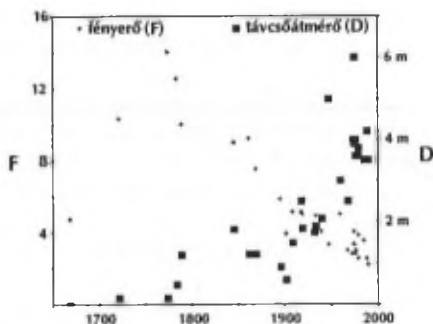


## A jövő „szuperóriás” távcsövei

Október 23-át, bármilyen furcsának is tűnik, de Bostonban is megünneplik. Mégpedig az ottani Szabadság téren, az '56-os emlékmű mellett. E napot 2003-ban a csillagász társadalom is jegyezte, mert valami hasonló fordulópont, egyfajta forradalom zajlik távcsőépítés terén, s ennek egy mozzanata történt 23-án. E napon indult útjára a Tucsonban található Tükör Laboratóriumból (Mirror Laboratory) a Nagy Binokuláris Távcső (LBT – Large Binocular Telescope) egyik főtükrre, mely talán a legutolsó egyben öntött óriástükr, a maga 8,4 méteres átmérőjével. Sajnos nem láttam a nagy eseményt, bár közel voltam hozzá, hiszen a bostoni Center for Astrophysics (CfA) predoktori ösztöndíjasaként éppen a CfA 6,5 méteres távcsövénél tevékenykedtem, ami csak 200 km-re volt a tett helyszínétől.

Odafelé úton azonban a repülőgépről láttam az LBT kupoláját, a mintegy 6 km-es magasságból sem volt nehéz kiszűrni a hegytetőn. Tavaly nyáron pedig volt szerencsém közvetlen közelről is látni az arizonai Mt. Graham tetején álló hatalmas épületet, mely az LBT-nek ad otthont. Nehéz szavakkal leírni, pedig akkor még csak az üres kupola állt ott, a kettős távcső azimutális csapágyazását szerelték össze éppen. De el lehetett képzelni, milyen hatalmas is a műszer, ami azóta felépült, s befogadásra készen várja az optikákat. Mivel két óriástükr is ül egy mechanikán, az LBT a legnagyobb optikai távcsőnek tekinthető – ma. A 8 méteres átmérőosztályban természetesen vannak még műszerek: a VLT (Very Large Telescope), a Gemini, a Subaru, mégis valahol az LBT a királynő. A tükörfelületet tekintve azonban a Keck-teleszkópok vezetnek, valamint a Hobby-Eberly Telescope, de ezek egy másik kategóriát képviselnek: az előbbiekkal szemben főtükrük szegmensekből épül fel. A jövő távcsövei inkább ezen utóbbiakhoz fognak hasonlítani, hiszen a tervezett 20–100 méteres tükröket egy darabból megöntené lehetetlen a rendelkezésre álló technológiákkal. Ezért tekinthető tehát egyfajta utolsó mohikánnak az LBT, mert a Mirror Laboratory még fog gyártani 6–8 méteres tükröket, de ezek vagy segédoptikák lesznek a jövő gigantikus távcsöveiben, vagy csak olyasmi státuszban lévő teleszkópok főtükréi lesznek, mint pl. ma a Liverpool Telescope. Ez egy 2 méteres, távvezérelhető, illetve teljesen automata üzemmódba is állítható műszer, mely a maga nemében igazi remekmű, de mégsem került a figyelem előterébe. (Egy rövidebb cikket talán mégérne a Telescope Technologies Limited és az általa gyártott távcsövek, valamint az, hogy egyes országok, mint Anglia vagy Ausztrália e cégtől 2 m-es távcsöveket rendel szinte kizárólag középiskolás oktatási céloknak fenntartva a távcső-ídot...)

Kicsit a „tűz közelében melegedvén” megpróbálom áttekintést nyújtani arról, hol is tart ma a csillagászati műszertechnika a távcsőépítés területén, s mire számíthatunk az elkövetkezendő években.



