

# 1. FEJEZET – ELŐKÉSZÜLETEK

## AZ ÉSZLELÉSI PROGRAM ÖSSZEÁLLÍTÁSA

A kézikönyv alapvető célja, hogy útmutatást adjon a változócsillag-észlelés technikájára és az adatbeküldésre vonatkozóan. További sok hasznos tudnivaló található a belépéskor kapott „tagsági csomagban” is, valamint az AAVSO honlapjának kifejezetten az új észlelők számára készült oldalain. Természetesen ajánlatos ezeket az anyagokat mind alaposan átolvasni, ugyanakkor AAVSO és a helyi változós szervezetek is nyitottak bármiféle kérdés megválaszolására.

### A kezdetek

A követni kívánt programcsillagok kiválasztása, a megfelelő észlelési eszközök beszerzése, az észlelőhely kiválasztása, az észlelési idők és a megfigyelések gyakoriságának meghatározása mind-mind a sikeres észlelőprogram tervezésének részei. A lehető leghatékonyabban végezhető változóészlelés érdekében igyekezzünk a saját érdeklődésünknek, tapasztalatunknak, műszerezettségünknek és észlelőhelyünk körülményeinek leginkább megfelelő programot kidolgozni. Gondoljunk arra, hogy még ha havi egyetlen észlelést küldünk is be, értékes adatokkal járulunk hozzá a változócsillagászat tudományához.

### Van segítség!

A közvetlen tapasztalatcsere néha semmivel sem pótolható. Így az új észlelők támogatására az AAVSO ún. mentor-programot is működtet, amely segít az új észlelőknek kapcsolatba kerülni hozzájuk közel lakó, gyakorlottabb megfigyelőkkel. [Magyarországon az MCSE Változócsillag Szakcsoportja: <http://vcssz.mcse.hu/>, illetve az Egyesület által működtetett Mira levelezőlista (l. pl. <http://www.mcse.hu/> vagy <http://www.csillagvaros.hu/>) tagjai is készséggel válaszolnak mindennemű felmerülő kérdésre.]

Minden észlelő számára elérhető az AAVSO levelezőlista (AAVSO discussion group). Ezen az elektronikus levelező fórumon az észlelők kérdéseket tehetnek fel és válaszolhatnak meg, illetve egyéb tapasztalatcserét folytathatnak. A fórum használatához szükséges információk megtalálhatók a kezdőcsomagban, illetve az AAVSO honlapján.

Bár a változócsillagok megfigyelése ezen útmutató alapján esetleg nem tűnik túl bonyolultnak, az első lépések nagy kihívást

jelenthetnek a kezdő megfigyelők számára – néha látszólag szinte áthághatatlan akadályok tornyosulhatnak fel. Le kell szögeznünk, hogy ez teljesen normális jelenség – sajnálatos módon azonban a tapasztalatok szerint számos amatőrt bátortalanítottak el ezek a kezdeti nehézségek. Biztosíthatunk mindenkit, hogy kis idő elteltével az észlelések egyre gördülékenyebben fognak menni: mindössze egy kis gyakorlat megszerzésére van szükség.



Az Ausztriában élő AAVSO-tag, Peter Reinhard által szervezett „Astronomische Jugendclub” (Ifjúsági Csillagászklub) néhány tagja

### Mely csillagokat észleljük?

Kezdők számára a „könnyen észlelhető csillagok” (Stars Easy to Observe) listán szereplő csillagok ajánlhatóak. Ez a lista a világ minden részéről különféle évszakokban elérhető csillagokat tartalmaz, így egyszerűen csak le kell szűkítenünk a listát megfigyelőhelyünk, műszereink, illetve az észlelés időszaka által megszabott korlátoknak megfelelő csillagokra. Külön lista tartalmazza a binokulárokkal és szabad szemmel is elérhető, valamint a nagyobb távcsöveket igénylő csillagokat. Általában célszerű az egész eget lefedni programcsillagokkal, így az évszakok előre haladtával a Nap közelsége miatt már megfigyelhetlenné váló célpontok helyett újabbakat kezdetünk észlelni.

### Programunk kibővítése

Észlelési gyakorlatunk előrehaladtával minden bizonnyal szeretnénk kibővíteni programunkat ezen könnyen elérhető csillagokon túlra. Az e-mailban elérhető Alert Notice és Special Notice körlevelekben gyakran érkezik felhívás meghatározott objektumok megfigyelésére, amelyek kitűnő új célpontokat jelenthetnek. Észlelésre ajánlott csillagokat, illetve komolyabb programokban való részvételre irányuló

felhívásokat az "Observing Campaings" szekcióban is lelhetünk az AAVSO honlapján.



