



ISMÉT BŐVÜLT A HAZAI TÁVCSŐARZENÁL

Eget fürkésző robotok

Több mint négyszáz éve jött rá az emberiség, hogy miképp tudja a szem felbontási korlátait túlszárnyalni: a távcsövek feltalálásával szinte egyidejűleg az égre is fordítottuk ezeket az eszközöket. A csillagvilág kutatására is alkalmasnak bizonyult ez a különös műszer. Kezdetben kizárólag lencsék szolgáltak a leképezés alapjául, de kicsivel több mint hatvan évvel később Isaac Newton megépítette az első tükrös távcsövet. Habár kétségtelenül voltak előnyei a tükör használatának, még vagy 200 évig a lencsés távcsövek uralkodtak a csillagászat terén. Annak ellenére is, hogy 1845-ben William Parsons a valaha megépített legnagyobb lencsés távcsövek méretét messze túlszárnyaló, 1,8 méter átmérőjű bronz tükröt készített. A XX. században viszont bebizonyosodott, hogy a lencsés objektívek átmérőjének növelése nem csak problémák sorába ütközik, de értelmetlenség is, mert az 1 méternél nagyobb lencsekomplexumok fényvesztése már meghaladja az átmérő növekedése által eredményezett többletet.

Egyértelművé vált a továbbfejlesztések iránya. Sorra épültek az egyre nagyobb átmérőjű tükrös távcsőóriások. Az optikai elrendezés tekintetében számtalan változatuk készült el, amelyeket többnyire kitalálójuk, illetve első megépítőjük neve alapján jegyzünk: Cassegrain, Ritchey-Chretien (RC), Schmidt, Makszutov, stb. A leképezést végző főtükrő (objektív) gyártási módszere szerint is típusokba sorolhatjuk ezeket: az egyetlen tömbből öntötték a „monolit” tükrök. 1975-re bizonyítást nyert, hogy ezek elkészítésének gyakorlati határát elértük: a szovjet-orosz 6 méteres távcsőóriás megalkotása számtalan mechanikai és elektronikai újítás ellenére is kudarcként értékelhető. Az évtizedek során újra és újra elkészített tükrök sem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket. A mérnöki zsenialitás határtalanságát mutatják az újabb és újabb ötletek: több tükör

összekapcsolásával megnövelt felbontóképesség (MMT, 1979), majd a mozaiktükrös megoldás kitalálása. Ez utóbbinak köszönhetjük a világ legnagyobb távcsőóriáit (ezek közt első volt a 10 méteres Keck-I 1993-ban, Hawaii szigetén). A jelenleg épülő listavezető gigász az ELT, a 40 métert is megközelítő méretével (ESO, Chileben), ami várhatóan 2025-ben készül el. Emellett a tengelyszimmetrikus parabola „monolit” tükrök is megújultak, egy Roger Angel nevű amerikai mérnök által megalkotott forgó kemencés eljárásnak köszönhetően: 8 méteres tükrök egész generációja állhatott „csatasorba” a világ számtalan pontján, a második évezred fordulóján. A technológiafejlesztések, és az egyre nagyobb méretek eléréséért folyó verseny „melléktermékként” egy sor kisebb (korábban élvonalbeli, 2-4 m tartományba eső) távcső bezárását eredményezte.



A valaha épült legnagyobb lencseátmérőjű (1,25 méter) távcső az 1900-as párizsi világkiállításon. A rögzített távcsőtubusba egy mozgatható tükör segítségével juttatták be a fényt.

egyértelműen a földfelszíni óriástávcsövek, valamint az űrtávcsövek alkotják a csillagászati kutatások élvonalát, a kozmosz mélységeit ostromló frontvonalat.

