

Program ERASMUS+

aneb společně přes nesnáze
ke hvězdám



Program ERASMUS+ aneb společně přes nesnáze ke hvězdám

Astronomický ústav AV ČR se stal v roce 2017 koordinátorem prvního projektu ERASMUS+ KA2, který propojil pět pracovišť ze střední Evropy: Astronomický ústav AV ČR, Astronomický ústav Slovenskej akadémie vied, Ústav teoretické fyziky a astrofyziky Masarykovy univerzity, Univerzitu Komenského v Bratislavě a Instituto de Astrofísica de Canarias, největší španělský astronomický institut. Cílem projektu bylo navázat spolupráci při řešení nových výzkumných témat a umožnit více než třem desítkám mladých vědeckých pracovníků vycestovat na partnerská pracoviště. Na úspěšnou realizaci navázal v roce 2020 druhý projekt ERASMUS+, k jehož realizaci se připojil také Astronomický ústav Univerzity Karlovy v Praze. Jádrem programu ERASMUS+ bylo využívání moderních observatoří partnerských pracovišť.

V této brožurce bychom Vám rádi představili partnerská pracoviště, jejich historii i současný výzkum a hlavně uvedli přehled přístrojového vybavení jednotlivých pracovišť. Hlavním cílem je čtenáři také poskytnout podklady pro rychlou orientaci a případně inspiraci při realizaci dalších podobných projektů.

Jelikož touto publikací míříme především na ‚domácí publikum‘, IAC je popsán ve Španělštině v samostatné brožuře a na plakátu, který je zobrazen v této publikaci. Pro zachování autentičnosti a protože astronomie nezná hranice, nepředkládáme českou a slovenskou verzi zvlášť, ale ponecháváme vše v jedné publikaci.

Hodně inspirace při čtení přeji za tým projektu ERASMUS+

Petr Kabáth, Marek Skarka a Jiří Srba

Obsah

1. Astronomický ústav Akademie věd ČR, v. v. i.
2. Ústav teoretické fyziky a astrofyziky Masarykovy univerzity
3. Astronomický ústav Univerzity Karlovy
4. Univerzita Komenského v Bratislavě
5. Astronomický ústav SAV, v. v. i.
6. Proč ERASMUS+ a jak souvisí s dalšími programy

1. Astronomický ústav Akademie věd ČR, v. v. i.

Petr Kabáth, Marek Skarka, Jiří Srba, Pavel Suchan

Astronomický ústav AV ČR (AsÚ) je největší vědecké pracoviště v České republice zabývající se výzkumem vesmíru. AsÚ je domovskou institucí pro zhruba 100 vědeckých pracovníků - astronomů, studentů astronomie a fyziky, mladých samostatných vědeckých pracovníků a postdoktorandů, jejichž počet během let fluktuuje také s ohledem k potřebě mezinárodní mobility pro udržení kvalitního výzkumu.

Astronomický ústav má hlavní sídlo v obci Ondřejov, která se nachází asi 40 km jihovýchodně od Prahy. Druhé, odloučené pracoviště se nachází v Praze v areálu Geofyzikálního ústavu AV ČR na Spořilově. Spořilovská pobočka byla otevřena v roce 1993, kdy bylo přeneseno sídlo Astronomického ústavu do Ondřejova.

Astronomický ústav provozuje několik dalekohledů včetně Perkova dalekohledu s průměrem zrcadla 2 metry a dvou teleskopů v Chile. Astronomové z AsÚ jsou zapojeni ve vesmírných misích Solar Orbiter, JUICE, PLATO, ATHENA, ARIEL, QUVIK a dalších. Vzhledem k tomu, že Česká republika je členem Evropské jižní observatoře (ESO), organizace provozující v Chile nejmodernější nejen 8 metrové dalekohledy, podílejí se čeští astronomové také na pozorovacích programech v ESO.

AsÚ v Ondřejově provozuje ALMA centrum, pomáhá astronomům s žádostmi o pozorovací čas na projektu sub-milimetrové astronomie ALMA v Chile.

V dalším textu krátce představíme historii AsÚ a současný výzkum, ale hlavně se zaměříme na přístrojové vybavení, aby brožurka byla aktuální i za několik let.

Historie

Soukromá hvězdárna bratří Fričových v malé obci Ondřejov ležící zhruba 40 kilometrů jihovýchodně od Prahy, jejíž původní areál se později stal centrem současného Astronomického ústavu AV ČR, byla založena v roce 1898. Na začátku 20. století byl Ondřejov ideálním místem pro astronomická pozorování. Praha zatím neosvětlovala oblohu jako dnes a lokalita nabízela tmavé nebe a příhodné klimatické podmínky. [Prvními významnými přístroji napevno instalovanými na ondřejovské observatoři se ve 20. letech 20. století staly čočkový dalekohled v centrální kopuli vybavený proslulým 20 cm objektivem vyrobený Alvarem

Clarkem a dvojitý astrograf bratří Fričů v západní kopuli, který byl určen pro fotografickou přehlídku Mléčné dráhy.] V roce 1928, u příležitosti 10. výročí vzniku Československa, věnoval Josef Jan Frič hvězdárnu a její vybavení státu. Měla být k dispozici Karlově Universitě a v následujících desetiletích plnit úlohu státní observatoře, kterou předtím zastávalo pražské Klementinum. Přímým pokračovatelem klementinské hvězdárny se ale stal Astronomický ústav a proto ondřejovská hvězdárna připadla do jeho správy.

Směry astronomického výzkumu na AsÚ

Astronomický ústav je dnes rozčleněn do čtyř vědeckých oddělení: Oddělení meziplanetární hmoty, Sluneční oddělení, Stelární oddělení a Oddělení galaxií a planetárních systémů. Vědecká oddělení se dále dělí na vědecké skupiny, které udávají hlavní směry výzkumu.