*Mary Glennon 7x50-es binokulárjával*

Néhány megfontolandó szempont észlelési programunk kialakításához és későbbi bővítéséhez:

**Földrajzi hely** – Észlelési programunkat észlelőhelyünk és annak adottságai is befolyásolják. Fontos szempont továbbá, hogy észlelőhelyünkön milyen gyakorisággal tudunk megfigyelőmunkát végezni.

**Az égbolt állapota** – Minél több derült éjszaka fordul elő észlelőhelyünkön, annál inkább ajánlott minden éjszakán észlelendő csillagokat választani. Ilyenek például a kataklizmikus változók, vagy az R Corona Borealis típusú csillagok (a változócsillagok típusairól a 4. fejezetben esik szó). Ha azonban megfigyelőhelyünkön nagy átlagban 20% vagy még ennél is kevesebb a tiszta éjszakát várhatunk, inkább lassan változó, hosszú periódusú változókat válasszunk. Ezek esetében ugyanis akár havi egy-két észlelés is értékes adatokat szolgáltathat.

**Fényszennyezés** – A fényszennyezés mértéke észlelőhelyünkön nagy mértékben befolyásolja az észlelésre kiválasztható csillagok körét. Városi észlelők számára inkább a fényesebb, míg sötétebb egű környezetben lakók esetén távcsövük teljesítőképességével összemérhető halványosságú csillagok ajánlhatók. Az AAVSO legaktívabb észlelői közül igen sokan észlelnek erősen fényszennyezett ég alól.

### Az észlelőhely körülményei

Vizuális változóészleléshez azonban egyáltalán nem elengedhetetlen a távoli, tökéletesen sötét egű megfigyelőhely. A rég ismert törvény szerint az észlelések havi száma fordítottan arányos a lakóhely és az észlelőhely közötti távolsággal, ami a változócsillagok megfigyelésére is igaz. Ha saját kertünkben hetente többször (szerencsés esetben rendszeresen) tudunk észleléseket végezni (elviselhető mértékű fényszennyezés mellett), ez termékenyebb és élvezetesebb időtöltés lesz, mint a havonta néhány darab, több óra utazás árán elért sötét egű megfigyelőhelyről végzett megfigyelés. A legfontosabb szempont, hogy észlelési programunkat kialakításakor tekintettel legyünk kiválasztott észlelőhelyünk adottságaira és műszerparkunkra. Igen sok nagyon aktív megfigyelő él és végez komoly észlelőmunkát nagyvárosokban.

### Több tapasztalatot!

Tapasztalataink gyarapodásával kiterjeszthetjük észleléseinket a hajnali vagy az esti szürkület idejére. Az ilyenkor végzett észlelések különösen értékesek, mivel csak szürkületben megfigyelhető csillagokat egyre kevesebben észlelik. A szürkület idején végzett megfigyeléseink így segíthetnek az egyes csillagok esetében jelentkező, akár több hónap hosszúságú észlelési hézagok valamelyes lerövidítésében. Az éjszaka második felében, éjfél után, hajnal előtt végzett megfigyelések is hasonlóan fontosak, mivel a legtöbb aktív észlelő az esti órákban, inkább éjfél előtt végzi megfigyeléseit, amikor ezek a hajnalban látható csillagok még nem keltek fel.



*Haldun Menali városból észlel*

## MŰSZEREZETTSÉG

### Optikai eszközök

A változóészleléshez az érdeklődésen és bizonyos kitartáson kívül megfelelő optikai eszközök is szükségesek. Már egy jó binokulárral, néha még anélkül is észlelhetünk fényes változócsillagokat. Az egyre halványabb változókhöz azonban hordozható, vagy fix felállítású távcső szükséges. Az egyes optikai eszközökkel kapcsolatban a helyi amatőr egyesületek kiadványai, az Internet, illetve tapasztalt amatőrtársak bőséges információkkal szolgálnak.

*Binokulárok* – Mind kezdő, mind gyakorlott észlelők számára a binokulár kitűnő eszköz. Hordozhatóak, könnyen használatba vehetőek, és hatalmas látómezőt biztosítanak, ami jelentősen megkönnyítheti a változó megtalálását. Kézben tartva egy 7x50-es vagy 10x50-es műszer lehet a legjobban használható binokulár, míg nagyobb nagyítású műszerekhez már általában valamiféle egyszerűbb állvány szükséges.