Hazánk és Közép-Európa térségének távcsövei

A műszertechnikával behatóbban foglalkozó érdeklődők jól tudják: a távcsövek költségei gyorsan nőnek az átmérő növekedésével. Míg egy 10 centiméter átmérőjű Newton távcsövet (egyszerűbb mechanikával) megkaphatunk kb. 50 ezer Ft-ért, addig egy fél méteres RC távcső (korszerű mechanikával) már közel 20 millió Ft, egy 1 méteres körülbelül 300 millióba kerül. És akkor a távcsőnek otthont adó épületről és kupolaszerkezetről, valamint a működtetésről még nem is beszéltünk. Míg az 50 centiméteres tartomány akár egy kisebb konténerben is elhelyezhető, üzemeltethető 1-2 hozzáértő ember által, addig a méteres kategóriájú távcső önálló épületet igényel, és több személy kell az üzemben tartásához, így már egy kisebb intézmény költségvetését jóval meghaladó forrást igényel, és országos fejlesztési koncepció részét képezheti. Ez különösen igaz volt a hatvanas évek politikai rendszerében. Minthogy a hidegháború időszakának része volt a tudományos verseny is, Európa keleti blokkjában is döntés született a csillagászat fejlesztésére: méteres kategóriájú távcsövek telepítését határozták el az NDK-ban (*2 m Schmidt távcső, 1960, Tautenburg*), Magyarországon (*90 cm Schmidt-távcső, 1962, és 1 m RCC, 1974, mindkettő Piszkestetőn*), valamint Csehszlovákiában (*2 m RC, Ondrejov, 1967*), később pedig Bulgáriában is (*2 m RCC, Rhozen, 1980*). Érdekes kérdés, hogy hazánkba miért nem 2 méteres (vagy még nagyobb) távcső került. Mindenesetre ez a két 1 méteres

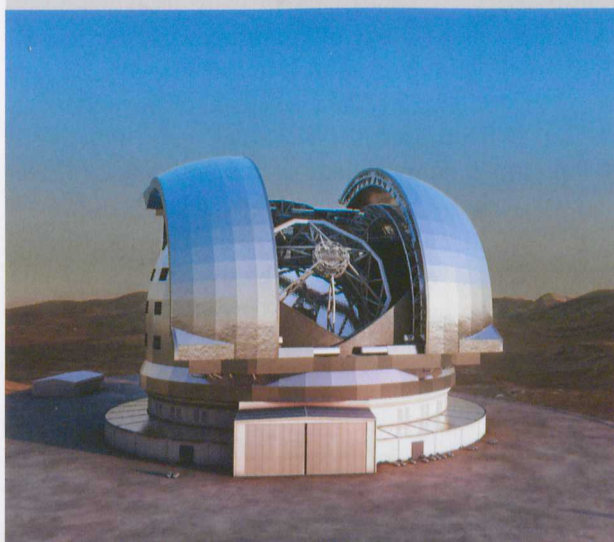
mérettartományú távcső is hatalmasat lendített a hazai csillagászat infrastrukturális helyzetén, nagyszemű nemzetközi szintű eredmények sora született ezek használatával, és a mai napig újabb és újabb csillagász nemzedékek közkedvelt eszközei.