Sluneční oddělení se zabývá fyzikou slunečních erupcí, strukturou Sluneční atmosféry, popisem slunečního větru a také radioastronomickým pozorováním Slunce. Sluneční oddělení má na starosti ALMA nód zřizovaný pro podporu observatoře ALMA. Dále je Sluneční oddělení zapojeno v misi ESA Solar Orbiter a podílí se na projektu vybudování budoucího největšího evropského slunečního dalekohledu EST.

Oddělení meziplanetární hmoty provozuje síť celooblohových bolidových kamer, která zaznamenává průlety jasných meteorů - bolidů - atmosférou. Na základě těchto pozorování lze určit místo dopadu případných meteoritů a tyto cenné vzorky meziplanetární hmoty nalézt. Kromě bolidového programu oddělení využívá dánský dalekohled DK154 na observatoři La Silla k pozorování asteroidů.

Oddělení Galaxií a planetárních systémů na odloučeném pracovišti v Praze se zabývá studiem aktivních galaktických jader, výzkumem tvorby hvězd v Galaxii a také relativistickou fyzikou v okolí černých děr. Toto oddělení vede český příspěvek do plánované mise ESA ATHENA, která se bude zabývat výzkumem vysokoenergetických objektů ve vesmíru v příští dekádě, tedy po roce 2030.

Stelární oddělení se zabývá výzkumem hvězdných objektů, ale také exoplanet. Hlavními směry výzkumu jsou pulzace hvězd, detekce a charakterizace exoplanet a jejich atmosfér a popis soustav horkých obřích hvězd. Stelární oddělení spravuje Perkův 2-metrový dalekohled. Skupina výzkumu exoplanet je zapojena v misi ESA PLATO a má na starosti provoz dalekohledu E152 na observatoři La Silla v Chile. Skupina horkých hvězd se zabývá pochopením a modelováním

procesů v horkých hvězdách a jejich okolí. Vědecká skupina vysokých energií provozuje síť menších dalekohledů (Ondřejov, Kanárské ostrovy a další lokace), které slouží k pozorování dosvitů vysokoenergetických gama záblesků.

Přístrojové vybavení

Perkův dalekohled

Astronomický ústav provozuje od roku 1967 dvoumetrový dalekohled, který postavila německá firma ZEISS. Tento teleskop s primárním zrcadlem o průměru 2 metry dodnes patří k největším dalekohledům ve střední Evropě. Od roku 2012 nese jméno po doc. Luboši Perkovi, který se jako ředitel AsÚ zasloužil o jeho výstavbu.

Hlavním vědeckým přístrojem dalekohledu byl původně jednořádkový spektrograf umístěný v Coudé ohnisku, který od své instalace slouží zejména k výzkumu horkých veleobrů. V roce 2005 pak přibyl přístroj OES, Ondřejovský Echelletový Spektrograf, který byl nainstalován do druhé místnosti naproti původnímu spektrografu. Ten dnes slouží zejména k výzkumu exoplanet.

Světlo od primárního zrcadla dalekohledu bylo vedeno systémem několika zrcadel do Coudé ohniska a překlopným zrcátkem nasměrováno buď do OESu nebo do jednořádkového spektrografu. V roce 2019 proběhla zásadní modernizace optického systému Perkova dalekohledu, kdy byla optická cesta mezi primárním ohniskem a spektrografy nahrazena optickým vláknem. Modernizace, kterou provedl ústav TOPTEC, umožnila snížit ztráty fotonů cestou k přístrojům a tím významně zvýšit jejich výkon.

Dále byla v primárním ohnisku, tedy na modifikovaném pavouku původně držícím sekundární zrcadlo, nainstalována kamera umožňující fotometrický monitoring optických



Obrázek 1.1: Schéma dalekohledu spolu s nazončenou cestou světla optickým vláknem k přístrojům.

protějšků gamma záblesků a jiných jevů. Názorné schéma současné cesty světelného paprsku Perkovým dalekohledem je na obrázku 1.1.

Perkův dalekohled přispěl například k objevu prvního tranzitujícího hnědého trpaslíka TOI-503b objeveného vesmírnou misí NASA TESS [Subjak et al. 2020]. Dále přístroj OES charakterizoval horké Jupitery, tedy plynné planety na velice těsné oběžné dráze, které také objevila mise TESS [Kabáth et al. 2022]. Zajímavým objevem také byla charakterizace velice neobvyklé magnetické proměnné hvězdy HD99458. [Skarka et al. 2020].

Nyní přístroj slouží zejména k monitorovacím programům severní oblohy a jako podpora vesmírných misí NASA TESS a v budoucnu ESA PLATO pro jejich severní hvězdná pole.

Na Ondřejovské observatoři pracuje také Sluneční oddělení, které provozuje několik přístrojů. V rámci Sluneční patroly, kde mj. vznikají předpovědi sluneční aktivity, se využívá dvojice refraktorů pro pozorování sluneční fotosféry (viditelné světlo) a sluneční chromosféry (v úzkopásmovém filtru H alfa). Skupina radioastronomie využívá celkem čtyři radioteleskopy, z nichž největší RT5 má průměr 10 metrů. V 80. letech 20. století byly na ondřejovskou hvězdárnu instalovány dva horizontální sluneční dalekohledy střední velikosti s velkými spektrografy Czerny-Turner firmy Carl Zeiss Jena. Dnes pracuje jeden z nich, HSFA2 (podle německého názvu Horizontal-Sonnen-Forschungs-Anlage) s průměrem objektivu 0,5 m a ohniskovou vzdáleností primárního zrcadla dalekohledu 35 m. HSFA2 byl před několika lety modernizován a splňuje všechny požadované parametry dnešních nároků na pozorování Slunce.

