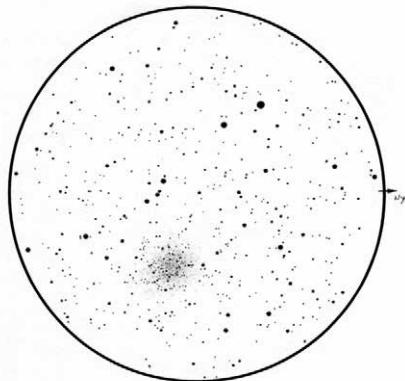


# Az NGC 7789 kék vándorai

Talán az NGC 7789 a kedvenc nyílthalmazom, méghozzá az egész égbolton, a délit is beleértve. Azt hiszem, az 1998-as nyári ágasvári ifjúsági táborban feküdtem kint a hálósáokban és egy 10x50-es binoklival nézelődtem a nyári és őszi Tejútban. Ekkor került a látómezőbe a  $\beta$  Cas melletti sűrű csillagmezőben lévő halmaz. Először azt hittem, hogy üstökös – egy fia csillag nem látszott benne. Azóta nagyon szeretem. Főleg kisebb távcsővel nyújt lélegzetelállító látványt. Nagyobb távcsővel, teljesen felbontva már nem tűnik olyan különlegesnek.



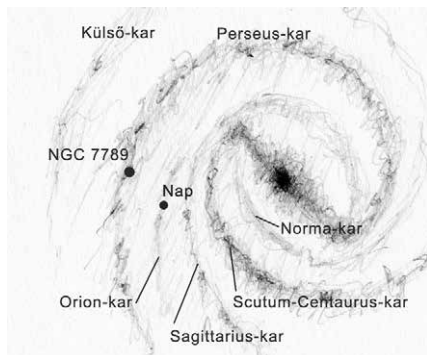
Az NGC 7789 rajza. Kiss Péter, 100/400 T, 40x, 1,8° látómező. 2013. 08. 08 – 2013. 11. 28. Tarján, Ágasvár, Kerepes

Legalább tíz éve komolyan foglalkoztatott a gondolat, hogy lerajzoljam az NGC 7789-et. Eleinte teljesen kizártam gondoltam, hogy ez sikerüljön. Aztán már inkább azon gondolkodtam, hogy hogyan legyen: mekkora nagyítással, milyen látómezővel, milyen legyen a kompozíció. Illetve az ihletre vártam. Ez a 2013-as tarjáni táborban jött el, és még ugyanannak az évnek az őszén sikerült is befejezni a rajzot.

A látómezőről – ragyogó, sűrű tejútmező – és a halmazról is csak szuperlatívuszokban

tudok beszélni. A nyílthalmaz nem hivalkodóan fényes, és nincsenek extrém fényes csillagai. Viszont a katalógus szerint kb. 900 tagja van. Ebből 50–80 csillagot sikerült pozíció szerint lerajzolni. A kis Dobsonban grízes izzás az egész halmaz. Szinte minden csillaga viszonylag halvány.

Tudományos szempontból az NGC 7789 különlegessége, hogy viszonylag nagy számban tartalmaz kék vándorokat. Ezek valószínűleg csillag-csillag kölcsönhatásban „megfiatalodott” – forró kék óriáscsillagok a halmaznál jóval fiatalabbnak tűnő életkorral. A rajzomat a kék vándorokat jelölő fényképekkel utólag összehasonlítva kiderült, hogy többet is pozíció szerint lerajoltam. Erről lesz szó a következőkben.



Sematikus ábra a Tejútrendszer szerkezetéről a környező spirálkarokkal, a Nap és az NGC 7789 hozzávetőleges helyével

## Az NGC 7789-ről

Az NGC 7789 nyílthalmaz tőlünk kb. 7600 fényévre található a Tejútrendszer Perseus-karjában. A nagyságrendileg 1000 tagot számláló halmazt a Cassiopeia csillagképben kereshetjük. Látszólagos mérete 20' körüli, fényessége nagyjából 6,7 magnitúdó. Legfényesebb tagjai 11 magnitúdó körüli vörös óriások, illetve kék vándorok. A hal-

maz kb. 1,6 milliárd éves, amivel viszonylag öregnek számít.

Az NGC 7789-et Caroline Herschel fedezte fel 1783-ban, ezért a halmazt „Caroline Rózsája” néven is említik. A halmaz csillagait F. Küstner katalogizálta 1923-ban. Alább a csillagok neveiben a K. Küstner nevére utal.