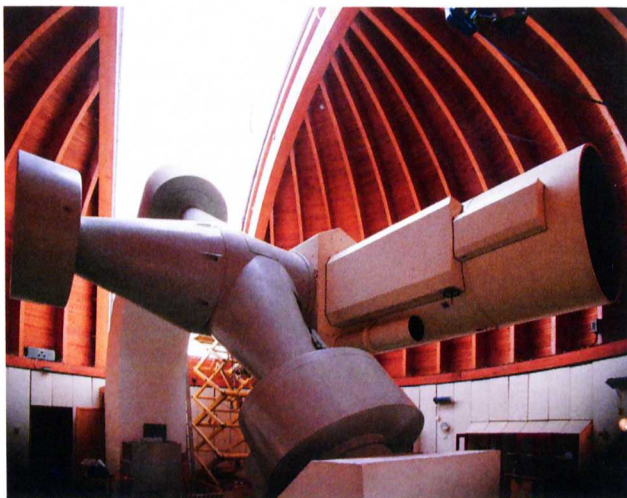
Minthogy a rendszerváltozás, és különösen országunk EU-hoz történt csatlakozása (2004) után kutatóink a korábbiaknál sokkal könnyebben kaphattak hozzáférést a világ nagy távcsöveihez, valamint űrtávcsövekhez, lekerült a napirendről a teljes hazai szakmát igénybe vevő, még nagyobb távcső hazai létrehozásának, letelepítésének kérdése. Az utánpótlás-nevelés igényeinek kiszolgálására, illetve a kutatói közösség területi eloszlása miatt kisebb automata távcsövek mindezek ellenére még készültek, és jó részük a mai napig használatban is van (*50 cm Cassegrain és 40 cm RC, Piszkestető, 1966 és 2012; 40 cm Cassegrain, Szeged, 1985; 50 cm RC és MC, Baja, 1995 és 2005; 60 cm Cassegrain és 50 cm RC, Szombathely, 1980 és 2011; 40 cm RC, Budapest ELTE, 2006*). Nemzetközi tapasztalat is igazolja, hogy egy jól megválasztott tudományos program, ami illeszkedik egy akár gyengébb adottságú észlelőhely kisebb méretű távcsöveihez, — kellő szorgalom, és precíz adatfeldolgozás útján — szintén jelentős eredményekkel tudja előbbre juttatni a tudományos ismereteket.

Új lendület, országos szakmai összefogás

A csillagászat három nagy hazai műhelyének (CsFK KTM Csi, ELTE, és SzTE) összehangolt, konzorciális pályázati sikereként 2019-2020 folyamán három, gyakorlatilag egyforma, 80 centiméter főtükör-átmérőjű, robotizált távcső került be az országba, és kezdte meg működését három helyszínen: Szombathelyen, Piszkestetőn és Baján. Ezek a teljes magyarországi, csillagászati kutatásokon dolgozó távcsőállomány összes gyűjtőfelületét mértékként használva csaknem 50 százalékos növekményt jelentenek. A három távcső

Ilyen lesz a Chilében épülő ELT a Cerro Amazonas csúcán (Grafika: ESO)





Az 1 méteres RCC teleszkóp Piszkestetőn
(Fotó: Ráczi Miklós)

összértéke eléri egy mai, hasonló rendszerű 1 méteres távcső árát, miközben az össz gyűjtőfelületük egy 1,4 méter átmérőjű monolit tükrös távcsőnek felel meg. Tehát mindenképpen figyelemre méltó gyarapodás tanúi vagyunk, ugyanakkor joggal merül fel a kérdés minden csillagászatkedvelőben, hogy mi indokolta ezt a csaknem fél évszázad óta példátlan fejlesztést, és mi lehet, mi lesz a hozadéka hazánk tudománya, oktatása számára?

A méret a lényeg?

Manapság már szinte minden csillagászatkedvelő jól tudja: a földfelszíni távcsövek átmérőjét már régen nem a felbontóképeség növelése miatt érdemes növelni, hanem csakis és kizárólag a fénygyűjtő képesség növelése miatt! Nagyobb átmérőjű távcsővel adott fényességű csillagot nagyobb távolságból tudunk észlelni ugyanakkora jel/zaj arány mellett, avagy adott távolságban arányosan halványabb objektumokat. Az észlelések másik fontos tényezője az észlelendő objektumok látszó fényességén felül az észlelőhely környezetének háttérfényessége! Ez azt jelenti, hogy hiába van bármilyen érzékeny fényképező eszközünk, egy bizonyos expozíciós időn túl gyűjtve a fényt már az adott irányból érkező szórt háttérfény fotonjainak száma pixelenként meghaladja a vizsgált objektumról jövőket. Ezzel nem tudunk mit tenni, csupán annyit, hogy minél alacsonyabb szórt háttérfényességű helyre telepítjük a távcsövünket. Ha pedig a helyünk adott, akkor az egyre nagyobb átmérőjű távcső, és egyre érzékenyebb kamera használata azt eredményezi, hogy a tőlünk független háttérérték eléréséhez egyre rövidebb expozíciós idő is elegendő.

