li* 27.10.2017 and *Yves Jongen* 19.09.2020, 24.12.2019 and 22.11.2020. Data submitted by author from 23.12.2020). Grayish point belong to a dataset of eight transit distributed from 2008-2020. Black point are one minute bins with uncertainty bars (red). Phase on x-axis and magnitude on y-axis.

Tafla/Table 1. Niðurstöður yfir birtulotu WASP 10b, byggðar á átta þvergöngum. Í fyrsta dálki: ákvörðun umferðartíma, þá tíðni, viðmiðstími, tímabil, og fjöldi mælistaka. – Results of period and epoch based on a single primary and secondary eclipses. In first column is period, followed by frequency, epoch, time span, no of observations and at last false alarm probability.

Birtulota (dagar) <i>Period</i>	Tíðni (fjöldi myrkva/dag)	Viðmiðstími (Epoch)	Tímabil (dagar)	Mælistök
3d2t13m30s 3,0927±0.0000	0,32334±0.000	28.07.2008, kl. 21:57:36 (HJD) 2454676,415	4530,9836	1652

Mynd/Fig. 6. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. Niðurstöður mælingar 21. sept. 2020 benda til reikistjörnu með ~1% minni geisla og 0,1% minni brautarhalla en viðurkennt gildi. Myndin var fengin á vefsvæði TRESA og aðlöguð fyrir skýrsluna. – Geometry derived from measurements. Image based on TRESA website (Poddaný and others 2010).





Mynd 7. Skinhlutfall, ráðið af birtuferli. Niðurstöður mælingar 23. des. 2020 bendir til reikistjörnu með ~5.6% minni geisla og 1,8% minni brautarhalla en viðurkennt gildi. Myndin var fengin á vefsvæði TRESKA og aðlöguð fyrir skýrsluna. — Geometry derived from measurements. Image based on TRESKA website (Poddany and others 2010).

1.3 Umfjöllun

Dagana 21. september og 23. desember 2020 var fylgst með þvergöngum WASP 10b en birtudeyfing þessarar fjarreikistjörnu er óvenjudjúp. Því veldur hlutfallslega stór reikistjarna í samanburði við móðurstjörnu en þvermál hennar er þó í samræmi við staðallíkon risareikistjarna. Hún er aftur á móti talin óvenju þétt (Johnson o.fl. 2009). Í fyrri athugun tókst ekki að afla gagna yfir alla þvergönguna en þó reyndust gæði mælipunkta með ágætum og því hægt að ákvarða miðju þvergöngunnar. Í seinni athugun voru gagnagæði með því besta sem náðst hefur.

Af O—C ritinu að dæma, sem birt er á vefsíðu TRESKA (mynd 4) virðist ekki benda til stöðugra tímafrávika. Gögn frá fleiri stjarnmælingamönnum voru sótt í gagnagrunn TRESKA og notuð til þess að skoða lotu reikistjörnnunnar. Þessi gögn dreifast yfir 12 ár. Leitarniðurstöður á lotulengd, sem gerð var með forritinu Peranso var samhljóma viðurkenndum umferðartíma. Úr gagnasafni 1652 mæligilda voru hneppt saman einnar mínútu knippi til að draga skýrar fram inngöngu og útgöngu þegar þverganga WASP 10 b á sér stað (mynd 5).

Niðurstöður voru sendar í gagnagrunn TRESKA þann 11. okt. 2020 (athugun nr # 8839).

Observation of the transiting WASP-10b was obtained on September 21 and December 23, 2020. The transit depth by this exoplanet is unusually deep. The reason is a rather large gas planet compared to its host star. However, Johnson et al (2009) conclude it is not inflated beyond what standard models of giant gas planets predict but assume it unusually dense. Unfortunately author didn't succeed observing the whole transit on September 21, but sufficiently to estimate the center. Residuals indicated a good data quality, so it did in the latter observation, on December 23, 2020.

The O-C diagram, retrieved from the TRESKA website (Figure 48), does not indicate time deviation. A data from other submitters to the TRESKA database were used to examine the planet's period. The data of eight transits spread over 12 years. The batch search was performed with the Peranso program and the results confirmed published period. The dataset, consisting of 1652 datapoints, was then turned into a one minute bins to define the transit of WASP 10 b in better detail, including the ingress and egress (Fig. 5).

Despite the transit was not fully observed, the residuals of the data amounted to ~0.005 mmag. Results submitted to TRESKA (Observation #8839).

1.4 Heimildir

Christian, D.J., N.P. Gibson, E.K. Simpson, R.A. Street,, I. Skillen, D. Pollacco, A. Collier Cameron, Y.C. Joshi, F.P. Keenan, H.C. Stempels, C.A. Haswell, K. Horne, D.R. Anderson, S. Bentley, F. Bouchy,, W.I. Clarkson,, B. Enoch, L. Hebb, G. Hébrard, C. Hellier, J. Irwin, S.R. Kane, T.A. Lister, B. Loeillet, P. Maxted, M. Mayor, I. McDonald, C. Moutou, A.J. Norton, N. Parley, F. Pont, D. Queloz, R. Ryans, B. Smalley, A.M.S. Smith, I. Todd, S. Udry, R.G.

West, P.J. Wheatley, D.M. Wilson 2008. WASP-10b: a 3MJ, gas-giant planet transiting a late-type K star. Mon. Not. R. Astron. Soc. Vefslóð: arXiv:0806.1482v2 [astro-ph].

EPE 2021. The Extrasolar Planets Encyclopaedia. *Catalog*. Slóð: <http://exoplanet.eu>.

Johnson, J. A., J. N. Winn, N. E. Cabrera & J. A. Carter 2009. A smaller radius for the transiting exoplanet WASP-10b* *ApJ* 692, 2, L 100-104. Vefslóð: <https://iopscience.iop.org/>.

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