Mayerův 0.65-m dalekohled

Astronomický ústav provozuje od roku 1963 také 0.65-m dalekohled, který byl zkonstruován v dílnách Astronomického ústavu v Ondřejově a dílnách MFF UK v Praze pod vedením hlavního konstruktéra Dr. Pavla Mayera, po němž byl dalekohled v roce 2019 pojmenován. Srdce dalekohledu tvoří primární zrcadlo o průměru 65cm a světelnosti F/3.6 vyrobené Prof. Ing. Vilémem Gajduškem a dalekohled je osazen na paralaktické montáži od německé firmy ZEISS. V době uvedení do provozu, kdy byl nejprve umístěn v centrální kopuli ondřejovské observatoře, se jednalo o dalekohled s největším průměrem objekti-



Obrázek 1.2: Meyerův 0.65 metrový dalekohled v Ondřejově.

vu v Československu. Dalekohled pracoval v optickém systému Cassegrain a pro fotometrická měření proměnných hvězd využíval fotoelektrický fotometr se zapisovačem. Po vybudování nové 8-metrové kopule byl dalekohled přesunut do sousedství 2-m dalekohledu. Díky rozmachu počítačů v devadesátých letech 20. století a rovněž dostupnosti CCD kamer došlo během let 1993-1994 k první rekonstrukci dalekohledu, kdy byla montáž plně motorizována, osazena čidly polohy a umožňovala řízení pomocí počítače z kanceláře v přízemí kopule. Zároveň bylo odstraněno sekundární zrcadlo a do primárního ohniska byla umístěna CCD kamera SBIG ST-6V, což umožnilo pořizování snímků s větším zorným polem oproti umístění v původním delším Cassegrainově ohnisku. Dalekohled byl používán pro fotometrii proměnných hvězd a zejména pro fotometrii a astrometrii planetek. Jako vedlejší produkt bylo tímto dalekohledem objeveno několik set do té doby neznámých planetek. Rovněž byla objevena podvojnost několika desítek planetek, a to i blízkozemních v rámci projektu BinAst a byly popsány fyzikální charakteristiky několika stovek planetek jak hlavního pásu, tak i blízkozemních. Další pokrok elektroniky umožnil během druhé a zatím poslední modernizace v letech 2008-2009 dalekohled automatizovat a ovládat jej vzdáleně z jakéhokoli místa s připojením do internetu. Po montáži tzv. komakorektoru před CCD kamerou došlo k výraznému zlepšení zobrazovací kvality dalekohledu, což umožnilo mimo jiné i objev více než dvou stovek tzv. extragalaktických nov v galaxiích M31 a M81 a pořizovat přesnou fotometrii objektů v celém zorném poli zachyceném na snímku CCD kamerou. Tato modernizace dalekohledu posloužila také jako technický základ pro modernizaci řídicího systému Dánského 1.54-m dalekohledu (DK154) na observatoři ESO La Silla. V současnosti slouží dalekohled jako doplňkový přístroj k Dánskému 1.54-m dalekohledu a je i nadále využíván ve spolupráci Astronomického ústavu AV ČR v Ondřejově a Astronomického ústavu MFF UK v Praze.

Dánský dalekohled v Chile neboli DK154

Na observatoři ESO La Silla v Chile je v provozu od roku 1979 dalekohled Danish 1.54-metre telescope s průměrem zrcadla 1.54 metrů. Na dalekohledu je namontováno několik fotometrických kamer.

V roce 2012 byl dalekohled modernizován českou firmou ProjectSoft HK a.s., která vyměnila veškeré kontrolní systémy a umožnila ovládání dalekohledu na dálku odkudkoliv, hlavně však z ČR nebo Dánska.



Obrázek 1.3: Dalekohled DK-154 na observatoři La Silla v Chile.

Nyní si pozorovací čas dělí dánská skupina z Institutu Nielse Bohra v Kodani, která je majitelem dalekohledu, a česká skupina vedená dr. Petrem Pravcem, která se zabývá strukturou planetek a dynamikou asteroidálních párů především v populaci blízkozemních (NEO) a potenciálně nebezpečných (PHAs) objektů. Jedná se o tělesa přibližující se k Zemi, u kterých může z dlouhodobého hlediska hrozit srážka s naší planetou. Dále dalekohled využívají astronomové z Astronomického ústavu Univerzity Karlovy a astronomové z Ústavu teoretické fyziky a astrofyziky z Masarykovy univerzity.

V posledních letech byl dalekohled DK154 použit k systematickému dlouhodobému pozorování binárního asteroidu Didymos-Dymorphos v rámci pozemní podpory kosmické mise DART (NASA). Získaná data přispěla k zpřesnění orbitálních parametrů systému a správnému načasování impaktu sondy DART. Dalekohled byl využit také pro následná pozorování efektů po dopadu, která pomohla určit změnu periody oběhu satelitu Dimorphos. Dimorphos byl objeven v roce 2003 v Ondřejově pomocí Mayerova 65-cm dalekohledu.

E152 neboli ESO dalekohled, jeden z prvních

Dalším dalekohledem v českých službách pracujícím na observatoři La Silla v Chile je ESO 1.52-m Telescope (E152) s průměrem zrcadla 1.52 metru. Tento dalekohled byl druhým přístrojem uvedeným do provozu krátce po inauguraci Observatoře La Silla v šedesátých letech 20. století. Shodou okolností byl zprovozněn v roce 1968, tedy jen o rok později než Perkův dalekohled.