A távcsőátmérők és a főoptika fényerejének változása 1650-től napjainkig

## Futurisztikus vagy realiztikus?

Mennyire állnak a valóság talaján ezek a 20–100 méteres távcsövekről szóló tervek? Először vegyünk szemügyre egy grafikont, amely talán már önmagában is meggyőző, de igyekszem további érvekkel is alátámasztani a „szuperóriás” távcsövek építésének lehetőségeit. Az első ábra a távcsőátmérők, illetve a főtükrök fényerejének alakulását mutatja Galilei első csillagászati teleszkópjaitól napjainkig. A pontok szabályos, egyenletes változást tükröznek, ami megfelel a technológiai fejlődésnek. Ez nem állt meg, töretlenül folyik tovább napjainkban, épül a 10 méteres óriás a Kanári-szigeteken (GTC – Gran Telescopico Canarias), a 11 méteres SALT Dél-Afrikában (Southern African Large Telescope). Nyugodtan továbbhúzhatjuk tehát a pontokra képzeletben fektetett görbét, s ekképpen extrapolálva igenis van létjogosultsága a gigantikus optikai műszereknek 2010-15 környékén.

Említsünk meg néhány tényezőt, melyek e fantasztikus, az elmúlt évtizedekben egyre gyorsuló fejlődést hozta a csillagászati távcsövek terén:

- a Ritchey-Chrétien optikai elrendezésnek (hiperboloid fő- és segédtükör) köszönhetően a kómahiba jelentősen kisebb a hagyományos Cassegrain-rendszerhez képest, vagyis nagyobb a használható látómező mérete igen rövid tubushossz mellett,
- a nagy tükrök csiszolása és polírozása számítógépekkel vezérelve igen pontos megmunkálást tesz lehetővé, a folyamatosan változtatható alakú polírkorongok aszférikus felületek készítését könnyítik meg. Ezáltal igen nagy fényerejű, akár  $f/1$ -es hiperboloid főtükrök gyárthatóak, és sokkal kompaktabb távcsövek építhetők,
- új, könnyű és nagy szilárdságú anyagok alkalmazhatóak, melyekből nagyon kis tömegű nyitott, csővázas, de mégis merev tubusok készíthetők,
- az azimutális szerelés során elfordul ugyan a látómező, de számítógép segítségével megoldható a 3 tengelyes (magasság, azimut, látómező) követés: egyszerűbben elkészíthető, kisebb helyigényű mechanikák készíthetők ennek köszönhetően,
- a tükrök nagyon kicsi vagy akár nulla hőátágulási üvegyanagokból, kerámiákból készíthetők; a forgatva és hosszú ideig tartó hűtés feszültségmentes, kevés csiszolással megmunkálható korongokat eredményez,
- a nagyméretű tükrök saját súlyuk okozta torzulását az aktív felüggesztéssel korrigálni lehet. Pl. a VLT-hez hasonlóan nem is szükséges öntartó tükörszerkezet, csak egy egybefüggő vékony korong melyet az aktív alátámasztási pontok állítanak megfelelő alakra,
- nagyméretű tükrök előállíthatóak szegmensekből,
- az adaptív optika, a CCD-k által majdnem 100%-ra növekedett detektálási határfok nagyságrenddel növeli a hatékonyságot, valamint a megfelelő megfigyelési hely paramétereinek tekintetében is többet tudunk, jobban megválasztva az obszervatóriumok helyét nő a műszer kihasználtsága, használhatósága.

Az első ábra nem tünteti már fel a VLT-t és társait, de azok pontosan a növekedési görbe által megjósolt helyen lennének. De emeljünk csak ki egy konkrét példát! A Hobby-Eberly Telescope (HET) a Keck-távcsövekhez hasonló hatszögletű szegmensekből áll. Csakhogy mind optikailag, mind mechanikailag sokkal egyszerűbb felépítésű. A Keck főtükrői ugyanis nem szférikusak, ami azt jelenti, hogy a 36 szegmens nem felcserélhető, mindet egyedileg kellett legyártani és tesztelni. Ezzel szemben a HET főtükrőre gömb, vagyis minden mozaikem azonos a többivel, s ez sokkal