## A nyílthalmazok csillagfejlődése

A nyílthalmazok csillagai általában nagyjából azonos időben, a csillagok élettartamához képest rövid időintervallumban keletkeznek. Ezért a halmaz csillagai nagyjából ugyanolyan idősök – az NGC 7789 esetében kb. 1,6 milliárd évesek. Viszont a csillagok tömege eltérő, ezért a halmaztagok kezdeti tömegüktől függően fejlődésük különböző szakaszában tartanak. A kisebb tömegű csillagok magjában még javában zajlik a hidrogénfúzió – ezek a Hertzsprung–Russel diagram (vagy a nagyon hasonló szín-fényesség diagram) fősorozatán foglalnak helyet. Gondolatban a nagyobb kezdeti tömegű csillagok felé haladva (a szín-fényesség diagramon a fősorozat balra felfelé) elérünk a lefordulási ponthoz. Az NGC 7789-nél ez a mellékelt ábra szerint  $B-V = 0,6^m$ ,  $V = 14^m$  körül van. Ezeknek a csillagoknak a magjában már kevés a hidrogén ahhoz, hogy hidrogén-fúzióval a csillag egyensúlyban maradjon – nagyobb kezdeti tömegük miatt hamarabb felélték „üzemanyagukat”. Ezek a csillagok a jövőben „gyorsan” vörös

óriásokká válnak (jobbra felfelé mozdulnak majd a szín-fényesség diagramon). A még nagyobb kezdeti tömegű csillagoknál mindez már lezajlott és már most vörös óriások (jobbra fent a szín-fényesség diagramon). A halmaz legnagyobb kezdeti tömegű csillagai pedig már valószínűleg felrobbantak szupernóvaként.

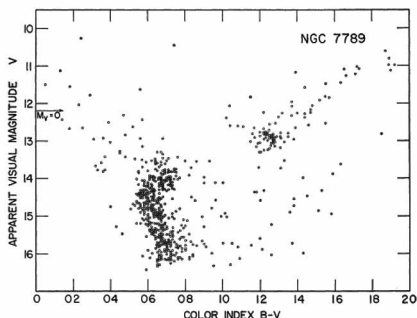
## A kék vándorok

Ha jól megnézzük az NGC 7789 szín-fényesség diagramját, a lefordulási pont fölött (balra fent) is látszanak csillagok a fősorozaton. Ezek forró, fényes, kék csillagok, amelyek nem férnek bele az előzőleg leírt modellbe. Hiszen ha ezek is ugyanakkor keletkeztek, mint a halmaz többi csillaga, akkor már régen fel kellett volna robbanniuk szupernóvaként. A kék vándorokat Allan Sandage fedezte fel 1953-ban az M3 gömbhalmazban, és azóta sem teljesen tisztázott, hogy a csillagoknak a természetük.

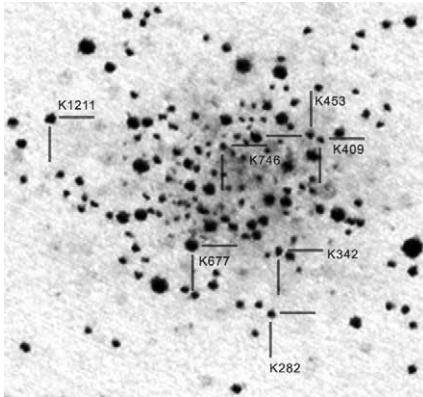
Lehet, hogy ezek a kék vándorok nem is a halmazhoz tartoznak? Sajátmozgás-, radiálissebesség- és polarizációs vizsgálatokkal arra jutottak a kutatók, hogy e csillagok jó része nagyon nagy valószínűséggel halmaztag. Utóbbi mérés azon a gondolaton alapszik, hogy a csillagközi anyag csekély mértékben polarizálja a csillagok alpból jó esetben polarizálatlan fényét. Ha egy csillag a halmaz mögött vagy előtt van, akkor eltérő mértékben és irányban polarizálódhat a fénye.

Valamilyen különleges csillagfajta lenne a kék vándor? A spektroszkópiai vizsgálatok nem mutatnak különösebb eltérést az átlagos csillagoktól. Felmerült még, hogy a kék vándorok később, egy második csillagkeletkezési hullámban jöttek létre, esetleg a halmaz – a Tejútrendszeren belüli keringése során – befogta őket. A megfigyelések alapján egyik sem tűnik valószínűnek.

