

80 távcsővel a világ körül

Április 3/4-e sokáig emlékezetes marad azok számára, akik figyelemmel kísérték a 80 távcsővel a világ körül (Around the World in 80 Telescopes) elnevezésű internetes közvetítés-folyamatot. Az ESO garchingi központjából koordinált programban átlagosan 20–20 perc jutott a világ legjelentősebb távcsöveinek, obszervatóriumainak bemutatására. Az április 3-án 11 órakor induló adás az első három órában igen nehezen, akadozva volt nézhető, ami nem kis bosszúságot okozott a távcsövek szerelmeseinek. Szerencsére a szervezők úrrá lettek a technikai nehézségeken, és nagyjából 14 órától többé-kevésbé zavartalanul követhettük figyelemmel a programot, mégpedig igen jó kép- és hangminőségben.



Ketten a műsorvezetők közül: Olivier Hainaut és Nadine Neumayer

Egy-egy blokk általában egy korábban felvett videoklippel kezdődött, mely bemutatta az intézményt, a műszert, és az azzal készült eredményeket. Ezt követően élőben kapcsolták az adott obszervatóriumot, ahonnan az éppen ott folyó munkáról számoltak be a csillagászok. Az adás – a kezdeti nehézségek ellenére – gördülékenyen zajlott, az ESO-stúdióban több csillagász-műsorvezető váltotta egymást, akik felkészülten vezették az adást. A remkívül sok kapcsolási helyszín ellenére mindössze 20 perc késést „szedtek össze” a 24 órás műsorfolyam végére, ami mindenképp azt mutatja, hogy ezt a webes közvetítést igen alaposan előkészítették.

Az adás csúc nézőszáma nagyjából 3500 volt (nem tudni, hogy a szerver nem engedett volna-e több nézőt, vagy ténylegesen ilyen csekély volt az érdeklődés), ami nagyjából a tízszerese a Polaris TV csúc nézettségének.

A következő csillagvizsgálókról/távcsövekről láthatunk közvetítést:

- ESO Very Large Telescope (VLT) (Chile)
- Gemini North telescope (Hawaii, USA)
- Subaru Telescope, National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ) (Hawaii, USA)
- United Kingdom Infrared Telescope (UKIRT) (Hawaii, USA)
- W. M. Keck Observatory (Hawaii, USA)
- James Clerk Maxwell Telescope (JCMT) (Hawaii, USA)
- Canada-France-Hawaii Telescope (CFHT) (Hawaii, USA)
- Submillimeter Array (Hawaii, USA)
- Caltech Submillimeter Observatory (CSO) (Hawaii, USA)
- MOA Telescope (New Zealand)
- Anglo-Australian Telescope (AAT) (Ausztrália)
- GEO600, the German-British Gravitational Wave Detector (Németország)
- NAOJ Nobeyama, Nobeyama Radio Observatory (NRO) (Japán)

Gunma Astronomical Observatory (Japán)
Okayama Astrophysical Observatory (OAO) (Japan)

Themis (Observatorio del Teide) (Spanyolország)

SolarLab (Observatorio del Teide) (Spanyolország)

Quijote (Observatorio del Teide) (Spanyolország)

ESA's XMM-Newton X-ray observatory & INTEGRAL gamma-ray observatory (űrobszervatórium)

Atacama Pathfinder Experiment (APEX) (Chile)

Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) (Chile)



A műsor kedvéért beindították az ALMA óriási járművét, mely az egyenként 100 tonnás rádiótávcső-egységeket szállítja az obszervatórium területén

European VLBI Network (EVN) (Hollandia)

ASTRON Westerbork Synthesis Radio Telescope (WSRT) (Hollandia)

LOFAR, the LOW Frequency Array of ASTRON (Hollandia)

Virgo Gravitational Wave Detector at the European Gravitational Observatory (Olaszország)

Plateau de Bure Interferometer (Franciaország)

The University of Manchester's Jodrell Bank Observatory (Nagy-Britannia)

The NASA/ESA Hubble Space Telescope (űrobszervatórium)

The Swift Gamma Ray Burst Explorer (űrobszervatórium)

The Fermi Gamma-ray Space Telescope (űrobszervatórium)

The Very Large Array (VLA) (USA)

Himalayan Chandra Telescope (Indian Astronomical Observatory, Hanle) (India)

The Robert C. Byrd Green Bank Telescope (USA)

SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) and TRACE (Transition Region and Coronal Explorer) (űrobszervatórium)

STEREO (Solar TERrestrial Relations Observatory) (űrobszervatórium)

Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) (USA)