olcsóbbá, egyszerűbbé tette a gyártást és ellenőrzést. A másik igen fontos különbség, hogy míg a Keck azimutális mechanikán mozgatható, addig az 55 fokban megdöntött tubusú HET csak egy függőleges tengely körül forgatható. Azonban itt a segédtükör helyére helyezik a műszereket, amiket a fókuszfelületen tudnak mozgatni, ezáltal az égbolt 70%-a megfigyelhető. Természetesen a képalakítás limitált, elsősorban spektroszkópiára használják a távcsövet, de megfelelő korrektorlencsékkel jó minőségű képeket is tudnak készíteni. A hatalmas előny abban rejlik, hogy a tükkörré ható gravitációs erők nem változnak, hiszen a tubus csak azimutban mozog, így elkerülhető a szegmensek állandó elállítódása, ami a mozgó mechanikára változóan ható gravitációs terhelés miatt lép fel. Ezért lehetséges, hogy míg a Keck 100 millió, addig a HET 13 millió dolláros költségvetésből épült fel, s az említett okokból üzemeltetése is sokkal egyszerűbb, olcsóbb.

Már a tervezőasztalon vannak a HET egy nagyobb, 20 méteres változatának rajzai. Azok megvalósítása tényleg semmiben sem különbözik a már bizonyítottan működőképes HET megépítésétől, egyszerűen pénzkérdés. Tudom, van akinek ez még nem győz meg arról, hogy a megszokott értelemben vett, az égbolt tetszőleges pontjára állítható „hagyományos” távcső is készíthető ekkora méretben. De nézzük tovább, hol is vannak a lehetőségek ma ismert határai?

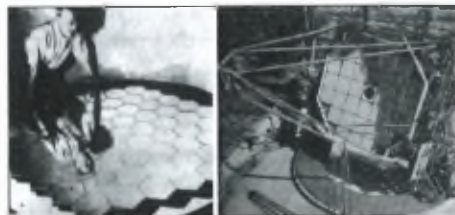
## Egyben jobb vagy mozaikban?

Ezt a kérdést nem a Keck alkotói tették fel először; a mozaiktükröknek több évtizedes múltja van a csillagászatban. Olaszországban 1932-ben Horn d'Arturo egy 1,5 méteres mozaiktükröt készített, de csak vertikálisan használta, aktív fel függesztés nélkül. Pierre Connes azonban 1970-ben már csillagászati távcsövet épített négyzetes szegmensekből álló főtükkörrel. Kicsit megelőzte korát, mert az egyes elemeket nem tudta úgy összehangolni, hogy képalakításra használhassa teleszkópját.

Más utat próbáltak ki az MMT, azaz a Multiple Mirror Telescope tervezői a 70-es évek végén: nem mozaiktükröt építettek, hanem egymás mellé helyezett távcsövek által összegyűjtött fényt próbálták meg egybevetíteni. A 6 darab 1,8 méteres távcső együtt egy 4,5 méteres teleszkópnak felelt meg fénygyűjtő felületét tekintve, azonban a beállítási és egyéb nehézségek miatt később felváltották a tükröket egyetlen 6,5 méteresre (a változás után is MMT-nek nevezik a műszert, új elnevezése Monolithic



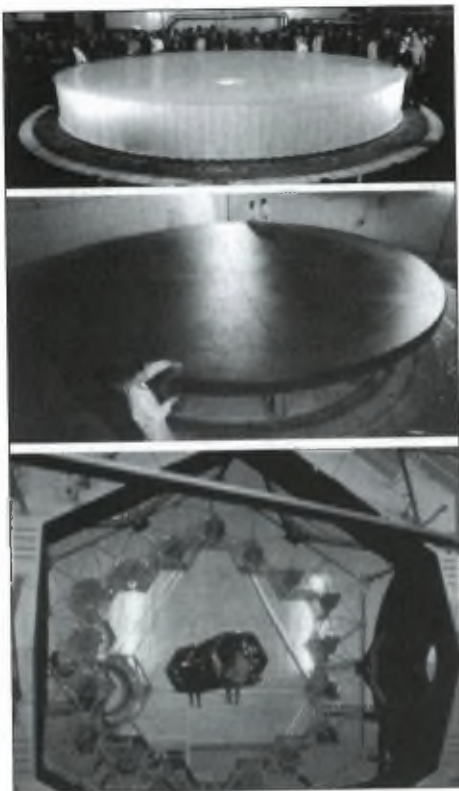
A HET „óragépe” a távcső forgatásából és a primer fókuszba szerelt mozgatómechanizmusból tevődik össze. Balra lent láthatók a felvétel idején még félig kész tükkör szegmensei



Szegmentükrök 1930-ból (balra) és 1970-ből (jobbra)

Mirror Telescope). Ma már lassan működőképesek az optikai interferométerek, lehetséges összekapcsolni egymástól 100 méterre álló távcsöveket (így fognak működni majd a Keck, a VLT távcsövei, messze kitolva az elérhető feloldóképesség határát), illetve az MMT eredeti változatát is – igaz, két tükörrel – képesek megvalósítani, ez a már említett LBT.