Dalekohled E152 byl převážně provozován jako spektroskopický přístroj. Pomocí spektrografu FEROS, který zde byl instalován po dlouhá léta až do roku 2003, byla provedena jedna z největších přehlídek Mléčné dráhy, během které bylo monitorováno více než 14 000 hvězd.

Od roku 2003 byl dalekohled mimo provoz a nikdo neočekával, že mu bude vdechnut druhý život v podobě projektu PLATOSpec. Během roku 2022 proběhla modernizace dalekohledu E152 opět českou firmou ProjectSoft HK a.s. Dalekohled je dnes plně přizpůsoben k ovládání na dálku z Ondřejova, Německého Tautenburgu, Chilského



Obrázek 1.4: Celkový pohled na dalekohled E152 a vnitřek jeho kopule.

Santiago a dalších pracovišť. Pohled na fungující modernizovaný dalekohled je na obrázku 1.4.

V testovacím režimu byla na E152 namontována fotometrická kamera C4 od další české firmy Moravské přístroje a.s. a byl zahájen zkušební provoz teleskopu. Dalekohled se ukázal být ve velice dobrém stavu a nic nebránilo montáži prozatímního spektrografu PUCHEROS+, která úspěšně proběhla v září 2022.

Dalekohled se znovu probudil k životu a s drobnými odstávkami na úpravy střechy a pokovení hlavního zrcadla v dubnu 2023 se od května 2023 rozběhl testovací spektroskopický provoz.

V roce 2024 bude na E152 instalován spektrograf PLATOSpec, který bude sloužit k charakterizaci systémů s exoplanetami a jako pozemní podpora vesmírné mise Evropské kosmické agentury PLATO, jejíž start je naplánován na přelom let 2026/2027. Přístroj PLATOSpec bude přínosný také pro hvězdnou astronomii, zejména pro charakterizaci pulzujících a jinak proměnných hvězd.

2) Ústav teoretické fyziky a astrofyziky Masarykovy univerzity

Jan Janík, Vladimír Štefl

Již od prvních let existence Masarykovy univerzity, která byla založena v roce 1919, se na půdě Přírodovědecké fakulty (PřF) začala vyučovat od roku 1922 i astronomie. Vedením Astronomického ústavu byl pověřen v letech 1924-1939 prof. Bohumil Kladivo, který působil hlavně na Vysokém učení technickém v Brně. Pro potřeby Astronomického ústavu zbudoval na vrcholu budovy "A" brněnské techniky pozorovatelnu, ve které byl umístěn malý 13 cm refraktor, pozorovatelnou rovněž sloužila jako gravimetrická stanice pro měření tíhového zrychlení v Brně.

Po druhé světové válce vznikl na PřF Astronomický ústav, který byl organizačně zařazen pod Katedru teoretické fyziky. Ředitelem Astronomického ústavu byl prof. Josef Mikuláš Mohr. Astronomové však neměli možnost získávat vlastní pozorovací materiál, převažovaly teoretické práce na základě dat získaných na jiných observatořích. Aby bylo možné pořizovat vědecká data i na



Obr. 2.1: Kladivova observatoř na střeše budovy "A" Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně



Obr. 2.2: Dalekohled observatoře Masarykovy univerzity o průměru 60 cm s fotonásobičem v Newtonově ohnisku

vlastním dalekohledu, podařilo se získat doc. Luboš Perkoví z nizozemského Leidenu dokumentaci k výstavbě kopule observatoře s dalekohledem. Výstavba dvou pozorovatelů byla zahájena v roce 1949 [severní kopule pro PŘF, jižní pro lidovou hvězdárnu]. Budování observatoře se aktivně účastnili rovněž pracovníci astronomického ústavu [dr. Bedřich Onderlička, dr. Karel Lang, doc. Luboš Perek, prof. Vladimír Vanýsek a další]. Po dokončení se v roce 1954 pod kopulí severní pozorovatelny nacházel 60 cm zrcadlový dalekohled, který byl až do roku 1963, kdy byl uveden do provozu 0,65 m dalekohled v Ondřejově, největším dalekohledem v Československu.

Svépomocí vybudovaná observatoř s dalekohledem vybaveným fotoelektrickým fotometrem umožňovala provádět soustavná fotometrická pozorování proměnných hvězd, dvojhvězd a dalších objektů [prof. Miroslav Vetešník, dr. Jiří Papoušek].

Současně se od sedmdesátých roků prosadilo počítačového zpracování pozorování.

Začátkem devadesátých let bylo na PŘF MU znovu obnoveno magisterské studium astronomie, od poloviny devadesátých roků pak začalo studium bakalářské [prof. Mikulášek, doc. Pokorný]. V roce 1997 byla pořízena první CCD kamera ST-8 firmy SBIG, která nahradila dříve využívaný fotoelektrický fotometr.

CCD kamera umožňovala pořizovat výrazně delší expoziční doby než dříve používaný fotometr. Bohužel pohon montáže nebyl natolik přesný, aby bylo možné delších expozičních časů bez rozmazání obrazu dosahovat. Proto bylo nutné přistoupit k rekonstrukci pohonu montáže. První modernizace tak proběhla v roce 1998 za přispění firmy DII [Delong Instruments Industrial].

Stále větší problémy se ale objevovaly s původní železnou kopulí z padesátých let, která se



Obr. 2.4: Jeden z prvních CCD snímků pořízených 12. září 1997 60 cm dalekohledem na Kraví hoře [planetární mlhovina M27, expozice 30 sekund]



Obr. 2.3: Historický snímek observatoře Masarykovy univerzity

zadrhávala a občas se i přestávala otáčet vůbec. Bylo nutné přistoupit k její kompletní výměně. Na přelomu let 2007-2008 vyrobila firma SINCON z Trutnova kopuli novou, dřevěnou, slavnostní znovuootevření observatoře se uskutečnilo 5. března 2008.