Galaxy Evolution Explorer (GALEX) (űrobszervatórium)

NASA's Chandra X-ray Observatory (űrobszervatórium)

The Southern African Large Telescope (SALT) (Dél-Afrika)

NASA's Spitzer Space Telescope (űrobszervatórium)

Observatoire de Haute-Provence (Franciaország)

Calar Alto Observatory (Centro Astronómico Hispano Alemán) (Spanyolország)

IRAM 30-metre telescope (Spanyolország)

Hinode (SOLAR-B) (űrobszervatórium)

Gran Telescopio Canarias (Spanyolország)

William Herschel Telescope (Spanyolország)

Telescopio Nazionale Galileo (Spanyolország)

Swedish Solar Telescope (Spanyolország)

Allen Telescope Array (USA)

Telescope Bernard Lyot (TBL), Pic du Midi (Franciaország)

CSIRO Australia Telescope National Facility - Parkes Observatory (Ausztrália)

Space Sciences Laboratory - UC Berkeley (űrobszervatórium)

University of Tasmania Hobart 26 m Radio-telescope (Mount Pleasant Observatory) (Ausztrália)

Australian International Gravitational Wave Observatory (AIGO) Research Facility (Ausztrália)

Shanghai Radio Telescope (Shanghai Astronomical Observatory) (Kína)



Douglas Pierce-Price épp a palomari kollégákat faggatja tevékenységükről. Az adásra mindvégig jellemző volt, hogy a csillagászok a számítógépeik mellől válaszoltak a kérdésekre (a műsor 16x9-es monitoron volt igazán élvezhető)

Arecibo Observatory (Puerto Rico)
 ESO Very Large Telescope (VLT) (Chile)
 Concordia station, Dome C (Antarktisz)
 Las Campanas Observatory (Chile)
 ESO La Silla Observatory (Chile)
 Rothney Astrophysical Observatory (Kanada)
 Gemini South telescope (Chile)
 NOAO South - Cerro Tololo Inter-American Observatory (Chile)
 Molonglo Observatory Synthesis Telescope (Ausztrália)
 McDonald Observatory (Hobby-Eberly Telescope) (USA)
 Apache Point Observatory ARC 3.5-meter Telescope (USA)
 Large Binocular Telescope Observatory (USA)
 TAMA 300 (Japán)
 Arizona Radio Observatory's Submillimeter Telescope, Mt. Graham (USA)
 Vatican Telescope, Mt. Graham (USA)
 MMT Observatory (USA)
 Kepler Mission (űrobszervatórium)
 The 10-meter South Pole Telescope/IceCube Neutrino Telescope (Déli-Sark, Antarktisz)



A 6,5 m-es MMT-t bemutató rész főcíméhez rovatvezetőnk, Fűrész Gábor fotóját használták fel

Kitt Peak National Observatory (USA)
 Lick Observatory (USA)
 CHARA (Mount Wilson) (USA)
 Palomar Observatory / Hale Telescope (USA)

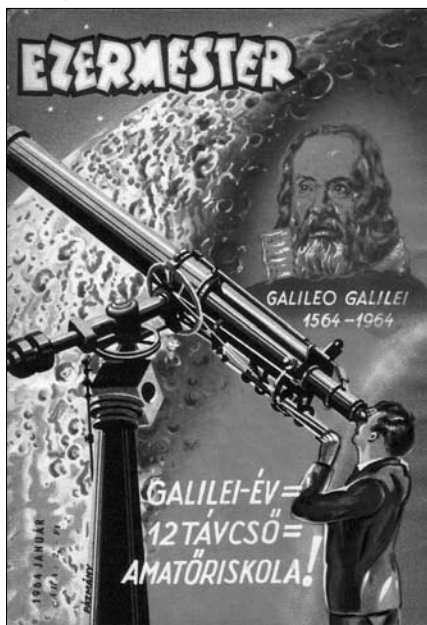
A 80 távcsővel a világ körül c. műsorfolym a következő címen tekinthető meg:
<http://www.ustream.tv/channel/100-hours-of-astronomy>