Mi az előnye a mozaiktükrös megoldásnak? Az első és legfontosabb talán az, hogy a 8 méter felső határát jelent az egyben legyártható távcsőtükröknek. Ma, illetve az elkövetkezendő években sem valószínű, hogy olyan technológia legyen a kezünkben, amely ettől nagyobb méretű egybefüggő üvegorongok készítését teszi lehetővé. Márpedig ha nagyobb tükröt szeretnénk, akkor csak a mozaikos megoldás marad, amivel viszont szinte tetszőleges méret elérhető. A kis, 1–2 méteres szegmensek gyártása egyszerű, és mivel az egyes tükrök összehangolásához mindenképp aktív tartórendszer szükséges, így az üvegyanyag nagyon vékony lehet (5–10 cm) az átmérőhöz képest. Ez nagyon könnyű tükröt jelent, bár nem szabad elfeledkezni a szükséges tartószerkezet nagyfokú bonyolultságáról sem, valamint arról, hogy folyamatosan figyelni és korrigálni kell az egyes elemek helyzetét néhányszor tíz nanométeres pontossággal. Sokkal könnyebb a főtükrő



**Az LBT könnyűszerkezetes önhordó, a VLT aktív alátámasztást igénylő igen vékony, valamint a Keck szegmensekből álló tükre**

szállítás is, nem kell külön erre a célra egy hatalmas járművet építeni, mint tették pl. legutóbb az LBT esetében. A szegmensek kis helyet foglalnak, más célra használatos járművek és konténerek minimális átalakítással használhatóak a szállításhoz. Ez talán furán hangzik, de a költségek igen jelentős részét képes megtakarítani, ha pl. a VLT-hez hasonlóan Európában gyártott tükröket szállítanak Chilébe. Elsősorban a szállítás, de a távcső rendeltetészerű használata közben is történhetnek balesetek – pl. a segédtükrő szerelése közben egy munkás leejti a franciakuлcsot... Ez, ha egy darabból van a főtükrő, bizony végzetes lehet, mind a munkás állását, mind a tükröt tekintve. Mozaiktükrő esetén viszont csak egy, vagy néhány szegmenst kell újra gyártani, vagyis sokkal biztonságosabb, kevésbé sérülékeny egy összetett tükrő.

Vannak azonban hátrányok is, melyek közül elsőként a nem folytonos felületet kell megemlíteni. Ennek egyik következménye a már említett állandó aktív alátámasztás, ami nagy számítási kapacitást és igen precíz mechanikát igényel. Ugyanakkor a képalkotásban is jelentős nyomot hagy, hiszen pont az előbb említett korrekciók mérté-

két első közelítésben meghatározó mérőrendszereket a szegmensek között kell elhelyezni. Így azok nem lehetnek tetszőlegesen közel egymáshoz, s a fennmaradó részen a fény elhajlik, ami az általunk jól ismert Airy-féle diffrakciós kép jelentős torzulásához vezet. Sok szórt fény jelenik meg, s ha az egyedi tükrök összehangolása csak kicsit is eltér az ideálistól, a képalkotás jelentősen romolhat. Problémát jelent továbbá, hogy a gyártás során tengelyen kívüli elemeket kell csiszolni, ha a főtükör nem gömb, mint a HET esetében. Ezt talán ahhoz lehetne hasonlítani, amikor valaki egy Yolo-távcső tükréit próbálja megcsiszolni, csak még attól is nehezebb a helyzet, azt hiszem, el tudja képzelni mindenki: egy paraboloidot csiszolni úgy, hogy az optikai tengelytől (a felület forgástengelye is egyben) távol vagyunk, a tükördarab pedig hatszögletes. Szerencsére a számítógép vezérelte csiszolás megoldja ezt, de a tesztelés továbbra is nehézkes. Paraboloid vagy hiperboloid felület esetén csak az azonos optikai tengelytől mért távolságban található szegmensek identikusak, vagyis többféle gyártási és tesztelési eljárás/beállítás szükséges. Ezek miatt nem készíthető nagyon fényerős rendszer, akkor ugyanis az imént említett eljárásokat a jelenleginél sokkal pontosabban kellene kivitelezni.



