



# Változócsillagok

## Az U Geminorum 150 éve

„...ezzel a bizonytalan viselkedésű csillaggal kapcsolatos előrejelzések jobb, ha az esemény után készülnek” – J.A. Parkhurst, Review of Popular Astronomy, 1897.

A téli éjszakák jellegzetes, könnyen megtalálható csillagképe a Gemini, vagyis az Ikrék. Ebben a konstellációban fedezte fel 150 éve John Russell Hind angol csillagász a csillagkép negyedik változócsillagát, az U Gem-et. A csillag az addig ismert változókhöz képest igen gyors, előre nem jelezhető fényváltozásaival hívta fel magára a figyelmet. Az amatőrök által is oly kedvelt U Gem, amely egy külön változócsillagosztály prototípusa is, közel másfél évszázados adatsorral segíti a szakcsillagászokat elméleti modelljeik megalkotásában és ellenőrzésében.

### A csillag

Az U Geminorummal kapcsolatban sok dolog jól ismert. Pozíciója: RA= 07<sup>h</sup>55<sup>m</sup>05<sup>s</sup>.26, D= +22°00'05"4. Nyugalmi állapotában fényessége 14<sup>m</sup>.0–14<sup>m</sup>.5 körüli, míg minimuma során bekövetkező fedései alkalmával (amelyek 4 óra 11 percnként következnek be), fényessége 15<sup>m</sup>.0 alá is csökkenhet, az elhalványodások mélysége eltérő, fél-egy magnitúdó közötti lehet. Megközelítőleg 100 naponta fényesedik fel 9<sup>m</sup> körüli értékre, bár a kitörések közötti időszak nem jelezhető előre pontosan, 33 és 256 nap közötti értékek fordulnak elő. A maximuma idején bekövetkező fedések hatása a rendszer fényességére elhanyagolható mértékű.

Gyakorlatilag minden más bizonytalan. A kitörések időpontjai sem jelezhetők előre megbízhatóan, ami többek között szükségessé teszi az U Gem folyamatos figyelemmel kísérését minden egyes derült éjszakán. Különösen fontos a kitörések kezdetének pontos és gyors detektálása, mivel a csillag felfényesedésének üteme eléri, illetve meg is haladhatja a 3 magnitúdót naponta, így akár 30 óránál rövidebb idő alatt is maximumba kerülhet. A csillag kétféle, eltérő hosszúságú kitörést produkál. A hosszú kitörések átlagosan 16 napig, a rövidек pedig 9–10 napig tartanak. Általában felváltva jelentkeznek, de ez a sorozat időnként felborul, vagyis több hosszú vagy rövid kitörés következik egymás után.

Az U Gem rendkívül aktív periódusokon ment keresztül 1928 és 1979 között, majd 1985 körül. Az abban az évben észlelt első hosszú kitörés 42 napig tartott, ami kétszer olyan hosszú idő, mint az addig megfigyelt leghosszabb maximum. Ezt a rendkívüli hosszúságú, igen fényes periódust az eddig megfigyelt legrövidebb, mindössze 6 napos kitörés követte, majd ismét két egymást követő rövid kitörés következett (előfordulhat, hogy egy hosszú maximum észrevétlen maradhatott 1986 nyarán). Az említett 1928 és 1979 közötti időszakban észleltek nem kevesebb mint 7 egymást kö-

vető hosszú, illetve 4 rövid kitörést is. Nyilvánvaló tehát, hogy nemigen lehet szabályszerűségekről beszélni az U Gem esetében.

Egy tapasztalt vizuális megfigyelő, Mike Simonsen szerint az U Gem minimumában is „nyugtalankodhat”. Visszaemlékezései szerint megesett, hogy másodperces időskálán látta villódzani a csillagot.