Mizser Attila

A Galilei-élmény és egy barkácsfolyóirat

A Csillagászat Nemzetközi Éve egyik fő célkitűzése, hogy minél többekhez eljuttassuk a Galilei-élményt. Négyszáz évvel az első távcsöves csillagászati megfigyelések után az emberek jó része még mindig nem tudja azt, amit Galilei felismert (a Jupiter körül holdak keringenek). Ami igazán elgondolkodtató, hogy ma is kevesen vannak, akik személyesen tapasztalták meg, hogy a távcsövön keresztül mi is látható az égbolton. Pedig az információ társadalmában élünk, a világ és a csillagászat minden híre pillanatok alatt elérhető, a legtöbb ember lakóhelye közelében talál olyan áruházláncot, ahol időnként az árához képest nagyon jó binokulárt vásárolhat. Mégis, a távcsöbe nézés személyes élménye sokak számára hiányzik. Mint minden élmény, ez is szubjektív, így talán megengedhetem, hogy én is kicsit személyes hangnemben írjak erről. Habár csak három éves voltam az előző hasonló évfordulókor, a Galilei évében megjelent cikkek pár évvel később sokat segítettek abban, hogy távcsöbe nézhessék.

Gyermekkorom nagyobbik részét egy Hortobágy közeli kis faluban, Tiszaigaron éltem le. Ezt már csak ezért is említem, mert ez az ország máig is megmaradt szigeteinek egyike, ahol a fényszennyezés még elfogadható szinten maradt – s reményeink szerint így is marad. Akkor persze még éppen csak pislákoltak az izzólámpák az utcákon a lámpatestnek nem is mondható fémtányérok alatt. Természetes volt, hogy az égbolt telis-tele volt csillagokkal. Igazából a természetessége miatt ez fel sem tűnt – legalábbis ahogy vissza tudok emlékezni rá. Az égbolt nem odaillő jelenségei egyedül az időnként megjelenő Sztalin-gyertyák voltak, a térség egyik legmodernebb szovjet katonai repülőtere jóvoltából. A lóter, ahova időnként éjszaka is hullottak nem csak e furcsa világító eszközök, hanem az éles bombák is, a Hortobágyi Nemzeti Park része, és máig sem sikerült



teljesen mentesíteni... Ezt leszámítva az első élményt, amire emlékszem is az égbolttal kapcsolatban, az jelentette, amikor egy este a bátyám beszaladt kiabálva, hogy „üstökös” látott az égen. Én is kirohantam, de csak a szokásos égboltot találtam teleszóra csillagokkal. A hullócsillag, amit valójában láthatott, már eltűnt, de a felismerés, hogy a megszokott csillagokon kívül sok minden van még ott fent megmaradt bennem.

Mindez a hatvanas évek második felében történt. A faluban televízió készülék csak elvétve, néhány háznál volt. Az információ forrásának főként a rádió számított. Újság, folyóirat egyedül az előfizetőkhez jutott el. Az egyik folyóirat, amit szépen összegyűjtve megtaláltam a háznál, és olvasgatni kezdtem, az Ezermester volt (talán azért járatta édesapám, mert a legtöbb dolgot csak házilag lehetett akkoriban elkészíteni...).

Valószínűleg akik akkoriban olvasták ezt a lapot, ők sem emlékeznek már rá, hogy mindez a „Magyar Kommunista Ifjúsági Szövetség Központi Bizottságának barkácsoló folyóirata” volt. Ezen elrettentő meghatározás ellenére a vörös csillag szerkesztésének tudnivalóin kívül sok érdekes dolgot tartalmazott – az elektromos gitár építésétől kezdve a néha megmosolyogtató ötletparádéig. A lap mai utódja jóvoltából az összes régi szám megtalálható és letölthető az internetről. Ennek nagyon megörültem, mivel a lapok már régen elvesztek, csak emlékképeim maradtak. Például valahogy megmaradt bennem az egyik írás, ami szerint valaki a nehezményező feleségének megmondta, hogy az egyszer elkészülő távcsövével látni fogja még azt, amint Gagarin hibrid kukoricát kapál a Holdon. És tényleg, az 1961. szeptemberi szám első írása „Amatőr-csillagászok – Dr Kulin György a távcsőkészítésről és a csillagász-szakkörökről” címmel jelent meg. Itt idézte Gyurka bácsi az egyik hozzá érkezett levelet.