*Távcsövek* – A változóészleléshez sem létezik „ideális” távcső – mindegyik műszernek megvan a maga előnye és hátránya. Változócsillagokat gyakorlatilag bármiféle gyártmányú és típusú, egy bizonyos minőségi szintet elérő távcsővel végezhetünk. A saját műszerünk a legjobb! A változóészlelők körében talán a legnagyobb népszerűségnek a rövid fókuszu, fényerősebb (f/4-f/8) Newton-reflektorok örvendnek, ajánlhatóan legalább 15 cm átmérővel. Adott átmérő mellett ezek a távcsövek a legolcsóbbak, sőt, akár házilag is könnyen megépíthetőek. Az elmúlt években a Schmidt-Cassegrain és a Makszutov rendszerű távcsövek is igen nagy népszerűségegre tettek szert mind a kezdő, mind a gyakorlott megfigyelők körében, igen kompakt felépítésüknek köszönhetően.

*Keresőtávcső* – A változó környezetének azonosítására használt keresőtávcső is fontos szerepet játszik. Mind a hagyományos keresőtávcsövek, mind a távcső mechanikáján levő osztott körök (akár hagyományosak, akár digitálisak), Goto rendszerrel felszerelt mechanikák, illetve az egyszeres nagyítást adó célzóeszközök (pl. Red Dot, Starpointer) használhatók a változóészlelés során. A keresőtávcső típusa egyéni ízlésnek és gyakorlatnak megfelelően változik. Ezért ha valamelyik típushoz már hozzászoktunk, legalábbis eleinte ragaszkodjunk annak használatához.

*Okulárok* – Egy kis nagyítást adó, nagy látómezejű okulár nagyon hasznos a változó környezetének azonosításához. Mindemellett a kis nagyítás révén több összehasonlító csillagot is a láthatunk a változócsillaggal egy látómezőben. Igen nagy nagyítás nem okvetlenül szükséges, hacsak nem kívánunk különösen halvány (távcsövünk elméleti határfényességéhez közeli) csillagokat észlelni. A nagy nagyításnak hasznát vehetjük az igen zsúfolt környezetben levő változó azonosításakor is. Összességében 2-3 okulár bőségesen használata elegendő. Ezek közül a legkisebb nagyítást adó (20x-70x) használható a változó környezetének megtalálásához, illetve a fényesebb csillagok észleléséhez. Az egyre erősebb nagyítást biztosító okulárokat pedig az egyre halványabb csillagok megfigyelésekor használhatjuk. A jobb minőségű okulárok (különösen nagy nagyításoknál) természetesen tisztább és kontrasztosabb képet eredményeznek, így halványabb csillagok is megfigyelhetővé válnak. Egy jó minőségű, 2x-es vagy 3x-os nyújtást biztosító Barlow-lencse is hasznos segédeszköz lehet. (Lásd a következő oldalt az okulárokról).

*Mechanika* – Ekvatoriális és alt-azimutális mechanikák egyaránt jól használhatók. Mechanikánk stabilitása azonban fontos szempont, hiszen megfelelően stabil állvánnyal kerülhetjük csak el a csillagok képének zavaró remegését, a finom mozgathatóság pedig segíti a csillagról csillagra való ugrálást. Az óragép használata jelentősen megkönnyítheti az észlelést nagy nagyítások alkalmazásánál, de kitűnően dolgozhatunk nélküle is.



*Nicholas Oliva egy Newton távcsővel*

## Néhány szóban az okulárokról (Carl Feehrer, AAVSO-tag és észlelő)

Az okulárok néhány alapvető jellemzőjének megértése elengedhetetlen többek között a térképek léptékének megfelelő értelmezéséhez, és így az égen való tájékozódáshoz. Ezen legfontosabb jellemzők a következők:

*Pupillatávolság* – A szem és az okulár szemlencséje közötti maximális távolság, ahonnan a teljes látómező még áttekinthető, és a kép éles. Nagyobb pupillatávolság kényelmesebb betekintést tesz lehetővé. Általában minél nagyobb nagyítást ad egy okulár (vagyis minél rövidebb fókuszu), annál kisebb az ún. kilépő pupilla (l. később), valamint a pupillatávolság. Néhány okulártípusnál a nagyon rövid pupillatávolság főleg szemüveges észlelőknek gondot okozhat, de akár szabad szemmel észlelve is kényelmetlen lehet a szemlencse közelsége. Nagy pupillatávolságról beszélhetünk, ha lehetőségünk van az okulárba legalább 8-20 milliméterről betekinteni, miközben a teljes látómezőt belátjuk. Szerencsére igen sok okulártípus teljesíti ezt a követelményt.