**Cikkünk szerzője az MMT 6,5 méteres tükre előtt**

Így az alumíniumozás alatt is üzemelhet a távcső, hiszen ha a sok szegmensből néhány hiányzik is éppen, a fénygyűjtő felület nagyobb része rendelkezésre áll.

## **VLOT: Canadian Very Large Optical Telescope**

Erről a távcsőről nem lehet sokat tudni, a kanadaiak nem tesznek publikussá információkat a programról. Egy biztos: a 3,6 méteres CFHT-t (Canada–France–Hawaii

Telescope) akarják leváltani ezzel a 20 méteres teleszkóppal. Szó szerint leváltani, ugyanis a CFHT-t lebontják, mivel a Mauna Keán nem engedélyezik újabb távcsövek építését. Az ok, hogy a hegy a hawaii bennszülöttek szent helye, ma is vannak elkerített részek, amikre a csillagászok be sem léphetnek, és sokan már így is túlzottan soknak tartják a kupolák számát. A CFHT-t a tervek szerint lebontják, az új érában egy 3,6 méteres távcső nem nagy áldozat a cél érdekében. Pedig olyan csodálatos műszerek üzemelnek a CFHT-n, mint az 1x1 fokos látómezőt adó, primer fókuszban elhelyezett 340 megapixeles MegaPrime mozaik CCD. (Hamarosan egy hasonló kerül az MMT-re, amit, ha minden igaz, november végén lesz szerencsém élőben látni működés közben, s beszámolhatok a látottakról).

## **GMT: Giant Magellan Telescope**

E tervezetben részt vesz a CfA is a Carnegie Observatóriumok és több egyetem mellett, így talán a későbbiekben sikerül bővebb információkat megtudnom ittlétem alatt. Addig is egy rövid áttekintés a HET 20 méteres változatához hasonlóan nagyon is realiztikusan hangzó tervekről. Itt mindössze 7 szegmens van, ugyanis nem méhszerűen összeállított mozaikról álmodnak a tervezők, hanem 7 darab 8 méteres tükorről. Nem véletlen, ekkora öntartó tükröket többet gyártottak sikeresen a tucsoni tükörlaboratóriumban, s mint említettük, a folytonos felületnek a képpalkotásban nagy előnyei vannak. Az LBT, az MMT, illetve az MMT-hez hasonlóan szintén 6,5 méteres Magellán teleszkópok sok tapasztalatot adtak a tervezőgárdának. A középen elhelyezett 8 méteres tükröt ugyanis virágsziromszerűen veszi körbe a többi hat tükör, amiket tehát tengelyen kívüli szegmensekként kell megcsiszolni. Ezt azért nehézkes kivitelezni, mert nem lehet a tükröt forgatni csiszolás közben, hiszen akkor a forgástengely optikai tengelyként is jelentkezne. Kisebb méretekben – mint pl. a Keck 1,8 méteres szegmensei – már képesek ezt megtenni a számítógép vezérelte csiszológépek, ám e műszerhez ugyanezt 8 méteres méretben kell majd megtenni. Az optikai elrendezés azonban nem Ritchey–Chrétien lenne, hanem Gregory-féle (homorú segédtükrök), amely valamelyest könnyebbé teszi az optikák elkészítését (nem kell hiperboloid off-axis felületeket készíteni).

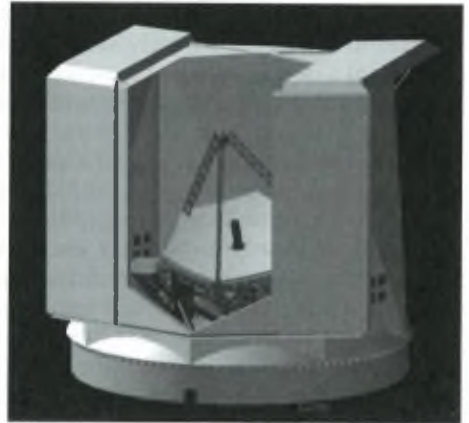
## **CELT: California Extremely Large Telescope**