De az igazi csemegét az 1964-es évfolyam jelentette... Ebben sorozatban olvashattam Öveges professzor kísérleteit, és egy hosszút sorozatot „Optikus csillagász” címmel – természetesen Dr. Kulin György jóvoltából. Hogy miért éppen '64? A második cikk (az első még '63 decemberében jelent meg) bevezetőjéből egyértelmű: „1964-ben ünnepli a világ Galileo Galilei olasz csillagász születésének 400. évfordulóját. 1609-ben, most 355 éve irányult először Galilei kezében a távcső az ég felé, s a felfedezett világegyetem évezredes tanokat döntött meg, és elindult az új csillagászat nagyszerű fejlődése”. Így történt meg az, hogy minden hónapban egy-egy távcsőről, optikai megoldásról olvashattunk, egészen a távcsőtűkör csiszolásáig. A Galilei- és a Kepler-féle távcsövekről szóló írások elolvasása után alig vártam, hogy egyszer Budapestre utazzunk, és az Uránia boltban megvásároljuk a 3666-os számú, és valamelyik okulárnak használatos lencsét. A 3666-os számra jól emlékszem, egy 666 mm fókuszá, 5 cm átmérőjű közönséges domború lencsét takart a kód. Az ára akkor

5 forint volt. Otthon némi munkába tellett, míg lefolyócsőből, mosogatószeres flakomból és némi fotókartonból létrejött a nagy mű. A Galilei-élmény persze nem sikerült túlzotlan, az első próbálkozásra úgy tűnt, mintha a Holdból szabad szemmel többet látnék, mint távcsövön keresztül. Szerencsére egy kis olvasgatás után rátaláltam a megoldásra, az 5 cm átmérőjű objektívet le kellett blendézni 2–3 centire. Ekkor megtörtént: először láttam „élőben” a Hold krátereit, s ráadásul saját készítésű távcsövemmel. Utána a megfelelő alkalommal következhetett a Jupiter a holdjaival. Nagyjából erre volt képes a távcsövem, de nagy élményt jelentett, és nagy hiányérzetem volt, amíg nem vettem rá mindenkit a családból, hogy belenézzen tákolmányomba. Mindez már Kenderesen történt, s rövidesen földrajztanáromat is rávettem, hogy az egész osztály nézze meg a távcsövön keresztül a Holdat. Talán még gond is lehetett volna belőle (különösen ezen a településen), hogy a református parókia udvarán tartottam távcsöves bemutatót az iskolatársaimnak.

De találunk sok más érdekességet is az Ezeremester régi számaiban. A már említett 1963. decemberi számban jelent meg egy felhívás, ami az országos amatőr mozgalom elindítását kezdeményezte. Galilei évében talán ez lehetett az egyik lap, ami a legtöbb emberhez eljutott hazánkban távcsöves csillagászati ismeretekkel. Vidéken élő gyerekeknek nem sok egyéb lehetőség volt a csillagászat megismerésére. Egy forrás, amire határozottan emlékszem, a „Színes Világegyetem” című könyv volt (Kulin György írta) – ennek az elolvasása is meghatározó élmény volt. Majd csak pár évvel később jelent meg A távcső világa újabb kiadása. Ez a könyv nagyon jó áttekintést adott a csillagászat akkori állapotáról és az amatőröknek szóló ismeretekről.

A mai információáradatban tényleg csillagászati méretű adatbázisokat érünk el pillanatok alatt. De vajon az alapvető dolgok eljutnak-e a mai gyerekekhez? Ebben az évben többször is tapasztaltam, hogy az egyébként nagyon érdeklődő, lelkes diákok,

OPTIKUS CSILLAGÁSZ

A GALILEI-FÉLE

távcső

Írta:
Dr. Kulín György

1964-ben ünnepeli a világ Galileo Galilei olasz csillagász születésének 400. évfordulóját, 1609-ben, most 355 éve irányult először Galilei kezében a távcső az ég felé, s a felfedezett világ-egyetem évezredek tanokat döntött meg, és elindult az új csillagászat nagyszerű fejlődése.

Galilei első távcsöve mindössze 9-szeres, legjobb távcsöve is csak 34-szeres nagyítású volt. Ilyen egyszerű eszközt két lencséből 20 Ft-nál kevesebb költséggel elkészíthetünk. Mai amatőrjeink sokkal különösebb távcsöveket készítenek eméll, de a mai emberiség legalább 95 százaléka annyit sem látott az égből, amennyit Galilei 355 éve meglátott.

Galilei távcsövének elkészítése lenne legméltóbb megünneplése Galilei emlékének.

MILYEN LEGYEN A TÁVCSŐ OBJEKTÍVJE?

Az egyszerű lencsék közül annak legjobb a leképezése, amelynek mindkét oldala domború, de az egyik oldal hatszorta kisebb görbületű. Jól megfelel még az egyenlő görbületű bikonvex és a sík-domború lencse is, tehát régi típusú szemüveglencse



J. Bartha Lajos a TIT Uránia Csillagvizsgáló munkatársa gyakorlati foglalkozást vezet a csillagászati szakör tagjai számára

Foto: Frisch Richárd

tünk el nagy nagyítást. Előnye olcsósága marad. Ha az Uránia Boltban kapható 6137-es sorszámú 17 mm átmérőjű (gyújtótávolsága 137 mm) lencsét használjuk okulárnak, a két lencse távolsága $1000 - 137 = 863$ mm lesz. Az elérhető nagyítás 1000/137-szeres.