Az U Gem törpe nóva, vagyis egy kölcsönható kettős rendszer. A főcsillag sűrű, kis átmérőjű, forró fehér törpe, míg társcsillaga egy hűvösebb, vörös, M színképosztályú fősorozatbeli csillag. A két égitest a közös tömegközéppont körül kering, egymáshoz nagyon közel, igen nagy pályamenti sebességgel. Mindössze 4 óra 11 percre van szükség egy keringéshez.

A kísérő olyan közel található a főcsillaghoz, hogy folyamatosan anyagot veszít, amely a főcsillagra jut. Az átadott anyag akkréciós (anyagbefogási) korongot hoz létre a főcsillag körül. Kváziperiodikus jelleggel – ami az U Gem esetében a már említett 100 nap körüli – az akkréciós korongban, vagy a társcsillagban fellépő instabilitások következtében nagy mennyiségű anyag hullik hirtelen a korongból a főcsillag, a fehér törpe felszínére. Ennek következtében robbanások történnek, s ekkor a rendszer hirtelen felfényesedik. Számos atombomba energiájának megfelelő sugárzás keletkezik ilyenkor.

Földünkről nézve a keringés során a nagyobb csillag kitakarja a forró, fehér törpét, valamint a körülötte húzódó akkréciós korongot. A fedések jól megfigyelhetők a fénygörbén, ezek okozzák a  $14^m$  és  $15^m$  közötti fényváltozást minimum idején.

Az U Gem fedéseinek alábbi leírása Dr. W.J. Worrakertől, a Brit Csillagászati Társaság Változócsillag Szekciójának tagjától származik:

„Nyugalmi állapotban tipikusan  $14^m,6$ -s (V). A keringésből származó változás körülbelül 1,7 órával a fedés előtt kezdődik. A fényesség egyenletesen növekszik  $V=14^m,0$ -ig, egészen addig, amíg a fedés maximális fázisáig csak 30 perc van hátra. Maga a fedés körülbelül 15 perccel ezután kezdődik  $V=14^m,2$ -nál, a fedés okozta fényességcsökkenés pedig igen élesen látható. Legkisebb fényessége  $V=15^m,1$ , aminek elérése után a csillag gyorsan visszafényesedik  $V=14^m,4$ -ig. A fedés teljes időtartama körülbelül 20–25 perc. Ezt követően a rendszer kb. 2 óra alatt  $V=14^m,6$ -ra halványodik vissza.”

## John Russell Hind élete és az U Gem felfedezése

A 19. század közepe mozgalmas időszak volt: hosszas és bonyolult számítások révén, nemzetközi együttműködésben felfedezték a Neptunuszt, és igen sok aszteroidát és új változócsillagot találtak. A kor felfedezéseiben élen járt egy fiatal angol csillagász, akinek nevéhez a történetünkben főszerepet játszó kataklizmikus változócsillag felfedezése fűződik.

John Russell Hind 1823. május 12-én látta meg a napvilágot Nottinghamban, egy csipegyáros fiaként. A nottinghami gimnázium tanulójaként 16 éves korában már csillagászati cikkeket írt a Nottingham Journal című lapba és más újságokba. 17 évesen Londonba ment, ahol építőmérnökként dolgozott, de a csillagászat csábítása túlságosan erősen bizonyult, így 1840-ben végül sikerült a Királyi Csillagvizsgálóban (Royal Observatory), Greenwichben állást szereznie. A királyi csillagász, George Biddell Airy a Mágneses és Meteorológiai Részlegbe nevezte ki, ahol feladatai közé tartozott például Valencia hosszúsági körének meghatározása. Greenwichet 1844-ben hagyta el, amikor William Rutter Dawes-t követte a George Bishop tulajdonában le-

vő, a Regent's Parkban álló magán-csillagvizsgáló igazgatói tisztében. Ez az obszervatórium, amelyben észlelései jelentős részét végezte, egy remek 7 hüvelykes (178 mm-es) Dollond-refraktorral volt felszerelve.