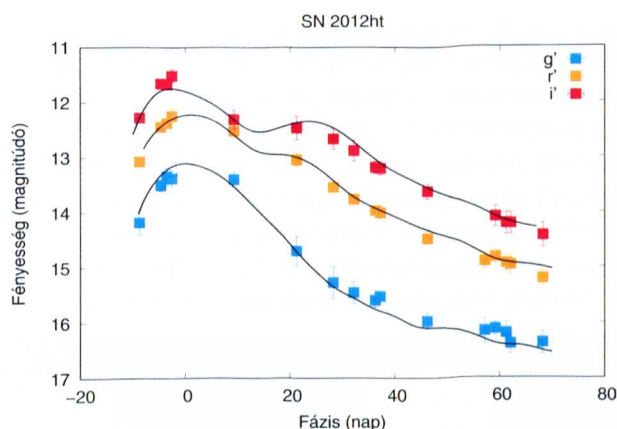
Vagyis az adott helyen észlelhető leghalványabb égitest vizsgálata egyre jobb időfelbontással tehető meg.

Ikertávcső északon és délen

A piszkéstetői és bajai két egyforma 80 centiméteres távcső, és a hozzájuk kapcsolódó műszeres környezet egymást kiegészítő és erősítő módon a „Tranziens asztrofizikai objektumok” (2017-2020) projekt (témavezetője Vinkó József) szerves részeként került hazánkba. A program nem „légből kapott” ötlet nyomán született meg, hanem sok évtizedes hazai múlt, és egy már közel tíz éve folyó célzott kutatás kiteljesítéseként, magasabb szintre emeléseként. Az MTA Csillagászati Kutatóintézete Piszkestetői Observatóriumában 1964 és 1995 között több mint 40 robbanó csillagot sikerült elsőként azonosítani, főleg a 90 centiméteres Schmidt-távcsővel, fotografikus módszerekkel. Később, 2008-tól a Szegedi Tudományegyetem és a Bács-Kiskun Megyei Önkormányzathoz tartozó Bajai Observatórium kollektívája szintén Vinkó József kezdeményezésére összehangolt szupernóva-kutatásba fogott, BASSUS rövidített projektmegnevezéssel. Éveken át más hasonló programok által kevésbé figyelt (extragalaxisokkal benépesített) körülbelül 600 égitérület rendszeres távcsöves fényképezésével, és a hozzá kapcsolódó automatikus kép-, és adatfeldolgozási folyamat kidolgozásával a felfényesedési fázisban próbáltak felfedezni szupernóvákat. A néhány évig tartó kutatás a működését 2005-ben megkezdett, relatíve nagy látószögű bajai BART-1 robottávcső folyamatos használatára alapult, de már akkor is bekapcsolódtak a munkába a budapesti MTA CsFK KTM Csillagászati Kutatóintézet munkatársai is a piszkéstetői észlelőállomás nagyobb méretű távcsöveivel. A munka során tucatnyi szupernóva-detektálást adott az automatikus feldolgozás, sajnos egy kivétellel

Igy az igazi! A projektvezető igazítja helyére a bajai 80 centiméteres távcsövet (Fotó: Hegedűs Tibor)