Po rekonstrukci kopule byl dalekohled využíván jak pro vědecká pozorování, tak i pro závěrečné práce studentů astronomie v bakalářském, magisterském i doktorském stupni studia. Prvotní modernizace montáže z konce devadesátých let začala být ale nedostatečná. Mezi roky 2011-12 bylo firmou AstroLab provedeno odlehčení dalekohledu a změna pohonu v deklinační ose. O rok později



Obr. 2.5: Montáž nové kopule observatoře MU na Kraví hoře [15. října 2007]

Obr. 2.6: Bývalý rektor [prof. Petr Fiala] si prohlíží 60 cm dalekohled při slavnostním znovuootevření observatoře [5. března 2008]

Obr. 2.7: Dalekohled Celestron CGE 1400 XLT [d=35,5 cm, f=3,91 m]

Obr. 2.8: Alt-azimutální dalekohled AZ800 [d = 80 cm, f=5,48 m] se dvěma Nasmythovými ohnisky pro fotometrická a spektroskopická pozorování

v září 2013 byla dokončena modernizace dalekohledu firmou ProjectSoft HK a.s., která spočívala v jeho automatizaci. Současný řídicí systém dalekohledu a kopule je obdobný se systémy velkých dalekohledů na světových observatořích. Studenti si tak mohou sami vyzkoušet, jak se takové dalekohledy ovládají.

V letech 2012-23 jsme mohli využívat odbornou pozorovatelnu na Hvězdárně a planetáriu Brno [HaP]. Do ní jsme umístili přenosný dalekohled Celestron CGE 1400 XLT, který byl využíván hlavně studenty pro získávání dat závěrečných prací.

Světelný smog v okolí observatoře MU na Kraví hoře s léty pouze narůstal, proto bylo v roce 2019 rozhodnuto o prodeji observatoře Hvězdárně a planetáriu Brno. Při prodeji byla uzavřena dohoda o využívání dalekohledu studenty

a pracovníky Ústavu teoretické fyziky a astrofyziky PŘF na dobu 5 let. Za získané peníze byl koupen v roce 2022 moderní 80 cm dalekohled rakouské firmy ASA AZ800, který byl v prosinci 2022 umístěn pod kopuli Hvězdárny a planetária Oldřicha Kotíka ve Žďánicích.

V roce 2023 je plánované přesunutí dalekohledu Celestron CGE 1400 XLT z odborné pozorovatelny HaP Brno na observatoř Boyden, která se nachází 26 km východně od města Bloemfontein v Jižní Africe. Dalekohled bude ovládán dálkově, pozorovatelna pro umístění dalekohledu je již připravena, zbývá pouze uskutečnit převoz a ustavení dalekohledu na místě.



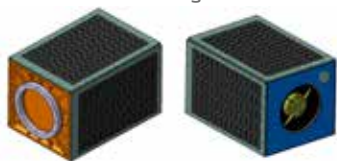
Obr. 2.9: Celkový pohled na observatoř Boyden, budoucí umístění dalekohledu CGE 1400 XLT

S příchodem prof. Norberta Wernera v roce 2016 byla založena skupina High Energy Astrophysics at Masaryk University (HEA BRNO). Za velmi krátkou dobu její existence se podařilo úspěšně vypustit na oběžnou dráhu kolem Země dva testovací nanosatelity pro měření záblesků gama (Gamma-Ray Burst - GRB). První nanosatelit "GRBAlpha" byl vypuštěn v březnu 2021, druhý "VZLUSAT-2" pak v lednu 2022. Oba nanosatelity úspěšně detekovaly několik GRB.



Obr. 2.10: Nanosatelit GRBAlpha pro detekci záblesků gama

Projekt HEA Brno na vesmírný ultrafialový dalekohled „QUVIK (Quick Ultra-Violet Kilonovae Surveyor)“ o hmotnosti 130 kg byl oficiálně schválen Ministerstvem dopravy ČR v září 2023 a může dojít k jeho realizaci. Primárním cílem dalekohledu bude měření jasností kilonov, které vznikají srážkou dvou neutronových hvězd, případně neutronové hvězdy a černé díry. Dalekohled o rozměrech 0,7 x 0,7 x 1,1 m by měl vystartovat v roce 2028, obíhat Zemi ve výšce 550 km a kromě hlavního cíle bude pozorovat rovněž exoplanety, velmi horké hvězdy, hvězdokupy, supernovy, či záření z jader galaxií, kdy super masivní černá díra roztrhne ve středu galaxie hvězdu.



Obr. 2.11: Vizualizace dalekohledu QUVIK

3) Astronomický ústav Univerzity Karlovy

Petra Hyklová, Josef Hanuš

Astronomický ústav Univerzity Karlovy (AÚ UK) se sídlem v univerzitním kampusu v Troji (obr. 3.1) tvoří jednu z kateder Matematicko-fyzikální fakulty (MFF). Do kontaktu s ústavem přicházejí již studenti třetího ročníku bakalářského studia, posléze magisterského oboru Astronomie a astrofyzika a pak někteří studenti doktorského programu Teoretická fyzika, astronomie a astrofyzika. Základní náplní ústavu je tedy pedagogická činnost, která nutně pokrývá celé spektrum témat. Kromě toho se akademičtí pracovníci věnují vlastní vědecké činnosti. Ústav navíc zaměstnává řadu čistě vědeckých pracovníků, většinou ve formě tzv. postgraduálů. Níže se pokusíme přiblížit některá nosná témata vědecké činnosti současných pracovníků ústavu a posléze i dlouhou a pestrou historii tohoto významného ústavu, jenž společně s AsÚ AV ČR přispěl k celosvětovému věhlasu české/československé astronomické školy.