1846. szeptember 30-án első gondként észlelte a Neptunust, miután Franz Friedrich Ernst Brunnow levélben értesítette őt Johann Galle és Heinrich d'Arrest szeptember 23-án történt felfedezéséről. Az a tény, hogy erről őt az összes többi angol csillagász előtt értesítették, jól jelzi, hogy 23 éves korára milyen tekintélyt ért el.

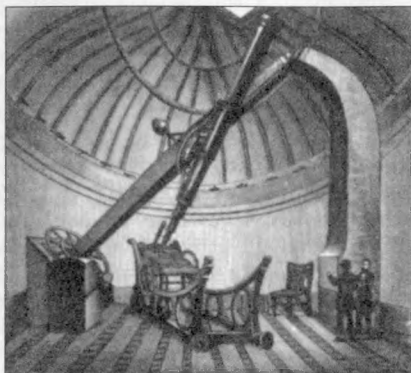
1847-től kezdődően Hind számos új égitestet fedezett fel, rendkívül alaposan átkutatva az égbolt egyenlítői és ekliptikai sávját a 7 hüvelykes refraktorral, miközben gondosan összehasonlította a látottakat a Berlinben frissen kiadott csillagtérképekkel. 1850-re ő volt a világ vezető változócsillag-felfedező csillagásza. Alig négy évvel később, 1854-ben az akkor 30 ismert megszámozott kisbolygóból 10 felfedezését mondhatta magáénak, továbbá 2 üstökösöt és 4 mélyég-objektumot is felfedezett.

Minden bizonnyal az Ikrek volt felfedezése szempontjából a leggyümölcsözőbb égitest: az első négy változócsillagot is e régióban találta (R, S, T és U Gem). Az 1855. december 15-én felfedezett U Gem bizonyult később ezek közül a legfontosabbnak, mivel abban az időben ez a csillag volt a visszatérő nóvák csoportjának egyetlen ismert képviselője. A következő ilyen csillag felfedezésére 41 évet kellett várni, amikor jóval Hind halála után L.D. Wells felfedezte az SS Cyg-et. Hind a következőképpen számolt be az U Geminorum felfedezéséről a Királyi Csillagászati Társaság által kiadott Monthly Notices-ben, 16, 56 [1856]:

„1855. december 15-e estéjén az RA (1856)  $7^{\text{h}}46^{\text{m}}33^{\text{s}}.65$ , valamint az északi deklináció  $67^{\circ}37'17''$ ;1 pozícionál észleltem egy 9 magnitúdós csillag fényességével ragyogó objektumot, amely igen kékes bolygószerű fényvel bírt, és amelyet sosem láttam az előző öt esztendő alatt, mióta figyelmem a mennyboltozat ezen részére terelődött. A következő tiszta éjen, december 18-án, legalább fél magnitúdóval, vagy még inkább halványabb volt a 15-ös fényrendnél. Ezután nem volt alkalmam az objektum vizsgálatára egészen a múlt estéig, azaz január 10-éig, amikor fényessége nem volt jelentősebb, mint egy 12 magnitúdós csillagé. Bizonyosan változócsillagról van hát szó, amely rendkívül érdekes jellemzőkkel bír, mivel hogy az idő jelentős részében minimumában van, épp ellentétesen, ahogyan az Algollal és az S Cancrival történik.

A megadott pozíciót a  $\Sigma$  1158 jelű kettős főcsillagának felhasználásával, mikrométeres méréssel határoztam meg. A változó megelőzi ezt a csillagot  $1^{\text{h}}26^{\text{m}}53^{\text{s}}$ -cel és ettől északra van  $7'30''8$ -cel.

Mr. Bishop Csillagvizsgálója, 1856. január 11.”



John Bishop csillagvizsgálójának 7 hüvelykes refraktora

Ehhez hasonló hirtelen fényváltozást még egyetlen csillag esetében sem tapasztaltak addig, így érthető, hogy a csillagászok körében nagy érdeklődést váltott ki.