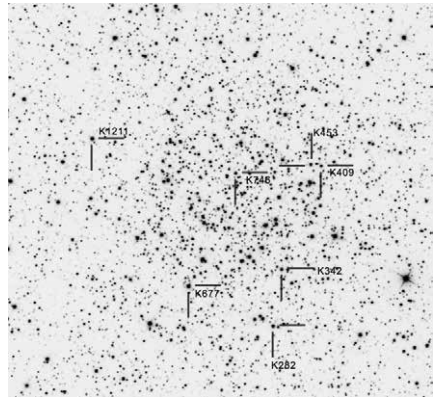
Ismerünk kék vándorokat fiatal és idős nyílthalmazokban, gömbhalmazokban és a Tejút halójában is. Ráadásul nem csak egykét csillagról van szó – néhány halmazban meglehetősen sok van belőlük. Ilyen az NGC



Az NGC 7789 szín-fényesség diagramja  
(Burbidge, E. M.; Sandage, A.)



Kék vándorok az NGC 7789-ben. A látómezőrajz kinagyított részlete



Kék vándorok az NGC 7789-ben. Tóth Gábor felvétele 25 cm-es asztrográffal, 2014.09.23. Nagy Hideg-hegy, Canon EOS 450D, 179x120 s, ISO 1600

7789 is. A halmazon belüli térbeli eloszlásuk sem utal egyértelműen a mibenlétükre.

Magányos csillagok vagy kettősök-e a kék vándorok? Sok modell ismeretes, amely a kék vándorok létét próbálja magyarázni. Magányos csillagok esetében felmerült, hogy pl. a gyors tengelyforgás miatt a csillag anyaga átkeveredik, a magba hidrogén jut, így a nagy tömegű csillag több időt tölthetne el a fősorozaton. Az egyre pontosabb mérések alapján azonban az látszik valószínűnek, hogy a kék vándorok többsége szoros – akár érintkező – kettőscsillag (vagy az volt), ahol a két komponens között anyagátadás zajlik, vagy akár össze is olvad a a kettős két tagja, esetleg kettős rendszerek ütközésekor keletkeztek.

A kettőscsillag-hipotézist támasztja alá, hogy több kék vándorról is kiderült, hogy spektroszkópiai kettőscsillagok (nagyságrendileg 1 napos periódussal). Elképzelhető, hogy a kék vándorok többféle módon is létrejöhetnek, és halmazról halmazra változik, hogy melyik keletkezési mód a domináns.

## Mіндеz saját szemmel az NGC 7789-ben

Nem kell megoldanunk az asztrofizika egyik talányát ahhoz, hogy kicsit „közelebb kerüljünk” a kék vándorokhoz. Az NGC 7789

szín-fényesség diagramján is látszik, hogy ezek gyakorlatilag a halmaz legfényesebb csillagai – a vörös óriások mellett. Sajnos a kék vándoroknak csak azt követően néztem utána, hogy a végleges rajz elkészült, így rajzolás közben nem voltam tudatában annak, hogy pontosan mit is látok. A rajzon szereplő kék vándorok fényességadatait a mellékelt táblázat foglalja össze. Nagy valószínűséggel mindegyikük halmaztag. Ezeken kívül még sok (legalább egy tucat) kék vándor található az NGC 7789-ben, de azok már halványabban (13–14 magnitúdó körüliek).

Érdekesség, hogy a K 677 és a K 1211 már annyira fényesek (és nagy tömegűek), hogy a kettőscsillag-hipotézis felső határa környékén helyezkednek el, ezzel kicsit tovább bonyolítva az asztrofizikusok dolgát.

(Bakos Gáspár a 90-es években 44,5 cm-es Odyssey-2 távcsővel figyelte meg a kék vándorokat, amelyeket szakcikkekben publikált térképek alapján azonosított. A felkeresett vándorok 13 magnitúdó körüliek voltak, színüket nem látta – a szerk.)

Ugyan a rajz természetesen pontatlan valamennyire, de kiválóan össze lehet hasonlítani a fotókkal. A fényképeken szépen látszanak a csillagok színei, és könnyen észrevehető a fényes kék csillagok.

Adja magát az az észlelési kihívás, hogy a csillagok színét is jó lenne saját szem-

mel érzékelni. A kék vándorok pozíciójának ismeretében már csak egy elég nagy távcsőre, egy kristálytiszt, fényszennyezésmentes őszi éjszakára van szükség és valószínűleg jó sok türelemre. Ez még a jövő zenéje...