Obr. 3.1: Budova Vývojových dílen v areálu MFF UK v Troji, kde sídlí AÚ UK.

Hlavní proudy současné vědecké činnosti AÚ UK

Mezi témata s dlouhou tradicí patří studium zákrytových a spektroskopických dvojhvězd a vícenásobných soustav, horkých hvězd, symbiotických hvězd a hvězd se závojem (Be a B[e] hvězdy). Po dlouhou dobu byl pozorovací materiál založen na fotometrii a spektroskopii, získávané často v Ondřejově (coudé spektra z 2 m reflektoru a fotoelektrická a později CCD fotometrie z 0.65 m reflektoru). Od roku 1972 jsou fotoelektrická pozorování soustavně získávána také pomocí 0.65 m reflektoru na společné chorvatsko-české observatoři, nověji též dále na observatoři v Chile a velmi významnou se stává spolupráce s interferometrickou skupinou v Nice. Stelárnímu výzkumu se věnoval zesnulý Dr. Pavel Mayer a pokračují v něm prof. Petr Harmanec, docenti Marek Wolf, Petr Zásche a Dana Korčáková a v poslední době stále častěji doc. Miroslav Brož a jejich studenti a doktorandi. Doc. Daniela Korčáková se konkrétně zabývá spektroskopií

horkých hvězd s rozsáhlými atmosférami a disky, a to jak po stránce pozorovatelské, tak pomocí numerického modelování.

Další významnou skupinu tvoří pracovníci věnující se nebeské mechanice a dynamice těles sluneční soustavy, tedy prof. David Vokrouhlický a doc. Miroslav Brož. Oba se též věnují studiu tepelných jevů na planetkách a fyzikálních vlastností malých těles sluneční soustavy, kde vůdčí roli přebírá doc. Josef Ďurech, který se specializuje na modelování tvarů planetek z fotometrických a infračervených dat, tzv. světelných a tepelných křivek. Formování planetárních soustav se pak věnuje Dr. Ondřej Chrenko.

Sluneční fyzice se zaměřením na dynamiku Sluneční atmosféry, helioseismologii a vztahy Slunce-Země se věnuje doc. Michal Švanda. Mimo vědeckou činnost se pokouší o popularizaci astronomie.

Pavel Kroupa zaměřil svou vědeckou činnost na studium hvězdných a dvojhvězdných populací, hvězdné a galaktické dynamiky, kosmologie, či problému temné hmoty. Astrofyzikou hustých hvězdokup se pak zabývají doc. Ladislav Šubr a Dr. Jaroslav Haas. Do pole jejich výzkumu spadá mj. i dynamika hvězd v jádře Galaxie. Kosmologii a gama zábleskům se donedávna věnoval doc. Attila Mészáros [zemřel 2022].

Důležitým oborem je historie astronomie, a to nejen na území českých zemí, na kterou je uznávaným odborníkem doc. Martin Šolc.

V roce 2022 se vědečtí pracovníci AÚ UK podíleli na vzniku desítek publikací v recenzovaných časopisech, čímž významně přispívají k celkové publikační činnosti Matematicko-fyzikální fakulty.

Pracovníci AÚ UK využívají ke své vědecké činnosti několik historicky spřátelených dalekohledů umístěných v Ondřejově. Zmíňme zde Perkův dvoumetr a Mayerův 65cm dalekohled. AÚ UK disponuje vlastním dalekohledem Blue Eye 600 nacházejícím se též v Ondřejově. Podrobněji ho popisujeme níže. Pracovníci AÚ UK též úspěšně používají dalekohledy ESO v rámci pozorovacích programů, včetně osmimetrových dalekohledů VLT v Chile. Pozorovací program ve spolupráci s AsÚ AV též běží na „Dánském“ dalekohledu DK154 [obr. 1.3].

Blue Eye 600 (BE600)

Astronomický ústav UK nedávno zakoupil robotickou observatoř Blue Eye 600 (Obr. 3.2) vybavenou dalekohledem Officina Stellare Rila 600 s průměrem primárního zrcadla $d = 600$ mm, ohniskovou vzdáleností $f = 3\,000$ mm a optickým systémem Ritchey–Chrétien s tříčočkovým korektorem. Observatoř byla vyvinuta

hradeckou firmou Projectsoft společně s AÚ UK a financovaná grantem Technologické agentury České republiky (TAČR) „Vývoj technologií pro rychlé robotické observatoře a laserové komunikační systémy“ (registrační číslo TA 03011171). Observatoř se skládá z kopule vlastní konstrukce a speciálního kontejneru, ve kterém je uložena veškerá elektronika. Observatoř je navíc vybavená řadou meteorologických čidel, která umožňují bezpečný provoz při vzdáleném pozorování, který je standardem. Observatoř Blue Eye 600 se podařilo instalovat v září 2014 na radarové louce v blízkosti Kosmické laboratoře v Ondřejově.



Obr. 3.2: Robotická observatoř Blue Eye 600, umístěná na radarové louce v Ondřejově.

Blue Eye 600 je nyní využíván pro vědecká pozorování v rámci podpory výzkumu na AÚ UK. Hlavním zaměřením je pozorování optických světelných křivek (tj. změn jasnosti v čase) vybraných skupin planetek za účelem jejich fyzikální charakteristiky, což se dá dále interpretovat z pohledu dynamického vývoje a historie obecně. Z těchto dat lze spočítat dobu rotace, směr rotační osy v prostoru a konvexní tvar planetky. Dalekohledem jsou též pozorovány zákryty u vícenásobných hvězdných systémů.