Hind nevét egyébként összesen négy égi objektum viseli. Egyik az R Leporis, amely a „Hind-féle Karmazsincscsillag” néven ismert, miután ő maga írta 1845 októberében: „a legélénkebb karmazsinszín, amely az égi háttérre hullott vércsepre emlékeztet”. Az NGC 1555 „Hind változó köde” néven vált ismerté, miután 1852 októberében a T Tau-val együtt felfedezte. Így írt róla: „Elmúlt éjjel (október 11.) egy igen kicsiny ködös objektumot észleltem egy 10 magnitúdós csillag előtt, attól valamivel délre, és amely meglepetésemre a nemrég kiadott, RA 4<sup>h</sup>-t ábrázoló térképekről hiányzik – lehetséges, hogy változó”. Az 1897-es sorszámú kisbolygót Hind névre keresztelték, valamint az angol csillagász nevét viseli egy holdkráter is.

1848-ban megkapta a Királyi Csillagászati Társaság Elismerő Oklevelét. John Herschel a következőket mondotta a távol levő Hind-ről:

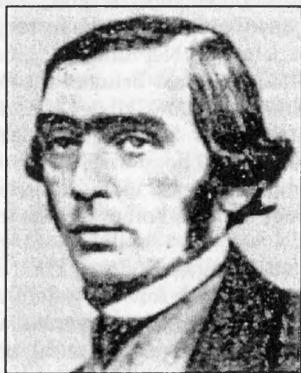
„Senki más neve nem merül fel a csillagászvilágban gyakrabban, mint egy kitartó és szorgalmas észlelő neve, aki a csillagászati tanszék tehetséges [pályá]számolója, a számára elérhető csillagászati észlelőeszközök használata révén szorgalmas kettőscsillag-észlelő és pályaszámító, illetve példának okáért számos üstökös első felfedezője, melyek közül egy igen nagy jelentőségű volt, amennyiben az ő pályaszámításai tették lehetővé az üstökös követését egészen aphéliumáig, illetve határozott megpillantását délidőben, a Naptól mindössze 2 fok távolságra.”

Hind 1853-ban megkapta a Királyi Csillagászati Társaság Aranyérmét is. Számos külföldi csillagászati társaság választotta tagjai közé, és sok kitüntetést is kapott azoktól.

Ugyanebben az évben a Tengerészeti Évkönyv Hivatal főfelügyelőjévé nevezték ki, amely tisztségét egészen 38 éves pályafutását lezáró, 1891-ben történt nyugdíjazásáig megtartotta. Ezután folytatta munkásságát és észleléseit a Regent's Park-i Csillagvizsgálóban egészen addig, amíg azt végül 1861-ben bezárták. Ekkor Twickenhambe költözött, ahol ifjabb George Bishop építtetett, majd tartott fenn egy csillagvizsgálót 1863 és 1877 között, ahol egyébként a Regent's Parkból odaszállított 7 hüvelykes refraktort használhatta.

Hind erős, de rendkívül ideges természetű ember volt, gyakran meg kellett szakítania munkáját „teljes idegi kimerültsége” miatt. 1849. január 15-én például ezt jegyezte fel naplójába: „Ma említettem Mr. Airynek, hogy úgy érzem, a közeljövőben teljesen fel kell hagynom az éjszakai észlelésekkel”. Szerencsére alig néhány hónap pihenés rendbe hozta, így visszatérhetett észlelőmunkájához. Túlzottan szerény ember volt, nyugdíjba vonulását követően egészen haláláig csendesesen élt Twickenhamban. 1895. december 23-án megfázással súlyosbított szívproblémák okozták halálát.

Változócsillagászati szemszögből Hind közvetlen öröksége a nagy-britanniai változócsillag-kutatás felélénkítése volt. Hosszú távon valószínűleg még fontosabb az U



John Russell Hind (1823–1895)

Gem korai felfedezése, aminek révén mára 150 évnyi folyamatos adatsor áll a csillagászok rendelkezésére egy kataklizmikus változóról.