Minden ELT (Extremely Large Telescope, ahogy a jövő távcsöveit összefoglalóan nevezik) valamely már megépült óriás utóda, annak építése során használt tapasztalatokra épül. A CELT esetében a Keck-távcsövek a mintaképek, hiszen a Kalifornia Egyetem és a Kaliforniai Műszaki Egyetem csoportja vett részt a jelenlegi legnagyobb teleszkóp építésében. 1080 darab 0,9 méteres átmérőjű, 45 mm vastagságú hatszögletű szegmensekből épülne fel az  $f/1,5$  fényerejű hiperboloid főtükör, a segédtükrök 3–5 méter körül lesz a véglegesen választott effektív fényerőtől függően (egyelőre több, kissé eltérő terv is van).  $F/15$  eredő fényerőt feltételezve a korrigált 20 ívperces látómező 2,6 méter átmérőjű (!), ami ma egy nagyobb távcső főoptikájának mérete. A hatalmas, azimutális mechanikai szerkezet minden bizonnyal torzul a mozgás során, ami azt jelenti, hogy a segédtükrök is elmozdul, s ez optikai hibákat eredményez. Várhatóan 20 mm-es nagyságrendű elmozdulás következhet be, ami pl. 6 ívmásodperces kómahiba megjelenését eredményezi. Ezért a segédtükröt aktívan kell pozicionálni 0,05 mm-es pontossággal a megfigyelések alatt. Érdemes letölteni a

honlap (l. a cikk végén) „Reports and Notes” oldalának 34. sorszámú pdf dokumentumát, ugyanis a mindössze 7 Mb-os leírás 306 oldalon keresztül igen részletesen, sok ábrával illusztrálva mutatja be a tervezett műszert.

## Euro 50

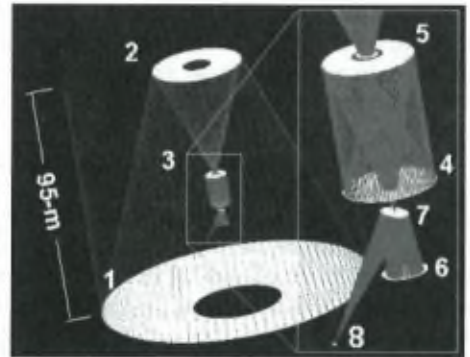
Elsősorban a svédek, valamint az angolok, írek, finnek és spanyolok érdekeltek ebben a projektben. Az 50 méteres főtükör  $f/0,85$  fényerejű és egy  $f/13$ -as Gregory-rendszer elsődleges elemeként 604 darab, 104 féle (a nem szférikus felület miatt eltérő) szegmensből áll. A 4500 tonnás azimutális mechanikát maximum 3 fok másodpercenkénti sebességre lehet felgyorsítani, vagyis az objektumra állás során a segédtükör 1,5 m/s sebességgel mozog, ami igen nagy számítás ekkora, s ívmásodperc pontosan vezérelhető mechanika esetén. A program teljes költségvetését mintegy 600 millió euróra teszik, s 2012-ben már a teljes értékű megfigyeléseket tervezik a műszerrel. Talán ez utóbbi, s a 2009-es első képzőanyag próbák kissé túlzott optimizmusra utalnak, de ki tudja, mi fog addigra megvalósulni mindebből.



Az előtérben álló kis kamion jól szemlélteti az Euro 50 méreteit

## OWL: Overwhelmingly Large Telescope

A legnagyobb terjedelmű terv egy 100 méteres távcsövet, egy futballpályányi főtükör képét vetíti elé, mégpedig az Euro50-hez hasonlóan a 21. század második évtizedének elejére-derekára. A mintegy 3000 szegmensből álló  $f/1,4$ -es főtükör szférikus, vagyis minden mozaik-elem azonos. Ez nagyon olcsóvá, egyszerűvé teszi a gyártást, szállítást, s a technológia már évek óta a kezünkben van. A gömbfelület azonban rengeteg optikai hibával terhelt leképezést ad, amiket korrigálni kell. Ennek érdekében összesen hét tükörből áll az optikai rendszer, melynek második tagja, a segédtükör egy 34 méteres, szintén szegmensekből álló siktükör. Ez nyilvánvalóan nem korrigál egyetlen hibát sem, azonban a tubushosszat lerövidíti 95 méterre, s a segédtükört tartó, a főtükör közepéből kinyúló oszlopba vetíti a fényt. Ez egy igen merev tartószerkezet, mely nem csak a leképezést javító optikáknak ad helyet, hanem maguknak a tudományos műszereknek is. Tovább követve a fotonok útját a fény fókuszálódik, s e pontban áthalad