*Látómező* – Valójában két fogalomról van itt szó: a valódi látómezőről (TF, True Field), és a látszólagos látómezőről (AF, Apparent Field). A valódi látómező (TF) az égbolt azon tartománya, amelyet az adott okulárral megfigyelhetünk a látómezőben. Ez az érték a használt műszertől, az adott okulárral elért nagyítástól, valamint az okulár saját, látszólagos látómezejétől függ. Az AF (látszólagos látómező) az okulárban látható kép mérete, amely elsősorban az okulár felépítésétől függ. Ezen gyakorlatilag az okulárba tekintve a látómező két átellenes pereme közötti szögtávolságot érthetjük. Minél nagyobb látómezejű egy okulár, annál kényelmesebb használata, mivel nagyobb égterületet átlátva könnyebben tájékozódhatunk, illetve több összehasonlító csillagot találhatunk a látómezőben. Célszerű legalább 55-60° látómezejű okulárokat felhasználni.

Egy ismeretlen okulár látómezejét a „További észlelési trükkök” fejezetben található leírás alapján határozhatjuk meg, például egy kiválasztott csillag látómezőn való átvonulásának idejéből. Ha már ismerjük okulárunk látszólagos látómezejét (AF) és a műszer nagyítását (M), a valódi látómező a következőképpen számítható ki:

$$TF = AF/M$$

Például egy adott távcsővel 40-szeres nagyítást adó, 50 fok látszólagos látómezejű okulár az égből egy  $50/40=1,25$  fokos területet képez le,

ami megközelítőleg a telehold átmérőjének 2,5-szerese.

*Kilépő pupilla* – Ez annak a sugárkúpnek az átmérője, amelyben a fény az okulárból kilép. Szemünk a megvilágítási viszonyok változására a pupilla méretének változtatásával reagál: a pupilla erős fényben összehúzódik, míg fényszegény környezetben kitágul. A szem pupillájának maximális mérete gyakorlati határt szab az okulárból kilépő pupilla használható felső méretére. Mivel pupillánk maximum kb. 7 mm átmérőre tágul ki, így a távcső által összegyűjtött és az okuláron kilépő fény egy része elvesz, ha a kilépő pupilla ennél nagyobb.

Ha ismerjük okulárunk fókusztávolságát (FL) és a távcső fényerejét (FR), könnyen meghatározhatjuk a kilépő pupilla (EP) méretét a következőképpen:

$$EP = FL/FR$$

Például egy 25 mm fókuszu okulár, amelyet egy f/10-es teleszkóphoz illesztünk, 2,5 mm-es kilépő pupillát eredményez. Természetesen a távcső fényerejét (FR) meghatározhatjuk a távcső fókusztávolságának (F) és átmérőjének (D) hányadosaként:  $FR = F/D$ .

*Kontrasztfokozás a nagyítás növelésével* – a nagyítás emelésével a távcső által összegyűjtött fény a képben egyre nagyobb területre oszlik el, így a kiterjedt objektumok felületi fényessége egyre csökken, azok egyre halványabbnak látszanak. Pontszerű források esetében azonban egy bizonyos határig a nagyítás növelése segíthet a csillag és az égi háttér közötti kontraszt növelésében. Ennek oka, hogy a nagyítás növelésével az égboltról érkező szórt fény az előbb említett halvány objektumokhoz hasonlóan egyre nagyobb területen oszlik el, így fényessége csökken, de a csillagokat a nagyítás növelése ellenére gyakorlatilag pontszerűnek látjuk, ezért a kontraszt emelkedik. Ezt a technikát főképp akkor használhatjuk ki, ha fényszennyezett körülmények között észlelünk. Hasonló megfontolásokból következik, hogy például a 10x50-es binokulárok jobban teljesítenek nem teljesen sötét égen, mint például egy 7x50-as látcső. Ehhez hasonlóan a távcsöveknél is tapasztalhatjuk, hogy kis nagyításról közepesre való váltás kényelmesebb látványt eredményez.

*Parfokális okulárok* – Távcsövünket általában többféle nagyítással, azaz többféle okulárral használjuk. Ha két adott okulár távcsövön történő kicserélése után nem szükséges újra élességet állítanunk, a két okulárt parfokálisnak nevezzük. Az azonos gyártótól származó,

azonos felépítésű okulárok gyakran ilyenek, ennél fogva igen kényelmesen használhatók. Azonban saját magunk is készíthetünk ilyen parafokális okulárkészletet eltérő okulárjainkból is, ha a megfelelő pozíciókban egy-egy gyűrűt rögzítünk az egyes okulárookra.