J.R. Hind felfedezései (zárójelben az adott égitestfajtaból felfedezett objektumok száma):

Változócsillagok (22): S Cnc, T Cnc, S CMi, R Cap, T Cap,  $\mu$  Cep, R Gem, S Gem, T Gem, U Gem, S Hya, T Hya, R Lep, Nova Oph 1848, R Ori, R Peg, T Peg, R Psc, S Psc, R Tau, T Tau, S Vir.

Kisbolygók (10): (7) Iris, (8) Flora, (12) Victoria, (14) Irene, (18) Melpomene, (19) Fortuna, (22) Kalliope, (23) Thalia, (27) Euterpe, (30) Urania.

Mélyég-objektumok (4): NGC 1555, NGC 4125, NGC 6535, NGC 6760.

Üstökösök (2): 1846 O1 (deVico-Hind), 1847 C1 (Hind).

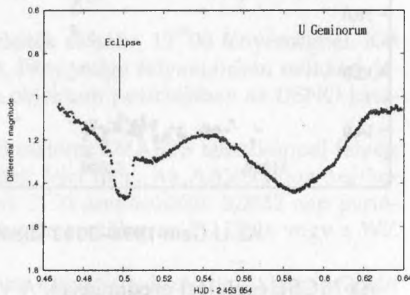
## Történelmi észlelések: BAA VSS, AAVSO, és MCSE VCSSZ

Észlelések a BAA VSS archívumában. Bár az U Gem-et 1855-ben fedezték fel, az első pozitív észlelés a BAA VSS (British Astronomical Association Variable Star Section, Brit Csillagászati Egyesület Változócsillag Szekció) adatbázisában csak 1925-re datálódik. Az előző évben W.M. Lindley 9 észlelést végzett, de ezek mindegyike negatív volt, végül az első pozitív észlelést csak a következő év január 15-én 22:15 körül végezte el, amikor a csillag fényességét  $12^m,2$ -nak találta. Következő sikeres megfigyelése február 13-án történt, amikor a csillag még ennél is halványabb volt  $13^m,7$ -s fényességével. Egészen április 24-ig kellett várnia, hogy teljes kitörésében  $9^m,6$ -s fényességet jegyezhesen fel. Angliában egészen 1932-ig (vagyis 7 éven át) Lindley volt az U Gem egyetlen észlelője.

Az angol szervezet adatbázisában összesen közel 21 ezer megfigyelés szerepel erről a csillagról, amelyek közül majd' 9 ezer a pozitív észlelések száma. Nem meglepő, hogy korai háborús évek, 1941 és 1942 hozták a legkevesebb észlelést, szám szerint 41, illetve 42 darabot. A háború előtti 1938-as év volt a második legtöbb megfigyelést nyújtó év, amikor összesen 660 adatot gyűjtöttek a csillagról. Ennél csak az 1988-as év volt mindössze 7 darabbal eredményesebb, ámbar a legtöbb pozitív észlelés is ez utóbbi évben keletkezett, szám szerint 333.

Az angliai csillagászat gazdag történetének köszönhetően léteznek ennél jóval korábbi érdekes adatok is, melyek a Monthly Notices korábbi köteteiben jelentek meg.

Közülük különösen érdekes a Pogson-féle észleléssorozat. Pogson nem sokkal a csillag felfedezését követően kezdte el követni az U Gem-et. Első sikeres észlelése minden bizonnyal az 1856. január 2-i, amikor a csillagot 12 magnitúdónál halványabbnak látta, első pozitív fénybecslését pedig március 26-án végezte. Ezután egyébként egy több angol csillagászból álló csoport formálódott, amely céljaul tűzte ki a csillag folyamatos nyomon követését, megosztva egymással a kitörésekről szóló híreket táviró útján. Pogson említett észlelése alkalmával a következőket jegyezte fel:



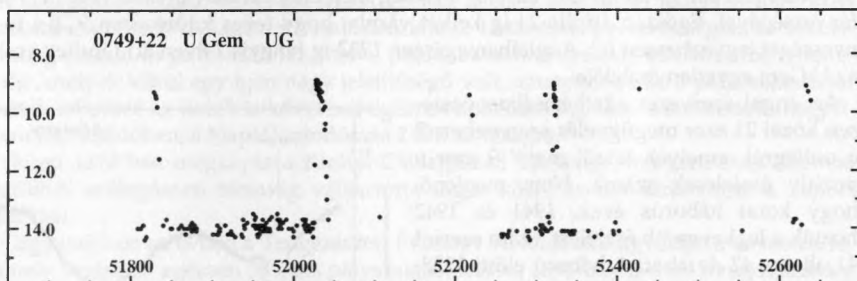
Az U Gem egyik jól észlelt fogyatkozása. Cousins I sávban készült mérések az MTA KTM CSKI 1 m-es teleszkópjával (Csizmadia Szilárd észlelései)

„A változó erőteljes fluktuációkat mutat 6 és 15 másodperc közötti időtartam alatt, 4<sup>m</sup> amplitúdóval. A közelben levő kis [halvány] csillagok teljesen állandónak látszottak, egyáltalán nem mutattak hasonló villódzást. A jelenség (amely számomra teljesen új volt), megfigyelését több mint fél órán keresztül folytattam. A változás néha teljesen megszűnt, majd az „a” összehasonlító csillagnál jelentkezett. [megjegyzés: az „a” csillag fényessége 8<sup>m</sup>8-snak volt megadva, ezt ma 8<sup>m</sup>6-snak ismerjük. Az észlelő a Radcliffe Csillagvizsgáló 7,2 hüvelykes (18 cm) refraktorát használta].”

A következő éjszakán ezt jegyezte fel: „Egyáltalán nem állandó fényű, bár a pulzáció kevésbé feltűnő, mint az elmúlt éjjel”. A következő éjszakákon pedig „az U Gem bizonyosan nem olyan állandó fényű, mint a környező csillagok”.

Az U Gem mai tudásunk szerint is fluktuációkat mutat minimum idején – na de maximumkor?...

**Az AAVSO adatbázisa.** Az AAVSO adatbázisában a legelső U Gem észlelés 1908. január 30-áról származik, amikor Ida Whiteside, a New York államban, Poughkeepsie-ben működő Vassar College professzora figyelte meg az U Gem-et. Ezzel együtt majd’ 95 000 megfigyelés található az AAVSO adatai között, összesen 1298 észlelőtől, akik közül tizenketten egyenként több mint 1000 észleléssel járultak hozzá a csillag megismeréséhez. Az AAVSO története során számos észlelési kampányban vett részt, melyek során együttműködött mind földi távcsövekkel, mind pedig űrszondákkal folytatott kutatási programokkal.



Az U Gem 1998–2002 közötti kitérései hazai észlelések alapján

**Az MCSE észlelési eredményei.** A VCSSZ adatbázisában 2006. január 25-én összesen 3954 észlelés volt található a csillagról, melyek közül 2674 pozitív, és 1280 negatív (halványabb mint...) megfigyelés. Az adatbankban feljegyzett legelső észlelés Keszthelyi Sándortól (Ksz) származik, aki 1972. március 14-én rögtön kitérésben, 10,3 magnitúdósan látta a csillagot. Az időszak utolsó pozitív észlelését Mizser Attila (Mzs) végezte, aki minimumban láthatta az U Gem-et 2005. április 28-án.