Z odborných publikací používajících data z BE600 zmiňme například studie zabývající se modelováním tvarů 1. planetek kolizní rodiny Eos [Hanuš a kol. 2018, Icarus, 299, str. 84-96], 2. 18 planetek hlavního pásu [Ďurech a kol. 2018, Icarus, 304, str. 101-109], a 3. planetky [22] Kalliope, kde se pořizovala fotometrie během zákrytu měsíce Linus primárním tělesem [Brož a kol. 2023, Astronomy & Astrophysics, 676, A60]. Při té příležitosti byly vyvinuty exaktní metody pro výpočet syntetických světelných křivek a obrazů, které se porovnávají se snímky z adaptivní optiky VLT/SPHERE.

Počátky univerzitní astronomie v českých zemích

Pražskou univerzitní hvězdárnu založil v roce 1751 jezuita a profesor geometrie a infinitesimálního kalkulu Josef Stepling [1716-1778]. Klementinská věž, ve které hvězdárna sídlila, byla postavena již v roce 1721-22 z iniciativy rektora

jezuitské university Francisca Retze. Od roku 1746 Stepling plánoval její úpravu pro potřeby astronomie a provoz hvězdárny částečně financoval z vlastních prostředků. V roce 1752 zahájil v Klementinu tzv. meteorologické řady, tj. pravidelná měření teploty (od roku 1784 třikrát denně) a atmosférického tlaku. V roce 1804 byla započata pravidelná měření dešťových srážek. Po zrušení jezuitského řádu v roce 1773 se Státní hvězdárna stala rakouským státním ústavem. Její ředitelé byli vybíráni z řad profesorů Univerzity Karlo-Ferdinandovy, čímž bylo zajištěno propojení mezi hvězdárnou a univerzitou. Personál hvězdárny tvořili kromě ředitele adjunkt, dva asistenti, hodinář (mechanik) a výpomocný sluha. S pozorováními a výpočty vypomáhaly pomocné vědecké síly, většinou z řad studentů.

Univerzita Karlova měla tehdy čtyři fakulty – teologickou, právní, lékařskou a filozofickou – a exaktní vědy včetně astronomie byly součástí fakulty filozofické. V druhé polovině 19. století byly teprve zakládány katedry pro exaktní vědy; filozofická fakulta ale vznikla přeměnou z tradiční fakulty artistické, která už od středověku vyučovala přípravu na univerzitní studium, což tehdy znamenalo práci s latinskými texty a matematické vědy včetně astronomie. Přestože astronomie měla dlouholetou tradici, neměla hvězdárna na růžích ustláno.

Protože osvícenské reformy habsburskou monarchii výrazně centralizovaly a Praha se stala provinčním městem, nebyla vláda příliš ochotná financovat provoz pražské Státní hvězdárny. Na počátku 80. let 19. století byla prakticky ve stejném stavu, v jakém ji před více než sto lety opustili jezuité. Klementinská věž navíc přestala vyhovovat potřebám ústavu umístěním a prostory. Nacházela se v centru rozrůstajícího se města s rozvíjejícím se průmyslem a dopravou. Když dostala hvězdárna darem od císaře Františka Josefa dva přístroje (poledníkový dalekohled a meridiánový kruh), nebyly kvůli nedostatku místa vůbec instalovány a zůstaly několik desítek let nevybalené v bednách. Ředitelé se neúspěšně snažili prosadit návrhy na rekonstrukci hvězdárny nebo stavbu nové modernější observatoře mimo Prahu. Ředitelé Joseph Georg Böhm (1807-1868) a Karl Hornstein (1824-1882) v polovině 18. století omezili astronomická pozorování, protože vybavení značně zaostávalo za zahraničními observatořemi. Hornstein v 70. letech upustil od pozorování úplně a zaměřil se na teoretické studium Slunce a asteroidů. Prováděla se pouze meteorologická a geomagnetická měření (deklinace, inklinace a horizontální složky magnetické intenzity) a pozorování Slunce poledníkovým dalekohledem za účelem stanovení času a kontroly hodin. Nevznikaly žádné významnější astronomické publikace.

V roce 1882 došlo k rozdělení pražské univerzity na univerzitu českou a univerzitu německou. Stalo se tak v důsledku vrcholícího českého národního obrození,

kteří dalo vzniknout české vědě a univerzitní výuce v češtině. Narůstající počet univerzitních přednášek v češtině vyvolával v německé části profesorského sboru obavy z počestění univerzity. Na návrh německé strany vláda rozhodla s platností od roku 1882 o rozdělení univerzity. Existující katedry byly přidělovány těm univerzitě, ke které se rozhodli připojit jejich ředitelé. Protože na univerzitě stále převažovali německy mluvící profesori, získala většinu vybavení univerzita německá a česká začínala s nedostatkem pomůcek, prostor, financí a potřebné odborné literatury.

Založení českého Astronomického ústavu

Na české univerzitě první tři roky po rozdělení neexistovaly profesura ani katedra astronomie. V roce 1883 se z astronomie habilitoval B. Bečka (1853-1908), ale v roce 1885 onemocněl a přestal přednášet. Dalším kandidátem na profesuru astronomie byl docent teoretické fyziky a bývalý asistent Státní hvězdárny August Seydler (1849-1891).

V roce 1885 byl Seydler jmenován profesorem teoretické astronomie a matematické fyziky. Brzy zjistil, že dvě profesury jsou pro něj časově a organizačně příliš náročné. Navíc trpěl plicní tuberkulózou a nezanedbatelnou část roku trávil na léčebných pobytech. Proto začal záhy usilovat o znovurozdělení obou profesur.