Az SN2012ht szupernóva bajai mérései zöld (g') vörös (r') és közeli infravörös (i) hullámterományban, valamint az adatokra illesztett modell (Forrás: Vinkó József)

napokkal lemaradva a világszerte felfedezésektől. A végül az SN 2010gn jelölésű szupernóvat sikerült elsőként távcsővégre kapni. A magyar erőfeszítéseket elismerendő, egy következő felfedezésnél a bejelentés előtt az amerikai kutatók a magyar csoporttól kértek megerősítő felvételeket 2011-ben (PSN J12304185+4137498). A következőkben az első periódus során szerzett tapasztalatok alapján a csoport a felfedezések iránti versenyfutás helyett a tudomány számára sokkal értékesebb követésre helyezte a hangsúlyt. A szupernóvák pontos fénygörbémérése számtalan mérés-technikai és egyszerűbb hétköznapi okok miatt is kevés kutatócsoport által folytatott munka, miközben az elmélettel foglalkozók nagyon is igényelnék a minél több, minél pontosabb új adatsorokat. Ezért a téma logikus folytatása a szupernóva felfedezése után mihamarabb megkezdett, több standard fotometriai színben történő mérés. A következő évek számtalan, mai napig is sűrűn idézett publikációi mutatják, hogy ez nagyon jó döntés volt, a három kutatóintézet közös munkája fontos részévé vált a téma nemzetközi művelésének. A megfigyeléshez a hazai égboltviszonyok és humán erőforrások megfelelően bizonyultak, a szegedi egyetemi kutatócsoport az elméleti modellezés terén is egyre tapasztaltabbá vált.

Így született meg a szupernóvák mellett további, nagy energiájú, optikai tartományban is érdekes tranziens jelenségeket produkáló események hazai vizsgálatát célzó projekt gondolata – amely az észlelések oldaláról mindenképpen távcsőátmérő-növelést, és az időjárásbizonytalanságot csökkentő két távoli helyszín együttes szerepeltetését is jelentette. A két teljesen egyforma mérőrendszer fő távcsövének szállítását közbeszerzéses úton az osztrák ASA cég nyerte el. Ennek eredményeképpen

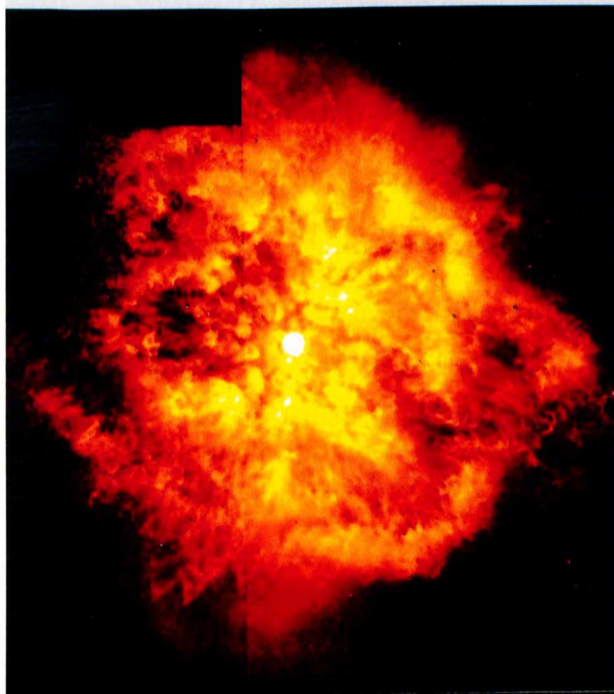
80 centiméter átmérőjű, f/7 eredő fókusz-távolsággal jellemezhető Ritchey-Chretien optikai rendszerű, azimutális villás szerelésű távcsövek kerülhettek 2019-2020 folyamán Pizskéstetőre (a korábbi Zeiss 50 centiméteres Cassegrain-távcső kupolájába), valamint Bajára (a korábbi 50 centiméteres amerikai RC távcső helyére). A távcsőtípus korszerű, igen gyors mozgásokra képes, amit az is mutat, hogy Föld körüli pályán keringő űrszemét valamint műholdak követésére is használják egyes obszervatóriumokban.