A 6027-es sorszámú 25 mm átmérőjű — 27 mm gyújtótávolságú lencséivel a nagyítás 35-szörös. (A két említett lencse ára 9,50, illetve 12,40 Ft.)

A 6027-es lencsét 973 mm-re

meg a gyújtótávolság és átmérő értékét. Ha adott az objektív gyújtótávolsága és tudjuk, hányszoros nagyítást akarunk, akkor esetünkben 1000-et osztva a kívánt nagyítással megkapjuk, hogy milyen gyújtótávolságú okulárra van szükségünk. Ha tehát az 1000 mm-es gyújtótávolságú objektívvel 20-szoros nagyítást akarunk elérni, akkor $1000/20 = 50$ mm gyújtótávolságú okulárra van szükségünk.

Részlet a cikksorozatból

miközben sokat tudnak az Univerzum titkairól, lényeges dolgokban tájékozatlanok. A Kepler csillagászati vetélkedőn a Kepler-távcső fénymenetét csak kevesen rajzolták fel helyesen. Talán már kevésbé tűnnek fontosnak ezek a dolgok, de alapvetőek. Azt a pár régi forrást végigolvasva az alapok eljutottak az érdeklődő fiataloknak, akik megbízható ismeretanyaggal válhattak amatőr csillagászá. Az igazi, meghatározó élmények minden korban mások — ez természetes. De vannak

lényegi dolgok, melyeket nem lenne szabad kihagyni. A legnagyobb földi és űrtávcsövek gyönyörű, színes felvételei nem pótolják azt, amikor valaki pár üveglencsén keresztül saját szemével látja meg, hogy tényleg kráterek vannak a Holdon. Szerencsésnek érzem magam, hogy gyermekkoromban a kezembe kerültek a 45 évvel ezelőtt a távcsőkészítésről írt cikkeik.

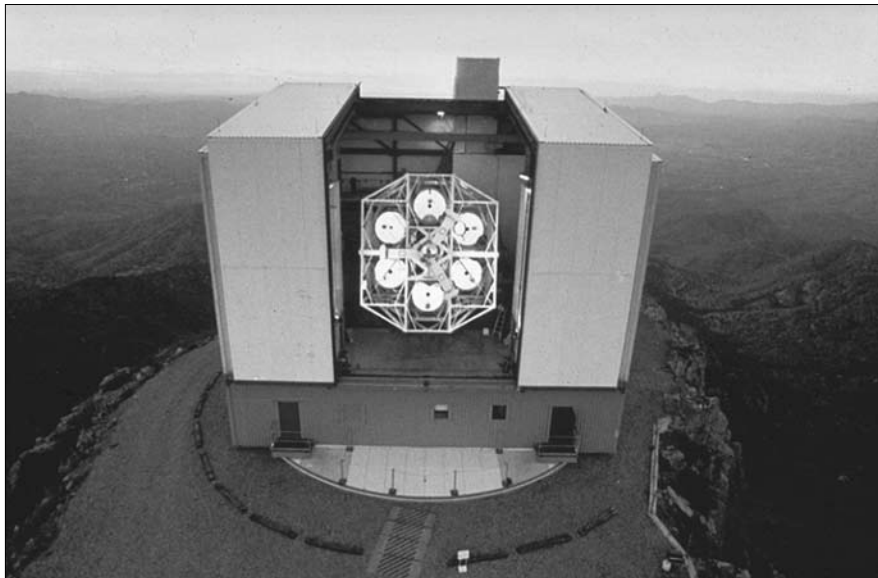
Kolláth Zoltán

A sötét oldal távcsövei

A távcsövek 400 éves történetéből szemezgető sorozatunkat az 5 méteres Palomar-reflektorral kezdtük, s haladtunk időben egyre visszafelé. Most térjünk vissza ismét a mér-földközhöz, és induljunk a másik irányba. Ezen korszak, a XX. század második felének tudományos történéseit a II. világháború kavarta sötét felhők ugyanúgy beárnyékolták, mint a politika és az élet más területeit is. Míg Galileinek pénzbeli támogatás reményében kellett bizonygatnia távcsöve hasznosságát, többek között katonai célokra ajánlva azt, addig az 1900-as évek második felében (sajnos) egyenesen a hadipar és a hidegháború vezette a következő óriástávcsövek megszületését eredményező optikai kutatásokat, fejlesztéseket.