## Észleljünk!

A jövőben is előfordulhatnak hasonló alkalmak, amikor az U Gem észlelése, a kitérés kezdetének mielőbbi jelzése fontos lehet. A cikk mottójául választott idézet szellemében a csillag kiismerhetetlen viselkedése miatt fokozott figyelemmel érdemes nyomon követni a változásokat. Kitérései már közepes-kis távcsövekkel is észlelhetők,

nagyobb műszerekkel akár folyamatos nyomon követése is lehetséges, beleértve a minimum során bekövetkező fedéseket is. Az U Gem megfigyelése során nehézséget jelent az ekliptikához való közelsége, aminek eredményeképpen fényességadataiban jelentős rés mutatkozik június elejétől augusztus végéig – ebben az időszakban túlságosan közel van a Naphoz. Ennek következtében kétségtelenül voltak észrevétlenül maradt, nyári kitörései. A szeptember elején végzett hajnali megfigyelések ezt az űrt jelentősen szűkíthetik. Ezen felül problémát okozhat a Hold is, amikor havonta néhány napig nehézzé vagy egyenesen lehetetlenné teszi az észlelést, amikor az Ikrek, illetve Rák csillagkép közelében tartózkodik.

Jelenleg azonban még jó pár hónapnyira van a nyár, az Ikrek kényelmes magasságban látható kora estéknél, így az U Gem felkeresése nem ütközhet ilyen jellegű akadályokba. Észleléskor gondolatban kívánjunk neki, mint változónak, boldog 150. születésnapot, hiszen ki tudja, talán éppen a mi fényességbecslésünkre lesz szüksége a tudományak...

MOLNÁR PÉTER

A CVNET ALAPJÁN – [HTTP://CVNET.AAVSO.ORG](http://cvnet.aavso.org)

## Három új déli törpe nóva

Már megszokhattuk, hogy a Varsói Egyetem által Chilében működtetett égboltfigyelő rendszer, az ASAS-3, milyen hatékonyan fedezi fel az eddig ismeretlen kataklizmikus változókat. Most rövid időn belül három fényes törpe nóva is horogra akadt. Sajnos azonban mindhárom deklinációja igencsak negatív, így észlelőink körében kevésbé lesznek népszerűek.

ASAS 023322–1047.0 (Cet) Január 20-án észlelték először,  $12^m,08$  fényességnél. Két nappal korábbi felvételeken még nem látszott. Fényessége folyamatosan csökken, jelen sorok írásakor már  $15^m$  környékén jár. Az objektum pozíciójában az USNO katalógus egy  $18^m$  körüli csillagot mutat.

A január 22-én a Cerro Tololón található 1,5 méteres SMARTS teleszkóppal felvett színekép egy törpe nóva kitöréskori színeképének felel meg. Az AAVSO-hoz beérkezett, több éjszakát átfogó CCD-s megfigyelések  $0^m,21$  amplitúdójú, 0,0552 nap periódusú szuperpúpok jelenlétét mutatták, ami alapján a csillag az SU Uma vagy a WZ Sge alosztályba tartozik.

ASAS 102522–1542.4 (Hya) Alig egy héttel az előző felfedezés után, január 26-án ismét eddig ismeretlen kitöréses változót talált az ASAS-3. Maximális fényessége  $12^m,7$  volt, február elejéig lassan halványodott  $14^m$ -ig, majd gyors halványodással visszatért minimális fényességéhez. Az USNO katalógus ezen a helyen egy  $19^m$ -s csillagot mutat. Ennél a változónál is sikerült 0,0637 nap periódusú szuperpúpokat kimutatni. Eszerint szintén egy SU Uma típusú törpe nóvával van dolgunk.

ASAS173313–2421.1 (Oph). Február 9-én találta meg a keresőprogram ezt a törpe nóvát. Felfedezéskor fényessége  $12^m,1$  volt, majd  $11^m,0$ -ig fényesedett. Az ASAS korábbi felvételein is azonosítani lehet,  $15^m$  körüli fényességgel. E sorok írása idején egyelőre más információval nem rendelkezünk a csillag mibenlétét illetően.

(AAVSO, CVNet és VSNET alapján: Kvi)