A „TAO” projekt alap gondolata szerint gamma-, röntgen-, és egyéb műholdas távcsövek folyamatos frissítésű adatbázisainak feldolgozásával kerülnek kiválasztásra a célpontok. Azok, amelyek a két magyarországi helyszínről megfelelő látóhatár feletti magasságban, éppen mérésre alkalmas pozícióban látszanak, és a mérőrendszer jellemzői által mérhetők, amik mérését az adott helyek kiegészítő információ (felhőtakartság, csapadékviszonyok, stb.) alapján meg is kezdhetik. Szükség esetén egy folyamatban lévő mérési sor is megszakítható egy fontosabbnak ítélt riasztás alapján. Célunk, hogy mindez teljesen automatikusan történjen. Egyelőre számtalan ponton tapasztalhatók még olyan tényezők, amik nehezen parametrizálhatóak, ezért nem bízható még teljesen programozott döntésre, hogy mikor mit csináljon az adott távcső, néha még emberi beavatkozást is igényel a mérés.

Energiák és időléptékek

A szupernóvák vizsgálata továbbra is a nagy energiájú asztrofizika fontos kutatási témája, azonban további izgalmas, sokkal rövidebb idő alatt lezajló események

A WR124 Wolf-Rayet objektum képe a Hubble űrtávcső felvételén. Ilyenek a lassú GRB-k szülőobjektum-jelöltjei. (Fotó: STScI)



a gammaugár-felvillanások (GRB). Ezek szülőobjektum szerint valószínűsíthetően nem alkotnak homogén csoportot: körülbelül 30 százalékuk az úgynevezett „gyors”, a többi pedig a „lassú” kategóriába sorolható. A gyors felvillanások karakterisztikus ideje másodperces időskálájú, akár rövidebb is. Ebből következően a szülőobjektum mérettartománya Földünknel alig nagyobbacska (a GRB 130603B mintegy 0,2 másodperc időtartamú felvillanása mintegy 60 000 km-es térbeli tartományhoz köthető). A jelenlegi elméletek szerint legvalószínűbb, hogy két neutroncsillag, vagy egy neutroncsillag és egy fekete lyuk összeolvadásakor felszabaduló energia egy részét látjuk így (ezek elnevezése 'kilonova' lett). A gammafelvillanást percekkel vagy legfeljebb órákkal később lágy röntgentartományú fénylés is követi. Ez talán a szülőobjektumok összeolvadása során kidobott fragmentumok spirális pályára kerülésével, és későbbi behullásával magyarázható.

A GRB-k zöme 2 másodpercnél is hosszabb, és ezek okozzák a fényesebb optikai utánpéldásokat. Minthogy valamivel könnyebben tanulmányozhatóak, részletebb mérésekkel sikerült megállapítani, hogy többnyire olyan galaxisokból erednek, amelyek gyors csillagfejlődési aktivitásukról voltak addig is ismertek (sőt gyakran viszonylag nagy vöröseltolódásúak). A modellek szerint ez a csoport a csillagfejlődés végállapotaihoz köthető, a legnagyobb tömegű szupernóvákhöz.

A legutóbbi években ultralassú, tízezer másodpercnél is hosszabb felvillanásokat produkáló jelenségeket is felfedeztek. Természetesen ez a csoport a legkevésbé ismert jelenleg, és mibenléte is igen kérdéses – talán a magnetárokkal (gyorsan forgó, és rendkívül erős mágneses térrel rendelkező neutroncsillagok) hozható kapcsolatba.

Hogy a kibocsátott energiákról is képünk legyen: egy-egy GRB optikai fénylése 7-8 milliárd fényévnnyi távolságból képes szabad szemmel látható fényességűvé válni (például a GRB 080319B 6 magnitúdónál is fényesebb volt)! Amennyiben gömbszimmetrikus a kibocsátott sugárzás, úgy annyi energia szabadul fel ilyenkor, mint Napuk teljes energiatartalma (vagyis, ha a teljes tömege annihilálna, az einsteini $E=mc^2$ alapján ennyi energia szabadulna fel).

Érthető, hogy ezek a csillagok és galaxisok fejlődésének igen fontos eseményei, minél nagyobb számban történő vizsgálatuk alapvető a mai asztrofizika számára.