#### Fényesebb kék vándorok az NGC 7789-ben

Csillag	V [m]	B-V [m]	Szerepel a rajzon
K 282	12,05	0,27	igen (?)
K 342	12,42	0,22	valószínűleg
K 409	12,98	0,31	igen (?)
K 453	12,66	0,25	igen (?)
K 677	11,16	0,17	igen
K 746	12,74	0,39	valószínűleg
K 1211	11,55	0,17	igen

Úgy alakult, hogy nem sokkal ezen cikk megírása után, 2016. február 5-én Ágassvárról meg tudtuk nézni az NGC 7789-et 40 cm-es Dobsonnal, 220x-os nagyítással. Első próba a fényes és tág kettőscsil-

lag volt a K 677 és a K 1211 között nagyjából egyharmad úton a K 677 felé. A fotón ezeknek rendkívül látványos a színeltérése: a fenti fotón jobb oldali csillag, a K 889 nagyon kék, a másik pedig erősen narancssárga. Utóbbi a K 971 jelű vörös óriás. A távcsőben többen is láttuk a színeltérést, bár közel sem olyan látványos a különbség, mint pl. a  $\gamma$  Andromedae esetében. Ezután a legfényesebb kék vándor, a K 677 színét próbáltuk meg érzékelni, ami nehezebben, de azért látszott. Hiába kék a csillag a fotón, ilyen fényességnél már a fehértől alig eltérő fakó színűnek tűnik. Nehezíti a megfigyelést, hogy itt nincsen markáns vörös óriás a közelben. Ezért a K 677 színét a halmaz délnyugati (jobb) oldalán lévő vörös óriás lánc tagjaival próbáltam meg összehasonlítani.

*Kiss Péter*

#### Folytatás a 37. oldalról!

**Felhőaktivitás.** A meteorológiai jelenségek legtöbbje jól mutatja a késő tavaszi, kora nyári aphéliumi felhőöv megjelenését. Az olvadó északi pólussapka légkörbe kerülő vízpárája lehetővé teszi a Hadley-cella kialakulását és a felhőöv megjelenését az északi féltekére tolódott szubszoláris pont fölött. Az Ls=40–80 időszakban csak mérsékelt felhőaktivitás volt tapasztalható, a peremívekben inkább por, mint pára dominálta légkörrel. Az Ls=75–130 időszakban voltak a leggyakoribbak és leg-tömöttebbek az orografikus felhők, ekkor voltak a leggyakoribbak a topografikus felhők, a peremkódók folyamatosan jelentkeztek, peremfelhők csak ekkor fordultak elő, az ECB csak ekkor volt megfigyelhető, a fényes peremívek pedig kékek voltak, jelezve a légkör magas páratartalmát. Az Ls=130–160 időszakban a felhőaktivitás mérséklődött, az Asraeus és Pavonis Mons fölött már nem jelent meg orografikus felhő, az ECB eltűnt, a peremívekben megjelent a vörös por. A többi orografikus felhő, a peremkódók és az arktikus kódok ekkor még továbbra is előfordultak. Az Ls=130–135 közötti mérsékelt övi

és poláris felhőmező érdekes lecsengése az aphéliumi felhőaktivitásnak. Mindeközben a déli féltekén a Hellas-medence a három téli hónapban teljes felhőborítású volt, majd a tél vége felé ez is feloszlott.

**Kék tisztulás (Blue Clearing).** A kék tisztulás jelensége a marsi légkör ibolya vagy kék színben való átlátszóságára utal. Skálája 0–3 közötti, ahol a 0 érték a kékben teljesen átlátszatlan légkört jelenti felszíni részletek nélkül, 3-asnál pedig a legfinomabb felszíni albedóalakzatok is jól látszanak. A kék tisztulás becsléséhez a jól elváló színcsatornájú észleléseket tudtuk felhasználni. Kék tisztulás jelentősebb mértékben az Ls=94–143 időszakban látszott, ekkor is csak 0,77 átlag intenzitással. Mindössze öt észlelésnél volt 1-nél nagyobb az értéke. A maximum 2,5 volt Vajda felvételén, ahol a Tithonius Lacus és Lunae Lacus összes kis öble megfigyelhető a kék színcsatornán is (színes tábla t).

Porviharokat nem tudtunk kimutatni a vizsgált időszakban, zúzmarára, talajmenti ködre utaló egyértelmű jeleket sem találtunk.

*Kiss Áron Keve*