



# CCD technika

## Változócsillagok megfigyelése

A rövidebb-hosszabb periódusú fedési kettőscillagok, rövid periódusú pulzáló csillagok CCD-méréseiről már több ízben kaphattak ízelítőt a Meteor olvasói. Most azokról a tapasztalatokról frunk, amelyeket a hosszú periódusú, nagy amplitúdójú, klasztrikus amatőr változók CCD-méréseivel kapcsolatban szerzett e sorok írója.

Miért van szükség klasszikus amatőr változók CCD-megfigyeléseire? Két okból. Egyrészt a megfelelőképpen szűrőzött, megfelelően redukált észlelések fizikai tartalma sokkal tisztábban értelmezhető, mint a vizuális adatok jelentése. Többszínű CCD-megfigyelésekre is lehetőség nyílik, így mindjárt megállapíthatóak a csillagok legjellemzőbb tulajdonságai is. Másrészt a CCD-mérések pontossága egy nagyságrenddel meghaladja a vizuális adatokét, így a kisebb amplitúdójú változók nyomon követéséhez igen alkalmas eszköz. A fénygörbékben látható egyedi események, kis kettős maximum-csúcsok, hátaak a leszálló ágon, nóvák fényességének maximum utáni oszcillációja, csillagfoltok fénygörbét torzító hatása így mutatható ki megbízhatóan.

Sajnos egy harmadik szempontról is meg kell emlékeznünk, jelesül a fényszennyezésről. Ha egy távcsőben 120x-os nagyítással is vérszínű az égi háttér, az embernek mindenféle fényességbecsléstől elmege a kedve. Marad a CCD, mint a fényszennyebe merült városok változásainak utolsó menedéke.

Természetesen a CCD-mérés több fáradsággal jár, mint a vizuális munka. Ott a változó megtalálása szinte egyenértékű a fényességbecsléssel; itt hosszabb expozíciókkal képeket kell készíteni, végül ki kell mérni azokat. Éppen ezért a vizuális változóészlelések világa a jövőben is minden bizonnal virágzó terület lesz, de újabban eredményeit támogathatja, s talán néhol új megvilágításba helyezi a CCD. A leendő CCD-észlelőket pedig sarkallja a következő gondolat. A jel/zaj viszony az adatok számának négyzetgyökével nő. Tehát, ha 0,02 magnitúdó pontosságú fényességet kívánunk meghatározni, de az egyedi becslés pontossága 0,2 magnitúdó, akkor száz ilyen egyedi becslést kell átlagolnunk. Ilyen szempontból – de csakis ilyen, humort sem nélkülöző értelemben – azt mondhatnánk, hogy egy CCD-mérés száz vizuális észleléssel ér föl. Ezt ne hangoztassunk vizuálisan észlelő barátaink füle hallatára, de gondoljunk rá, ha az ötödik expozíciónk is bemozdul, mert rázza a szél a távcsövet.

A gyakorlatban a becslétes eljárás az, ha standard szűrősorozatot használunk, standard csillagok mérésével meghatározzuk távcsövünk és éppen aktuális egünk színfüggő és levegőtömeg-függő transzformációs együtthatóit, majd a csillagok többszín-mérése után e transzformációkkal standard fényességeket számolunk. A folyamat jól le van írva Cooper-Walker Csillagok távcsövénen című munkájában, illetve számos helyen megtalálható az interneten. Azonban ez így nagyon hosszadalmas, s egy kis hanyagság fölállásával háromszor hamarabb célhoz érünk.

A légköri hatások kiküszöbölése történhet egyszerű differenciális fotometriával, úgy, mint a vizuális észleléskor. A megadott fényességű összehasonlító mért fényességadatát összevetjük a változóéval, s máris megvan a keresett fényesség. Ehhez nincs szükség transzformációs együtthatók meghatározására. De hogy a nagy hibákat elkerüljük, figyelni kell egy dolagra.

Az az összehasonlítót használjuk, amelynek színe legkevésbé tér el a változóétól. A mindenféle műszerfüggő standard korrekciók ugyanis a színek különbségeivel arányosak. Ha egy-két tized magnitúdó pontossággal azonos színű összehasonlítót használunk, bátran remélhetjük, hogy a korrigálatlan, instrumentális fényességek is jól összevethetőek más megfigyelők adataival.

Minimálisan tehát két szűrőre lesz szükségünk, amelyből legalább az egyik standard szűrő, ideális esetben Johnson V, vagy egyéb, a szem érzékenységéhez közel álló szélessávú standard szűrő. Más is megteszi, de akkor adatainkat nem lehet összevetni a vizuális észlelők megfigyeléseivel; egyedi szűrőrendszert használva senki mással sem. Legyen tehát egy V szűrőnk, s hozzá még lehetőleg Johnson B vagy R, de végszükség esetén megteszi bármilyen egyszínű, nem zöld szűrő is. Vegyünk föl egy-egy (esetleg összeg-)képet mindkét szűrővel, mérjük meg a változó fényességeit. A látómező csillagainak színindexét képezve (pl. standard szűrőben mért fényesség mínusz a másik szűrőben mért fényesség) keressük meg azt az összehasonlítóknak alkalmas csillagot, amelynek színindexe a legkevésbé különbözik a változó színindexétől, majd a továbbiakban *kizárólag* ezt a csillagot használjuk! Így felhősebb égen, alacsonyabb horizont fölötti magasságnál vagy más fényszennyezésű helyen is reménykedhetünk abban, hogy a változó és az összehasonlító azonos légköri hatásokat szenved, s így differenciális fotometriánk megbízható lesz.