Kozmikus hatások és kockázatok

A stratégiai jelentőségű kutatóhelyek K+F kapacitásának erősítését célzó pályázati kiíráson „Kozmikus hatások és kockázatok” (KHK) projektjével 2015-ben sikeresen

szerepelt az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont (MTA CSFK) és az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium és Multidiszciplináris Kutatóközpont (ELTE GAO MKK) által alkotott konzorcium is. A négyéves futamidejű projekt célja, hogy az intézmények kutatói a bolygónkat megközelítő, a földi légkört és a földfelszínt elérő, illetve a Holdba becsapódó apró égitesteket monitorozzák. A feladatra létrehozott kutató és fejlesztő konzorcium a csillagászat és a



A 80 centiméteres ASA AZ800 teleszkóp a négy méter átmérőjű automata kupolában (Fotó: Kovács József)

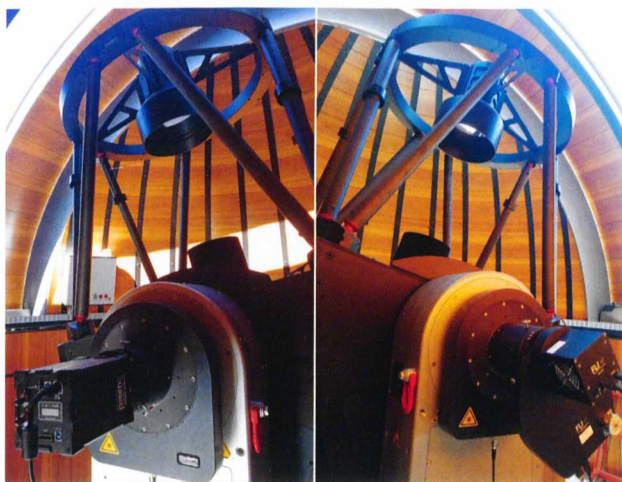
geofizika módszereivel aktívan vizsgálja bolygónk környezetét, és az onnan várható veszélyeket elemezve reális kockázatbecsléseket készít.

A meteorok becsapódása a Földön nem csak közvetlen életveszélyt és anyagi kárt jelenthet, de hatással van a rádiózásra és a távközlésre is. A Kárpát-medence fölött hulló meteorok statisztikája jelenleg nem ismert kellő pontossággal, a helyi károkat okozó földi becsapódások gyakorisága pedig lényegében ismeretlen. A nagy energiájú becsapódások statisztikáját a holdkráterekből becsülhetjük, a kis energiájú, közvetlen veszélyt nem okozó meteorokat pedig a meteormegfigyelési adatokból ismerjük majd meg. A kettő közötti, jelenleg még ismeretlen, az energiaeloszlásban négy nagyságrendet átfogó tartományt a kráterkeletkezéssel nem, de felvillanással járó holdi meteorbecsapódások alapján fel lehet térképezni.

A feladat végrehajtására a projekt keretében – hosszú közbeszerzési eljárás után – 2019 júniusának végén telepítették az ELTE GAO MKK-ban a fentiekkel azonos típusú teleszkópot, amely egy négy méter

átmérőjű, szintén új, erre a célra épített automata kupolában kapott helyet. A kupola és távcső üzembe állításával végződő feladatokkal párhuzamosan a szükséges képkalkoló eszközök, nagy idő- és térbeli felbontású észleléseket lehetővé tevő kamerák beszerzése is megtörtént. A műszerek beüzemelése és kalibrációja után 2019 második felében a távvezérelt félautomatikus működtetéshez és a tudományos üzemmód elindításához szükséges beállítások, mérések elvégzése, illetve a műszerhasználat és az adattárolás protokolljainak rögzítése zajlott.