Az OWL optikai elrendezése

egy közepén átfúrt 8,2 méteres (5) tükrön. A széttartó nyalábot az előbb hátoldala felől megközelített 8,2 méteres (4) aszférikus optika fogja fel. Az így párhuzamosított sugarak ezúttal most az 5, erősen aszférikus felületű tükrön verődnek vissza, majd összetartó nyalábként áthaladnak a 4 tükrő furatán. A fókuszált, s így kis átmérőjű nyaláb most megint egy tükrő furatán halad át, majd egy aprócska 4,2 méteres tükrő következik (6). A nyaláb végső fókuszálását végző elemről a 7-es, 2,3 méteres síktükrőre esik a fény (melynek furatán az előbb áthaladt), ennek forgatásával a körben elhelyezett műszerek bármelyikébe vetíthető a fény. Ennek köszönhetően nem kell cserélni a detektorokat a távcsövön, hiszen minden ott lesz, s igen rövid idő alatt a képkötő CCD-kről a színképelemző spektrográfok egyikébe vetíthető a csillagfény. A 4-es és 5-ös tükrők átmérője pontosan egyezik a VLT főtükrőinek átmérőjével. Ez nem véletlen, pontosan azt a már kipróbált és bevált technológiát akarják alkalmazni az OWL-nél is, csak itt most segédtükrőként.

A mechanikai szerkezet is megépíthető a rendelkezésre álló anyagokkal és tapasztalatokkal. A mozgó tömeget az elmúlt években 45 000 tonnáról 12 000-re sikerült csökkenteni, ugyanakkor a stabilitása javult a rendszernek. A kupolaként szolgáló csarnok méretét tekintve szintén nem példa nélküli, hiszen Németországban nemrég adták át egy karakterisztikusan hasonló méretű fedett épületet egy gyár számára. A költségvetés sem megdöböntő, hiszen biztonsági tartalékokat is beleszámítva 1 milliárd euró alatti a végösszeg, ami egyharmada a HST költségeinek. Tulajdonképpen tehát nem sok gyakorlati akadály maradt, s az ESO-nál már a pénz fele is rendelkezésre áll.

Az OWL-ről talán azt gondolhatjuk, túl korai még, előbb egy köztes, 20–50 méteres távcsövön kellene megmutatni, hogy képesek vagyunk ezt megépíteni, s utána belevágni a Felülmúlhatatlanul Nagy Távcső építésébe. Az ESO azonban nagyon elszánt, s ennek okai a szervezet megalapítása mögötti okokban keresendő. Sokáig ugyanis az Egyesült Államok uralta a csillagászati műszerek terén a vezető pozíciót. Ez gazdag vállalkozóknak, spekulánsoknak köszönhető, akik nagy pénzeket fektettek obszervatóriumok építésébe, a tudomány fejlődésébe. Ilyen a Keck Obszervatórium vagy a Lowell, a Palomar. A nemzeti csillagvizsgálók is nagyobb anyagi támogatást élveztek az USA-ban, a gazdasági körülményeket tükrözték. Az ESO azért jött létre, hogy visszaszerezze a kultúra és a tudomány bölcsőjeként emlegetett Európa vezető szerepét.

A szándék bizonyítást is nyert, először az NTT-vel (New Technology Telescope), mely valóban a legújabb technikai vívmányokat felvonultatván 3,5 méteres átmérője ellenére a kor legnagyobb teljesítőképességű műszere volt. Ebben a távcsövben jelent meg pl. a főtükrő aktív felfüggesztése, aminek köszönhetően korrigálni tudták a főoptika gravitáció okozta torzulásait s ezáltal nagyon jó képmínőséget értek el. A második nagy lépés a VLT volt, mely egyértelműen a legnagyobb és legjobb megfigyelési lehetőségeket biztosítja napjainkban. Az OWL lenne a harmadik példa arra, hogy Európa is képes fantasztikus teljesítményekre a csillagászati műszerek terén.

FŰRÉSZ GÁBOR

#### Internet-ajánlat:

Az OWL honlapja: <http://www.eso.org/projects/owl/>