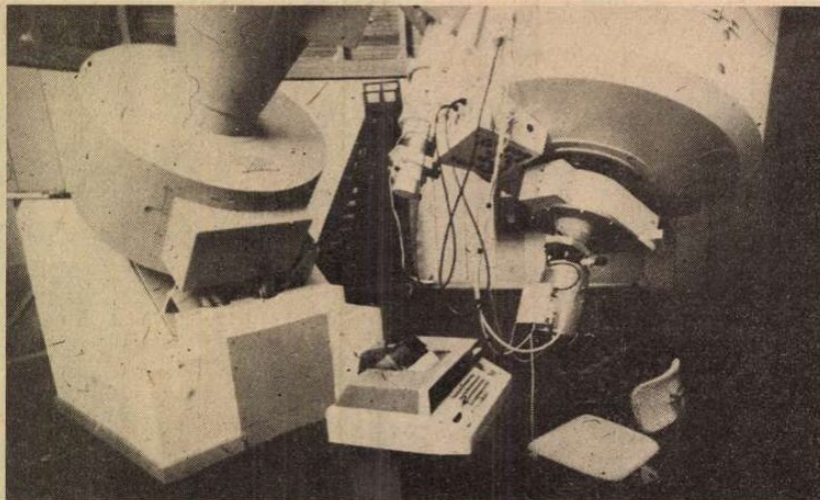


# Távcsövenként egy fő

## Mérésadatgyűjtő Pizskétetön

### Számítógépes vezérléssel

A világ csillagvizsgáló intézeteiben használt teleszkópok jobbra egyedi gyártmányok, vagy kis, rendszerint 3–6 darabos sorozatban készülnek. Ez a változóság még inkább jellemző a hozzájuk csatlakoztatott mérőberendezésekre — spektrográfokra, fotométerekre, polariméterekre —, amelyekkel a távcső által összegyűjtött fény hullámhossz szerinti eloszlása, intenzitása, polarizációs állapota és/más sajátosságai mérhetők. Az eszközöket nemcsak az adott távcsőnek, hanem az adott obszervatórium kutatási feladatainak megfelelően kell elkészíteni. Ilyen egyedi darabok megtervezése és gyártása iparvállalatok részére nem kifizetődő, így azokat többnyire maguk a csillagvizsgáló intézetek tervezik és készítik el. Például a fotométereket.



AZ EGYMÉTERES TÁVCSŐ A FÉNYELEKTROMOS FOTOMÉTERREL

Tízmilliomod másodperc pontossággal lehet mérni

## Fényelektromos fotometria

Csillagászati fényelektromos fotométerekben optikai szűrőkkel választják ki a spektrum néhány tartományát, és mérik a beeső fényen arányos elektromos jelet. Az egyes hullámhossztartományokban mért jelek arányait színindexeknek nevezik. A sávok alkalmas megválasztása esetén ezekből következtetni lehet a csillag fizikai állapotára, felületi hőmérsékletére, spektráltípusára, luminositási osztályára, atmoszférájának fémtartalmára, a populációs rendszerbe tartozására stb. Minél több sávot alkalmaznak, annál több színindex képezhető. Ennek azonban jellemzőnek kell lennie valamely fizikai tulajdonságra, tehát nem teljesen önkényesen választható, másrészt a sávok szaporítása az intenzitás csökkenésével jár, s ez határt szab az alkalmazott sávok számának. Egy fotometriai rendszert a kiválasztott sávok és stabil állapotú csillagokra mért értékek együttesen határoznak meg. Manapság két kutatónál több csillagászati fotometriai rendszer van használatban.

A hazai kutatás szempontjából semmiképp sem lenne célszerű új fotometriai rendszert alkotni. Nagy munkaráfordítással és jelentős költséggel járna, s kétséges lenne nemzetközi elismertetése, annál is inkább, mert már a jelenlegi állapot is megnehezíti a különböző obszervatóriumokban mért eredmények összevetését. Sok más obszervatóriummal együtt az MTA Csillagászati Kutató Intézete pizskétetói obszervatóriuma is arra törekszik, hogy az egyes kutatási feladatoknak legjobban megfelelő és minél szélesebb körben elterjedt fotometriai rendszereket vezessen be. Magas műszaki követelményeket kell ki-

elégíteni, hiszen a szóban forgó készülékek az alapkutatást szolgálják, a cél tehát új jelenségek és törvényszerűségek feltárása.

