

# Űrtávcső-hírek

A NASA bejelentése szerint a Hubble Űrtávcsövet (Hubble Space Telescope = HST) nem lehet élesre állítani, mert két tükre közül az egyiknek hibás a felülete. A hír természetesen érzékenyen érintette a világ csillagászait, hiszen mindenki izgalmas felfedezéseket várt ettől a műszertől. Egyelőre csak korlátozott mértékben lehet kihasználni a távcső teljesítőképességét, amíg egy — a hibát korrigáló — lencserendszer be nem építenek a fényútba. Erre azonban csak három év múlva kerülhet sor. A NASA vizsgálatot indított a hiba eredetének kiderítésére: hogy startolhatott a 2 milliárd dolláros Űrtávcső hibás tükrrel? A HST-t április 24-én bocsátották fel a Kennedy SFC-ről, és másnap hagyta el a Discovery raketerét.

Az Űrtávcsőből május 20-án érkezett az első kép, és az irányító személyzet azóta is próbálkozik az élesreállításal. Az elvi fókusz felé közelítve a kép szétfolyt, a távcső nem adott éles képet. "A helyzet világos, a szférikus aberráció egy iskolapéldájával állunk szemben" — mondta Jean Olivier, a kutatás helyettes vezetője.

A HST optikai rendszere Cassegrain típusú, pontosabban Ritchey-Crétien. Ez a tört fényútú rendszer lehetővé teszi az 57,6 m-es fénymenet elhelyezését egy 6,4 m-es tubusban. A műszerbe lépő fényt a 2,4 m-es főtükrör egy a csőben félúton elhelyezett 30 cm-es segédtükörre vetíti. Innen a fény a főtükröbe fűrt 60 cm-es furaton át éri el a fókuszot. A két tükrő felülete valamivel mélyebb, mint egy parabola; a görbület hiperboloidot követ.

A szférikus aberráció következtében a főtükrőt a közepétől különböző távolságokban érő fénysugarak más-más pontba gyűlnek össze. Ez természetesen életlen képet eredményez. A számítások szerint a távcső egy csillag fényének 70%-át kezezi le egy adott kis területre. Az op-

tikai hiba miatt azonban csupán a fény 20—30%-a esik az illető területre.

A HST leképezését befolyásoló hiba igen kicsi. A mérnökök becslése szerint a tükrő felülete csupán 4 mikronnal magasabb vagy alacsonyabb a kelletténél, ami egy emberi hajszál vastagságának 4%-a.

Sajnos a tükrök azon kevés alkatrész közé tartoznak, melyek csak a Földön cserélhetők.

## Hogy történhetett?

A NASA vizsgálatot indított a tükrőhiba okának feltárására, ami a témát érintő összes dokumentum begyűjtését is jelentette.

A figyelem a tükrő tervezője és készítője, a Perkin-Elmer Co., mai nevén Hughes Danbury Optical Systems felé fordult. A tükrök tervezése és legyártása komoly mérnöki feladat volt. A főtükröknek egyszerre kellett rendkívül pontos felületet nyújtania, nagy átmérő mellett kis tömegűnek lennie, hiszen az űrrepülőgép kapacitása véges. A Palomar-hegyi 5 m-es tükrör 14,5 tonnát nyom, míg a HST 2,4 m-es, méhsejtszerű szerkezetű tükrének 1 tonna alatt kellett maradnia. A tömör korong tömege 3 tonna körül lett volna.

A tükrő anyaga számára a terminátor átlépésekor adódó extrém hőingadozást is tágulás nélkül elviselő üveget kellett választani. A tükröt egy számítógép vezérlésű csiszolószerszereg alakította, amely a csiszolást és a polírozást egyaránt elvégezte. A végső fényezést kézzel végezték.