Mint utólag tudjuk, a „legmagasabb pályákon” folyó űrverseny szerencsére sokkal inkább gyümölcsöző, mintsem pusztító emlékeket hagyott hátra az utókoroknak. (Sőt, még

talán hiányzik is manapság az a bizonyos inger, ami előre hajtaná a kutatásokat.) Ezen programhoz kapcsolódva optikusok százai dolgoztak a legnagyobb titokban mind a szovjet, mind az amerikai oldalon, hogy a felderítő műholdakat minél nagyobb méretű és teljesítőképességű teleszkópokkal lássák el. Bizonyosan kevesen tudták, de annál többen sejtették, hogy e csillagháborús „sötét oldal” mennyivel járt (és jár ma is) előbbre a hatalmas katonai anyagi forrásoknak köszönhetően. A 70-es évek elején autóbusz méretű, másfél méteres (!) tükörrátmérőjű teleszkópot rejtő műholdak álltak Föld körüli pályára, ahol mindössze 50 napig szolgáltak – ekkor ugyanis kifogytak a fotolemezekből... A kissé pazarlónak tűnő megoldáson a CCD-kamerák (a sötét oldalon már ilyen korai) megjelenése segített: az ezekkel ellátott 2 méteres távcsövek több évig működtek – és még csak 1976-ot írunk. De a digitális képrögzítés és a



A hattükrű MMT a szokatlan, kocka alakú kupolában

világúr más-más történet, most exponáljunk csak a két nagyhatalomra!

Aden Meinel figurája kulcsfontosságú az amerikai oldal történetében, s hogy ezt a csilágás papával rendelkező barátónak, vagy a fiatalon egy optikai műhelyben elvállalt segédi állásának köszönheti-e, nehéz megmondani. Egy biztos, az ifjú Meinel mert nagyot álmodni. A Yerkes Observatórium egyik kupoláját körbeelő parkos területet nézegetve elborzasztotta a gondolat, mennyi foton veszik el a fűszálak között. Arra gondolt, hogy egy akár 12 méteres, rögzített helyzetű szferikus „tányért” is lehetne készíteni mozaiktükrökből, s csupán a segédtükröt vagy az érzékelőt mozgatni a Föld forgásának kiegyenlítésére. Fel kellett azonban ismernie, hogy ez még túl korai gondolat volt. Csak sóvárogva nézte ötlete megvalósulását a nagyobb hullámhosszú rádiótartományban egy kis sziget 300 méter átmérőjű völgyében (ez lett az arecibói rádiótávcső).

Amikor 1957-ben a Nemzeti Tudományos Alap megbízásából egy új obszervatórium felállítására kérték fel, az arizonai Kitt Peak-et választotta, és azonnal több, újszerű megoldást javasolt. A konzervatív tudós társaság azonban a jól bevált technológiában bízott, s gyakorlatilag a Palomar egy 2, majd egy 4 méteres másával kezdődött meg az egyik legnagyobb amerikai obszervatórium története. Gyakorlatilag úgy tűnt, minden távcső az 5 méteres Hale-teleszkóp mása, és Meinel nagyon szerette volna már megtörni ezt az egyhangúságot.

Az idő a 70-es évek elején érkezett el, amikor is a cambridge-i (Massachusetts állam) székhelyű Smithsonian Asztrofizikai Observatórium (SAO) igazgatója, Fred Lawrence Whipple izgatottan hívta fel Meinelt. Az izgalom oka az volt, hogy Whipple végre kongresszusi támogatást kapott egy újszerű távcső megépítéséhez. Tervei szerint a teleszkóp alt-azimutális szerelésű lenne, az épület azzal együtt forogna, és az optika szegmensekből állna, amiket ugyanazon domború minta alapján öntenének. Ez volt az a pont, ahol Meinel félbeszakította a telefonbeszélgetést, és közölte Whipple-lel, hogy neki

már meg is vannak a tükrei. Történt ugyanis, hogy a Kitt Peak igazgatói székéről lemondott Meinel az Arizonai Egyetem (University of Arizona) Optikai Tudományok Központját vezette az idő tájt. A légierő pénzelte intézet pedig épp azon dolgozott, miként lehetne minél nagyobb távcsöveket a világűrbe juttatni. A műholdak mérete ugyanis elérte a hordozórakéták maximális kapacitását, de természetesen a Pentagon többet akart. Meinel távcsövek egybekapcsolását javasolta megoldásként, amit a katonai vezetés ugyan eleinte kételkedve fogadott, de egy lehetséges földi demonstrációtól természetesen nem zárkóztak el. Így történt, hogy Meinel meggyőzésére a légierő 8 db 1,6 méter átmérőjű, könnyített szerkezetű üvegkorongot rendelt, melyek épp Whipple telefonhívásával együtt érkeztek az arizonai egyetemre. Így kezdődött a Többtükrű Távcső (MMT, Multiple Mirror Telescope) története.