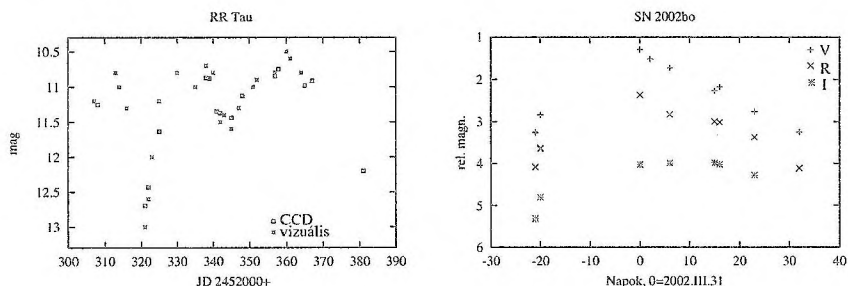
Fényes csillagoknál, ha nincs a látómezőben összehasonlító, csak egyet tehetünk: a megfelelő szín kritériumától is eltekintünk, s a legközelebbi összehasonlító méréséhez viszonyítjuk a változót. Érdemes kétszer mérni az összehasonlítót, s a két érték közé időben interpolálni azt a fényességet, amelyet akkor kaptunk volna, ha pontosan a változóval együtt mérjük az összehasonlítót. Gyorsan kell dolgozni, mert az ég forgása, a csillagok változó levegőtömege és a légkör pár perces változásai erős szisztematikum hibákat visznek méréseinkbe!

Két saját megfigyeléssel illusztrálom a lehetőségeket. A méréseket a Szegedi Csillagvizsgáló C-11 távcsövével és ST-7E kamerájával végeztem, Johnson V szűrővel, a színek ellenőrzésére Johnson R szűrőt használtam. Tapasztalatom szerint a VA-térképek összehasonlító-fényességei teljesen összhangban vannak a V szűrővel észlelt fényességekkel, míg R szűrővel föltűnően rossz az egyezés.

Észleléseim beküldésekor századmagnitúdó pontosságot tartottam, a szokásoknak megfelelően tizedmagnitúdóval kifejezve. Pl. a 13,27 magnitúdós fényesség 132,7 módon jelenik meg. Jó lenne, ha a jövőben a Johnson V megfigyeléseket ezzel a formátummal különböztetnék meg a beküldők, s ha a tizedmagnitúdó tizedét egyszer sem írják ki a vizuális észlelők. Így azonnal látszik az adatbankban, hogy mi micso-da.

Az egyes éjszakák közti pontosság mérésére az RR Tau 130-as öh-ját mértem 17 éjszakán a 105-ös öh segítségével (az RR Tau-hoz is a 105-öst használtam, mert megfelelő a színe). A nagyon különböző légköri viszonyok és magasságok mellett, a standard transzformáció elhanyagolása mellett is meglepően jó egyezést kaptam: a 130-as csillag fényessége  $\pm 0,023$  magnitúdó hibával állandó. 3 hónap alatt 17 pontot tudtam

fölvenni a csillagról, melynek gyors változásai izgalmas feladatot, mindennapi észlelnivalót jelentettek.



A méréseket összehasonlítottam a VCSSZ adatbázisának észleléseivel. Jól látható a teljes egyezés, a kis kiugrásokat és rövid konstans szakaszokat ugyanúgy párhuzamosan látják a vizuális észlelők, mint a CCD. Talán csak egy tizedmagnitúdónyi bizonytalanság szórja az adatokat. Több észlelő, emlékezve az előző éjszaka tapasztalataira, két-három napon át megtartja a tizedmagnitúdónyi szisztematikus fényességkülönbséget – vagy inkább: pár napon át ugyanarra kerekít. A változások hosszabb távú nyomon követése izgalmas munka lesz, nagyvárosi észlelőknek meggyőződéssel ajánlom.

Az SN 2002bo méréseit Piskés-tetőről (Csák Balázs és Mészáros Szabolcs, első két pont) és Szegedről (Szabó Gyula) végeztük, VRI rendszerben. Sajnos a maximum időpontjáról lemaradtunk, ezt külföldi észlelők megfigyelésével fogjuk pótolni; június első felében pedig további méréseket tervezünk Piskés-tetőről. A kiértékeléskor fölhasználtuk a galaxis egy archív, szupernóva nélküli képét, s a megfelelőképpen forgatott és darabonként normált SN-képekből levonva a galaxist, a szupernóva a maga valóságában homogén háttér előtt maradt a képen. A torzószerű fénygörbét három színben bemutatjuk. Remélhetőleg amire az Olvasó kezébe veszi e cikket, a már teljes fénygörbe a publikálás legszebb szakaszában lesz, s a jövő év elején szaklapban bemutatathatjuk.

SZABÓ M. GYULA

## Helyesbítés

A Meteor 2002/7–8. számában megjelent MACE 2002 című cikkben a „Láthattak...” kezdetű mondat rossz szerkezete miatt az ábrázolni kívánt gondolat ellentétét is magában hordja, ezért figyelmen kívül hagyandó. A pozitív mondat a konferencián bemutatott amatőrcsillagászat ki nem használt lehetőségeire, azon belül a potenciálisan benne levő, igen értékes eredményekre hívta volna föl a figyelmet. A további mondatok a jelen levő, meghatározó országok amatőr-szakcsillagász együttműködésének hiányosságára, horribile dictu hiányára vonatkoznak; hogy e záradék épp nem a hazai viszonyokat jellemzi, az a magyar csillagászatot és az MCSE tevékenységét dicséri. Elnézést kérek az Olvasóktól a sietségben leírt rossz szerkezetű mondatokért.

(SZMGY)