A fényelektromos fotometria hatásos vizsgálati módszer, jelentősége abban áll, hogy halvány csillagok is vizsgálhatók segítségével, és lehetőség van gyors változások megfigyelésére. Viszonylag kis távcsövekkel is élvonalbeli kutatómunka végezhető. Magyarországon a fotometriára épülő változócsillagkutatások fejlődtek nemzetközileg is elismert színvonalra. Változócsillagok (energiakisugárzásukat gyorsan változtató csillagok) kutatásánál fontos szerepe van a minél nagyobb időbeli felbontásnak. A gyors működés viszont együtt jár a hasznosítható jel csökkenésével. Mivel ilyen kis jelek mellett mindig jelentős mennyiségű zavaró jel is érkezik, e zajhatások csökkentése állandó gond.

A zajcsökkentésre való törekvés eredményezte a fotométerek számítógéppel való közvetlen összekapcsolását. Egyes esetekben — például ha a csillag fényváltozása periodikus vagy majdnem periodikus — a zajok és a jelek struktúrája eltérő. Ilyenkor a zajok matematikai úton kiszűrhetők, ehhez azonban hosszabb mérési sorozat — akár több ezer adat — együttes feldolgozására van szükség. Az elvégzendő műveletek száma oly nagy, hogy a feladat csak számítógéppel végezhető el. Egyébként a nagy működési sebesség is megkívánja, hogy a fotométer jelei és az időadatok közvetlenül számítógépbe kerüljenek.

Az MTA Központi Fizikai Kutató Intézete 1972-től fejlesztette ki azokat a CAMAC real-time perifériás kisműveletgépeket, amelyek a pizskétetói obszervatóriumban lehetővé tették az on-line vezérlést. Külön érdekesség, hogy ezt a rendszert azután a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) Technikai Bizottsága nemzetközi csilla-

gászati standardként ajánlotta. Az egyméteres RCC-teleszkópon már 1975-ben on-line kapcsolatu fotométer volt, amelynek zajkiválasztása 1 másodperces időállandóra számítva 5.15–17 watt. A külső zajoknak ilyen nagyfokú szűrésére tekintettel különös figyelmet kell fordítani a fotométerek saját zajainak korlátozására (Pizskétetön a legutóbbi fejlesztési munkáink eredményeképpen egy teljes nagyságrenddel sikerült javítani a detektálhatóság határát). Napjainkra általánossá vált a teleszkópok és fotométerek on-line számítógépes vezérlése, a mért adatok számítógépes feldolgozása. Ezáltal nem-

pulzust bocsát ki). A két, egymástól tegyük fel 100 kilométerre levő óra egész másodperces jele egy-egy időjelszámlálót indít el, amelyet a következő vett képszinkronjel állít meg; a képszinkronjel és a másodperces jel közötti időt tízmilliomod másodperc pontossággal lehet mérni. Ismerve a szinkronjel két órához való beérkezésének időkülönbségét, a mért időtartamtól megállapítható az órák közötti eltérés.

Ilyen módon sikerült megoldani az időalap rendszeres ellenőrzését anélkül, hogy a szóban forgó kényes szerkezeteket szállítani kellenne. Igaz, kissé bonyolítja a helyzetet, hogy az égbolton való tájékozódáshoz egy másik idő, a lokális sziderikus idő skáláját is realizálni kell. Ehhez azonban szerencsére a századmásodperc pontosság is elegendő. E nagy pontosságú időadatok kiolvasása és rögzítése természetesen csak közvetlen számítógépes vezérléssel oldható meg.