Az eredetileg majdhogynem sík tükröket egy domború formára fektetve melegítéssel formálták homorúvá, $f/2,7$ -es fényerejűre, majd az Arizonai Egyetem optikai műhelyében polírozták a felületeket. Magát a távcsövet innen nem messze, a Tucsontól alig 60 km-re délre lévő Mt. Hopkins csúcsán állították fel. A környező felsívatagos területekből egymagában kimagasló csúcs asztroklimája igen kedvező. A könnyűszerkezetű tükrök igen gyors reagálása a hőmérsékleti változásokra pedig szintén hozzájárult a távcső éles képalkotásához. Ez a képalkotás nem is volt olyan egyszerű, hiszen egy szabályos hatszög sarkaiban elhelyezett tükrök fényét kellett kombinálni. Az effektív fénygyűjtő felülete szerint 4,5 méteres teleszkóp mérnökei azonban a legújabb technológiákat vetették be az optikai elemek összehangolására, s egy lézeres kollimációs rendszerzt építettek. Sajnos nem számoltak azzal, hogy az éles vörös fény a hegy állandó lakói, a molylepkek érdeklődését és felkelti... A repdeső rovarok által kitakart sugarak és a tetemek okozta „piszkolódás” csak egy része volt a problémáknak, amik miatt ez a lézeres rendszer mégsem működött tökéletesen, de még a hagyományos, manuális beállítással



A szovjet óriás, a Nagy Alt-azimutális Távcső a Kaukázusban. A BTA-6 hatalmas kupolája mellett minden eltörpül (az annak összeszerelésére használt darut kivéve)

is az elvárásokat meghaladóan teljesített a tükrögregyütesből álló teleszkóp. Ezt mi sem bizonyít jobban, mint hogy már a hivatalos avatás előtt igazi tudományos szenzációt szolgáltatott az MMT. 1979 márciusában Dennis Walsh és Bob Carswell itt bizonyították be Einstein gravitációs-lencse-elméletét: egy kettős kvazár színeképét felvéve ugyanis megmutatták, hogy a két távoli fényforrás egy és ugyanazon objektum, s csak a gravitáció játszik délibábót.

Az MMT a sok tudományos felfedezés mellett azonban elsősorban technológiai jelentőséggel bírt és bír ma is. Különösen az obszervatórium és a távcső tervezésében igen fontos szerepet játszó hőmérsékleti tényezők említendők, melyek a helyi légköri nyugodtság megőrzését és ezáltal a tökéletesebb képalkotást szolgálják. Szintén mérföldkönek számít a számítógép vezérelt alt-azimutális szerelés, ami ugyan a detektor folytonos forgatását igényli (háromtengelyes

követés), ám sokkal kompaktabb mechanika építését teszi lehetővé. Sőt, az egész kupola és obszervatórium igen kompakt, ha a teljes épület együtt forog a távcsővel! A számítógépes, szervomotoros-dörzshajtásos vezérlés példátlan pontossága pedig egyúttal azt is jelentette, hogy leáldozott a keresőtérképek és keresőtávcsővek korszaka. Emellett még sorolhatnánk az adaptív és aktív optikában betöltött vezető kísérleti szerepet csakúgy, mint a nagyméretű tükrök gőzölésére és tisztítására kifejlesztett újításokat.

Természetesen egyetlen nagy tükrrel sokkal egyszerűbb a képalkotás, már amennyiben a nagyméretű optika könnyű szerkezettel, jó hőmérsékleti tulajdonságokkal és megfelelő minőségben elkészíthető. A 70-es évek végén azonban ez nem volt megoldható 5 méter felett. Ugyanitt, az Arizonai Egyetemen valamivel később Roger Angel csoportja mégis megoldotta a problémát a forgatott kemencében öntött, méhsejt szerkezetű tük-

rök kifejlesztésével. Így az MMT ezen újabb sikeres technológiai kísérletnek köszönhetően 2000 óta egyetlen 6,5 méteres optikával van felszerelve. Az új főtükör előnye, hogy kis tömege ellenére szerkezete igen merev, képes saját súlyát megtartani, így aktív alátámasztás nélkül is használható.