**Okulártípusok** – Számos okulártípus létezik. A legrégebben megalkotott rendszerek némelyikében mindössze 2 lencse található, míg az újabbakban akár nyolc, vagy még több lencsetag is előfordulhat. Néhányuk igazán csak a kis és közepes nagyítástartományban teljesít jól, mások viszont kitűnő képet adnak a teljes, távcsövünkkel használható nagyítástartományban. A megfelelő okulárok kiválasztása erősen függ észlelési tervünktől, az elérni kívánt nagyítástól, a képminőségtől és a látómezővel szemben támasztott igényeinktől,

és nem utolsó sorban az okulárookra szánt pénzünk mennyiségétől is. Egy, a pupillatávolságot, látómezőt és az okulárok viszonylagos árát tartalmazó durva összehasonlító táblázat látható alább:

	Pupilla-távolság (alap: Kellner)	Látómező (fok)	Ár
Kellner	Rövid	36°-45°	Alacsony
Ortho	Közepes	40°-50°	Közepes
Plössl	Közepes	48°-52°	Közepes
Erfle	Nagy	60°-70°	Közepes
„Ultrawide”	Nagy	52°-85°	Magas

## Térképek

Egy kis léptékű csillagatlasz sokat segít a csillagképekkel való ismerkedésében és a változó tágabb környezetének megtalálásában. Például az *“AAVSO Variable Star Atlas”* vagy egy még kisebb léptékű atlasz [Magyarországon pl. a Pleione Csillagatlasz atlasz] kitűnő szolgálatot tesz a változók megtalálásában. Természetesen sok más térkép közül is választhatunk, egyéni igényeinknek és ízlésünknek megfelelően. Néhány ilyen kiadványt a 3. mellékletben soroltunk fel.

## Az AAVSO változóterképek

Miután azonosítottuk a változó környezetét az égbolton, a fényességbecsléshez a különféle léptékekben rendelkezésre álló AAVSO változócsillag-térképekre lesz szükségünk. A következő fejezetben egy tipikus változóterképet ismertetünk, valamint útmutatást adunk hasonló térképek saját kezű elkészítésére az AAVSO honlapján elérhető Változóterkép-rajzoló (Variable Star Plotter, VSP) szolgáltatás segítségével.

## Óra

A megfigyeléseink időpontjának meghatározásához egy, a sötétben is könnyen leolvasható órára van szükségünk. A legtöbb csillag esetében néhány perces pontosság kielégítő. Másodperces pontosságra csak különleges csillagtípusok, például fedési kettősök, flercsillagok, vagy RR Lyrae csillagok észlelésekor van szükség.

Igen sok pontos időforrás áll rendelkezésünkre. Használhatunk GPS-egységeket, vagy olyan

kisméretű “atomórakat”, amelyek pontos időjelet sugárzó központok segítségével szinkronizálják magukat a mindenkori pontos időhöz. Az Interneten a <http://tycho.usno.navy.mil/simpletime.html> címen elérhető pontosidő-szolgáltatás is hasznos segítség lehet.

## Az észlelések feljegyzése

Észleléseink könnyű, hatékony feljegyzése nem kevésbé fontos. A megfigyelők sok-sok különféle megoldást ötlöttek már ki. Egyesek minden észlelésüket egyetlen nagy naplóban rögzítik, majd később csillagonként vezetett, különálló füzetekbe, vagy lapokra vezetik át. Mások már a távcső mellett csillagonként külön lapra vezetik feljegyzéseiket. Megint mások észleléseiket a távcső mellett közvetlenül számítógépbe táplálják. A nyilvántartási rendszer pontos mibenléte lényegtelen: az a fontos, hogy előző észleléseink ne befolyásolják a megfigyeléseinket, minden feljegyzett észlelésünket pontosan ellenőrizzük, és észleléseink pontosan, gyorsan visszakereshetők legyenek.

## Észlelőhely

A legtöbb észlelő egy egyszerű asztalt vagy állványt használ a térképek, feljegyzések és egyéb eszközök elhelyezésére. Sokan készítettek egyszerű védőpalástot vagy fedelet is, a szél és a harmat térképeket kuszáló és rongáló hatásának megakadályozására. Nagyon fontos a sötétbe adaptálódott szemünket nem zavaró, de a térképek leolvasását és az észlelések feljegyzését lehetővé tevő, megfelelően letompított vörös fényforrás. Az évek során az észlelők számos ötletes megoldást valósítottak meg.



*Ed Hallbach észlelőkocsija*



Jack Nordby forgó észlelőasztala