Az új módszerek lehetőséget nyújtanak az égi háttérsugárzás nagyságrendjébe eső csillagok vizsgálatára is. Távcsövön keresztül is alig látható, halvány csillagok megkeresése és azonosítása roppant fáradságos és időigényes munka. Az azonosítással elvesző idő alatt akár több ezer adatot is mérni lehet. Ezért Pizskétetön kidolgoztuk az RCC-teleszkóp számítógép-vezérlésű pozicionálását. Pontossága az állócsillagokhoz rögzített rendszerben 70°-nál kisebb zenitávolságokra  $\pm 10$  ívmásodperc. Ha a rendszer relatív koordinátákkal dolgozik, a beállítási pontosság jobb mint  $\pm 2$  ívmásodperc. Az egyméteres RCC-teleszkóp mérőrendszerénél szerzett tapasztalatok alapján 1979 augusztusában az 50 centiméteres teleszkóp mérőrendszerében is CAMAC-rendszerű mikroprocesszort állítottunk üzembe.

## Jelenleg egyedülálló

Kétségtelen, hogy egy mérésadatgyűjtő rendszer kialakításánál a műszaki-méréstechnikai szempontok a legfontosabbak. De a munkaerőgondok sem jelentéktelenek. Ezért figyelemre méltó, hogy míg külföldön egy-egy távcsőnél a fényelektromos mérésekhez 2–4 fő szükséges, Pizskétetön távcsövenként egy csillagász is el tudja látni az észleléssel kapcsolatos összes feladatot. Persze, az ilyen eszközök beszerzése, építése és fenntartása drága dolog. Legdrágább azonban az a berendezés, amelyik nem működik. Külföldi obszervatóriumokban nem ritka eset, hogy nagy költséggel beszerzett műszerek és számítástechnikai eszközök apró hibák miatt huzamosabb ideig használhatatlanok. A pizskétetói műszerek tervezése során gondosan ügyeltünk arra, hogy egyes részegységek meghibásodása ne vonja maga után a teljes rendszer üzemképtelenségét.

A Csillagászati Kutató Intézet teleszkópjainak mérőrendszerében számos egyedi, speciálisan az intézet kutatási feladataihoz kifejlesztett mérőműszer van; időalapja a mérésügyi szervezetek példáját követi, s a csillagvizsgáló intézetek között jelenleg egyedülálló. Mindezt, valamint a műszerek működtetését végző gépi programokat az intézet műszaki és mérőtechnikai csoportja készítette el, a KFKI Mérés- és Számítástechnikai Kutatóintézet és az Országos Mérésügyi Hivatal közreműködésével.

csak az adatgyűjtés és az adatfeldolgozás gyorsult meg, hanem új lehetőség nyílt a nagy tömegű adat együttes feldolgozására, akár bonyolult algoritmusok szerint.

A csillagok fizikai állapotváltozása — emberi mérce szerint — általában lassú, legtöbb esetben millió évek szükségesek észrevehető változások bekövetkezéséhez. Vannak azonban a csillagfejlődés során olyan instabil szakaszok, amikor a csillag felszínén is gyors és éppen ezért jól megfigyelhető változások mennek végbe. E változásoknak a különböző hullámhossztartományokban való mérése döntő fontosságú a csillagfejlődésre vonatkozó ismereteink további finomítása szempontjából. Éppen a műszerek tökéletesítése és azok számítógépes vezérlése tette lehetővé újabbban például a fehér törpe csillagok másodpercnél is rövidebb fényváltozásainak kimutatását. Jelenleg Pizskétetön az ilyen változásokat akár 1/100-ad másodperc felbontással is lehet vizsgálni.

## Beállítási pontosság

Mindebből nyilvánvaló, hogy az időméréssel és az időadatok kezelésével kapcsolatban magas követelményeket kell támasztani. Különösen egyes periodikus jelenségek időbeli változásainak vizsgálatánál. Itt a kvarcórák pontossága sem elegendő. Pizskétető digitális óráit rubidium atomi frekvenciastandard vezérli. Ennek relatív frekvenciastabilitása jobb mint 5.10<sup>-12</sup>. Az obszervatórium központi óráját rendszeres időközönként összehasonlítják az Országos Mérésügyi Hivatal időetalonjával, televíziós képszinkronjelek segítségével (a televíziós vevőkészülékek a képet másodpercnél ötvenszer újítják fel, s ehhez az adóállomás húsz millise-