A távcsőnek két optikai platformja (Nasmyth-fókusz) van, így szinte egyedülálló módon egyszerre két műszer használatát teszi lehetővé átszerelés nélkül, amelyek között egy – az optikai tengely körül forgatható – tükörrel lehet váltani. Az észlelés során a távcső egy függőleges és egy vízszintes tengely körül mozog, így a látómező is forog, amit kompenzálni kell, ezért a



Kamerák a teleszkóp Nasmyth-fókuszában: a holdi becsapódások rögzítésére szolgáló Photometrics Prime 95B kamera (bal oldal) és a fotometriai megfigyelésekre szolgáló FLI CCD-kamera (jobb oldal)
(Fotó: Kovács József)

műszert képezőforgatókkal (derotátorok) is felszerelték. Az egyik Nasmyth-fókuszba a holdi becsapódások nagy időfelbontású monitorozására szolgáló Photometrics Prime 95B típusú kamera van felszerelve, amely 95 százalékos fénygyűjtőidő mellett képes másodpercenként 70 képkocka rögzítésére, az expozícióval párhuzamosan lementve a képeket. A másik optikai platformon egy FLI ML 2640919 típusú CCD-kamera kapott helyet, amely az SDSS 'griz' szabványnak megfelelő szűrőrendszerrel ellátva nagy látómezejű, nagy térbeli felbontású képek rögzítésére alkalmas.

A holdfelszín aktuális beállításokkal történő folyamatos megfigyelésére a becsapódásjelöltek pontos kalibrációja miatt van szükség. A távcső természetesen akkor is végez tudományos programot, amikor a Hold nem látható. Ilyenkor a Naprendszer kisbolygóinak és üstököseinek észlelése, transzneptun-objektumok csillagfedéseinek megfigyelése, továbbá változócsillagok fotometriai mérése zajlik.

A beüzemelése és a mérnöki üzemmód után 2020 januárjától elindultak a holdi meteorbecsapódások tudományos célú mérései. Az észlelésre alkalmas idő közel 100 százalékát kihasználva műszeregyüttesünkkel az eddig elérhető összeállításoknál két nagyságrenddel érzékenyebb és jobb térbeli felbontású monitorozást tudunk végezni. A nagy időfelbontású mérések esetében ez akár negyedmillió darab 1 megapixel nagyságú, 16 bites kép rögzítését jelenti óránként. Az adattárolás teljes körű és tömörítésmentes, így a valaha készített összes megfigyelés bármikor hozzáférhető és újra feldolgozható, elemezhető. Fotometriai méréseinket körültekintően kalibráljuk, ami a Hold felszínébe csapódó testek energiájának és tömegének kiszámítása szempontjából kulcsfontosságú. A koordinátaháló leképezésének nagy időfelbontású követésével vizsgáljuk a földi légkör mozgásának hatását a képkalkolásra, ami a pozíciók pontos meghatározását alapozza meg. Éjszakánként külön kalibrált és folyamatosan irányított feltételrendszer alapján szoftveresen keressük a becsapódásgyanús jelenségeket, amelyeket utána állóképi információvá alakítva egyesével elbírálunk, kimérünk, meghatározzuk a becsapódás helyszínét és fényességét is. A végső fázisban a becsapódásokat rögzítő felvételekből újra mozgóképet állítunk elő. A projekt során bebizonyosodott, hogy a Holdba becsapódó meteorok keltette felvillanások rendszeresek, és ezeket a KHK GINOP pályázat keretében folyamatosan meg is tudjuk figyelni.

Reméljük, hogy a három távcsővel kibővült távcsőpark sok új értékes magyar eredményre fog vezetni a következő években is.

HEGEDÜS TIBOR – KOVÁCS JÓZSEF

Nyitóképünk: A szombathelyi teleszkóp az üzembe helyezés után, a pontos beállást lehetővé tevő ún. pointing-model felvétele közben (Fotó: Csák Balázs)

A kutatást a GINOP 2.3.2-15-2016-00033 valamint a GINOP-2.3.2-15-2016-00003 számú pályázat támogatta