A helyzetet tovább bonyolította a kutatók azon kívánsága, hogy a távcső az ultraibolya tartományban is használható legyen. Mivel a spektrum különböző tartományainak vizsgálata más-más reflexiók bevonatát igényel, a probléma megoldása némi lemondással és kompromisszummal járt. Pl. a látható fény össze-

gyűjtésére az alumínium a legjobb: akár 99,5%-os visszaverőképeségű réteg is készíthető. De ez a bevonat, sajnos, átengedi az ultraibolya sugárzást.

A végső megoldás egy magnézium-fluorid bevonatú alumíniumréteg volt. A magnéziumfluorid védi a felületet és visszaveri az ultraibolya sugarak mintegy 75%-át. De az 1 milliomod hüvelyk vastagságú magnéziumfluorid bevonat 85%-ra csökkenti a visszaverőképeséget a látható fényben. A bevonat készítésekor maximális egyenletességre kellett törekedni. Az oxidáció elkerülése pedig gyorsaságot, azaz erős vákuumot igényelt: a bevonat készítése néhány másodpercig tartott. A magnéziumfluorid-bevonat vastagságát adott méretre kellett beállítani, hogy a visszaverőképeség optimális legyen. A speciális vákuumkamrában elvégzett 10 mp-es műveletet egy éves tervezés előzte meg.

A segédtükör Zerodur üvegből készült, bevonata a főtükörével azonos. Felületét még a főtükörénél is pontosabban kívánták elkészíteni.

A főtükör több mint 4 millió munkaóra alatt kapta meg végső alakját, a műszer megépítése 7 évet vett igénybe. De a majdnem tökéletes tükrök nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket.

Jean Olivier szerint a tükrök alakját ellenőrző műszer hibája miatt a felületet helytelen görbére illesztették — de arra pontosan. Továbbá a tükröket csak külön ellenőrizték, mert a fő- és segédtüköröt együtt tesztelni többszáz millió dollárba került volna. Ennek ellenére a hiba olyan számottevő, hogy az egyedi ellenőrzésnek is ki kellett volna mutatnia.

Az amerikai sajtó egyes képviselői a 80-as évek elején történt pénzvonást tekintik a probléma okának. Az említett vonás után a NASA 70%-kal csökkentette minőségellenőrző tevékenységét. Mások szerint egyszerűen a tükrök felületének számításakor követték el a hibát.

## A HST még mindig forradalmi műszer

A greenwichi Királyi Csillagda igazgatója, Boksenberg professzor szerint részben korrigálható a szférikus aberráció okozta képromlás. Ugyanis minden pontforrás képeinek magja éles, és a zavaró halo számítógépes feldolgozással eltüntethető, azaz éles kép nyerhető. Sajnos ez csak kontrasztos objektumokra igaz, és a szükséges expozíciós idő is meghosszabbodik.

Az ultraibolya tartományban az égi háttér sötét, így a szükséges kontraszt adott, de a vizuális tartományban nehéz korrigálni az aberráció okozta hibát.

A JPL készítette széles látószögű ill. bolygókamera gyakorlatilag használhatatlan. A széles látószögű kamera nagy égterületek, galaxis-halmazok leképezésére készült, míg a bolygókamera a Naprendszer objektumairól készített volna képeket a Voyager-képekhez hasonló felbontással. Sajnos a beszűrődő vörös fény miatt egyik kamera sem működik jól az ultraibolya tartományban.

Az ESA halvány objektum kamerája 28<sup>m</sup>-s csillagok megörökítésére is képes lett volna. A nagy felbontás (az összes műszer között a legnagyobb) lehetővé tette volna aktív galaxisok környezetének tanulmányozását, fekete lyukak felkutatását és kvazárok környezetének fényképezését. A halvány objektum kamera az ultraibolya tartományban is működik. Ezen a területen a nemrég ütközött galaxisok csillagképződési vidékeinek felderítését várták a HST-től. A jelenlegi homályos képalkotással a HST képei nem múlják felül a legjobb földi képeket a vizuális tartományban. A halo miatt a Naprendszeren kívüli bolygók és a kvazárok körüli galaxisok tanulmányozása lehetetlen.