Az MMT átalakításának sikere nyomán több 6,5 méteres (Magellan I és II), sőt 8,4 méteres (Nagy Binokuláris Távcső, LBT) tükör is készült hasonló technológiával. De mint említettük, ezen teleszkópok kiváló képalkotásának szükséges feltétele volt a hőmérsékleti változásokra gyorsan reagáló tükör, és a termális viszonyokat figyelembe vevő tervezés az obszervatórium építésekor. Így talán érthető, hogy egy korábbi szovjet próbálkozás miért is nem járt a remélt áttütő sikerrel.

A Szentpétervártól alig 20 km-re lévő híres Pulkovói Obszervatórium többször is büszkélkedhetett a világ legnagyobb (lencsés) távcsőve címmel, először az 1839-es megnytásakor egy 38 cm-es refraktor, majd 1885-ben egy 76 cm-es teleszkóp okán. Érthető hát, miért is sikerült a hidegháború hevében meggyőzni a szovjet elvtársakat, hogy a palomari teleszkóp „megszégyenítése” tovább emelhetné a Szovjetunió fényét. A Lenin-díjas Bagrat K. Ioannisian vezetésével 1959-ben kezdődött meg a 6 méteres távcső építését célzó munka Pulkovóban. A 75 m tengerszint feletti magasságban található obszervatórium helyett a Kaukázus északi részén, a 2070 méter magasan fekvő Zelen-csukra esett a választás az új csillagvizsgáló felállításánál. Némi iróniával ez is a SAO nevet kapta, ami ezúttal a Speciális Asztrofizikai Obszervatórium rövidítése. A készülőt óriást pedig a BTA-6 névre keresztelték, a Большой Телескоп Альт-азимутальный (a fiatalabbak kedvéért: Nagy Altazimutális Távcső) rövidítéseként, és az átmérőre utalva a 6-os számmal.

A BTA 1975 decemberében nézett először az égre, s méretét tekintve egészen az első Keck teleszkóp 1993-as átadásáig büszkén hordozta a világ legnagyobb távcsőve címet. Azaz nem is olyan büszkén, ugyanis a főtü-

körrrel igen komoly problémák voltak, ami nem csoda, hiszen a szovjet mérnököknek semmilyen tapasztalata nem volt ekkora méretű optikákkal. A tükör anyaga nem volt speciális, alacsony hőtágulású üveg, s a nem megfelelő könnyített szerkezettel történő öntés miatt már a csiszolás/polírozás alatt repedések keletkeztek az optikai felületen. Ezeket a hibákat a fényszórás csökkentésére átmenetileg fekete vászonnal fedték le. 1978-ban, alig három évvel az átadás után egy újabb főtükörrel cserélték le az eredetit. Az új optika kozmetikai és optikai szempontból is jobb volt elődjénél (ami az elméletitől igen messze elmaradó, mintegy 1 ívmásodperces Airy-korongot volt csak képes produkálni), azonban a termális problémákat nem oldotta meg. A hatalmas tömeg miatt legfeljebb 2 Celsius fokos hőmérsékletváltozás volt elfogadható egy egész éjszaka során, különben a főtükör nem volt képes elég gyorsan alkalmazkodni a környezethez. Amennyiben pedig 10 fok volt az eltérés, egyszerűen lehetetlen volt a képalkotás, annyira torzult a főtükör alakja. Míg ezen problémákat a kupola hőmérsékletének aktív szabályozása többé-kevésbé megoldotta, addig a helyi asztroklimával sajnos nincs mit tenni. A magasabb környező csúcsok felől turbulens módon alábukó szél miatt ugyanis a jobb éjszakákon is csak 2"-es a nyugodtság.

Mindezek ellenére pl. spektroszkópiai célokra a nagy fénygyűjtő felület miatt kiválóan alkalmas a BTA-6. S habár az MMT-t sokszor említik az első számítógép vezérelt alt-azimutális szerelésű teleszkópként, ez a cím valójában a szovjet óriást illeti. A műszer mechanikai kivitelezése szintén igényes, bár „szovjetesen robusztus”: az f/4-es fényerő miatt a csővázas tubus 26 m (!) hosszú. Ezen nagy fókusztávolság miatt a primér fókuszbán is elhelyezhetők a műszerek, melyeket a kupola igen biztonságosan elkerül, mintegy 12 méterre... Így kívülről tekintve igen tiszteletet parancsoló az 53 m magas, hatalmas félgömb – kupolából minden bizonnyal még ma is a legnagyobb.

Fűrész Gábor