Az ultraibolya kilátások kedvezőbbek. A fókuszálási problémák ellenére a halvány objektum kamera még mindig sokkal jobb lesz, mint bármely eddig pályára állított ultraibolya távcső (ultraibolya megfigyeléseket csak a légkör felett le-

het végezni).

Mivel a HST látható és ultraibolya tartományban is működik, a problémák ellenére nem lehetetlen nagy felbontású mérések végzése. De nagy jel/zaj viszonyt igénylő megfigyelések nem végezhetők vele. Ed Weiler szerint elsősorban az ultraibolya tartomány használható ki.

A Nagy Felbontású és a Halvány Objektum Spektrográf használhatóságát a fókuszálási probléma alig befolyásolja.

### *A HST-n továbbra is sokan akarnak dolgozni*

A NASA munkatársai felülvizsgálják a benyújtott megfigyelési programokat a felmerült probléma adta megszorításokat figyelembe véve. Amikor a NASA felhívta a kutatókat pályázat benyújtására, tízszer annyi munka érkezett, mint amennyit a műszer kapacitása megenged.

Boksenberg professzor — a HST pályázatbíró bizottság tagja — elmondta, hogy a jelenleg kivihetetlen megfigyelések törlése után még mindig ötszörösen túl van terhelve a távcső.

### *Új optikai elemek megoldhatják a problémát*

A NASA elképzelése szerint módosított optikájú műszerek beszerelése részben kompenzálná a szférikus aberráció hatását. Ezek az optikák a jelenlegivel ellentétes "hibával" készülnének, kioltva a tükör aberrációját.

A széles látószögű és a bolygó-kamera cseréjét 1993-ra tervezték. Az új műszer fejlettebb CCD-kamerával készül, ami nagyobb felbontást tesz lehetővé. A JPL most meggyorsította az összeszerelési munkákat, hogy a használhatatlan kamerát mielőbb kicserélhessék.

Két másik műszer is fejlesztés alatt áll, ezeket korrekciós optikával fogják felszerelni. A közeli infravörös kamera/több objektum spektrométer a távcső érzékenységét az infravörös tartományra is kiter-

jeszti. Az Űrtávcső képalkotó spektrográf ultraibolya és látható tartományban fog működni az eredeti két spektrográfnál nagyobb érzékenységgel és felbontással. E műszerek előreláthatólag 1996-ban kerülnek pályára.

A halvány objektum kamera foton-érzékelője Boksenberg professzor találmánya. Ezt az érzékelőt, mely akár egyetlen fotont is ki tud mutatni, földi távcsöveken is használják. A fentaláló szerint ez a műszer is felszerelhető egy az optika hibáját korrigáló lencsével. Ez a lencse 1993-ra készül el, de kérdéses, hogy az "űrsétán" az űrhajósok be tudják-e szerelni az optikát a pályán levő Űrtávcsőbe.

Az ESA még nem utalt ki pénzt egy új kamera fejlesztésére, pedig az eredeti több mint tíz éves technológiát tartalmaz. Az új kamera a régihez hasonló tervezésű lenne, de az érzékelő és az elektronika egy fejlettebb változatot képviselne. Három-négy év alatt készülhet el, és így az 1996-ban kerülhetne beépítésre.

### *A HST meg fog felelni a várakozásoknak*

A felmerült komoly probléma ellenére a NASA bízik az Űrtávcső teljes sikerében. Jelenleg a látható tartományban a HST nem tud többet nyújtani a legjobb földi távcsöveknél. A NASA-t láthatóan kellemtlenül érinti a probléma, mely a szervezet számára anélkül is nehéz időben jött.

"Mindenki meg lesz elégedve az elkövetkező néhány évben elért eredményekkel" — jelentette ki egy NASA-alkalmazott Washingtonban. "Hat hónap vagy egy év múlva mindenki ámuldozni fog a Hubble Űrtávcső készített képek láttán, és természetesen mindenki elismerően fog gondolni a NASA jelenlegi vezetésére az elért sikerek láttán."

(A Spaceflight augusztusi száma alapján összeállította Dán András)