Seydlerovi se povedlo v roce 1887 prosadit založení Astronomického ústavu České univerzity Karlo-Ferdinandovy. Ústav další dva roky prakticky neexistoval, takže Seydler jeho název uváděl v uvozovkách. Až v roce 1889 Seydler vyjednal na deset let nájem vily Jana Kindla na Ovinecké ulici č. p. 80 na Letné. Na pozemku byl v následujícím roce podle Seydlerova návrhu postaven provizorní dřevěný pavilon se čtyřmetrovou kupolí a dvěma přístěnky pro stavbu průchodního stroje v poledníku a prvním vertikálu.

Přístroje získal Seydler ze soukromé hvězdárny Stöntch u Pegavy v Sasku z pozůstalosti pastora P. Brödel. Byly to na svou dobu moderní přístroje: refraktor Reinfelder & Hertel o průměru 217 mm a ohnisku 260 cm s Heydeho paralaktickou montáží a příslušenstvím, lomený pasážník (objektiv 54 mm, f/64 cm) a hodiny Strasser a Rohde. Protože šlo o náhodnou koupi a univerzita neměla k dispozici finanční prostředky v plné výši, půjčil Seydler ústavu peníze z vlastní kapsy. Dále pořídil z dotace okulární prisms, universální spektroskop, polarizační helioskop i s dalekohledem a Dawesův dalekohled od profesora chemie a amatérského astronoma Vojtěcha Šafaříka.

V prvních letech se v ústavu prováděly výpočty drah planetek a komet. Vypomáhali přitom studenti, kteří mohli využít ubytování v budově astronomického ústavu. Jedním z nich byl i pozdější profesor astronomie František Nušl (1867-1951).

Seydler zemřel v roce 1891. Profesura, kterou zastával sám, byla rozdělena třem novým profesorům: Vojtěch Šafařík a Gustav Gruss byli jmenováni profesory astronomie a František Koláček profesorem teoretické fyziky. Ředitelem astronomického ústavu se stal Gustav Gruss.

V 90. letech se Astronomický ústav začal zaměřovat na pozorování proměnných hvězd a emisních čar ve spektru některých jasných hvězd. Podílel se také na několikaletém mezinárodním projektu pozorování pohybu pólů a zpracování výsledků.

V roce 1900 se ústav přestěhoval do domu č.p. 635 (dnes Švédská ulice) na Smíchově, pronajatého od c.k. vrchního inženýra Viléma Weingärtnera. Provizorní observatoř byla postavena na zahradě domu. V té době probíhala jednání o výstavbě nových budov pro přírodovědecké ústavy Filozofické fakulty na ulici U Karlova. Plán budovy však neumožňoval stavbu hvězdárny, a tak se od plánu prostor pro astronomický ústav upustilo. Astronomie tak zůstala v provizoriu.

Umístění univerzitní hvězdárny nebylo ani zdaleka ideální. Smíchov byl tehdy rozvíjející se průmyslovou zónou, což zhoršovalo pozorovací podmínky. Už v roce 1909 proběhla první neúspěšná jednání o pronájmu jiné budovy. Astronomický ústav neměl finance ani na nutné opravy domu. Vědecká činnost ústavu byla postupně omezována až ukončena. Pozorovaly se již jen meteory a Měsíc. V letech 1914-1919 Astronomický ústav nevydal žádnou publikaci. Ředitel Gustav Gruss navíc v roce 1907 onemocněl a byl nucen postupně omezovat jak své přednášky, tak výzkum. Jeho přednášky od roku 1910 suploval František Nušl, tehdy docent praktické astronomie a teoretické fyziky.

František Nušl spolupracoval s továrníkem Josefem Janem Fričem na vývoji nových astronomicko-geodetických přístrojů a stavbě nové hvězdárny poblíž Ondřejova. Trávil až půl pracovního týdne mimo Prahu a činnosti smíchovského astronomického ústavu se přímo neúčastnil.

Gruss odešel do penze na začátku roku 1915. Kučera se neúspěšně snažil prosadit rekonstrukci budovy nebo přestěhování.

Prvorepublikové období

Situace ústavu a české vědy vůbec se výrazně změnila po vzniku samostatného československého státu v roce 1918. Proběhlo několik změn, které ovlivnily obě pražské univerzity: dosud společná jmění a práva obou univerzit byla rozdělena nebo přidělena některé z univerzit. Vydělením z Filozofické fakulty vznikla Přírodovědecká fakulta, která byla domovinou matematických a fyzikálních věd až do založení Matematicko-fyzikální fakulty v roce 1952.

Na návrh České astronomické společnosti byla už v listopadu 1918 Státní hvězdárna, kterou do té doby užíval astronomický ústav německé univerzity, převzata do státní správy, přejmenována na Státní hvězdárnu Československé republiky a předána do správy Františku Nušlovi.

Nušl oficiálně převzal veškerý inventář Státní hvězdárny – přístroje, učební pomůcky, zařízení, muzeum, knihovnu a zbylé peníze z dotací s výjimkou mimořádné dotace na vybavení pracoven, která byla ponechána německému ústavu pro zařízení nových, lépe vyhovujících prostor. Německý astronomický ústav se v roce 1920 přestěhoval do fakultní budovy Viničná 4, Prey však v Klementinu bydlel až do roku 1930.

Kromě Státní hvězdárny v Československé republice působila také Státní astrofyzikální a meteorologická observatoř ve Staré Ďale (dnešní Hurbanovo). V roce 1922 získala 60cm zrcadlo od Zeisse, na jehož instalaci došlo až po příchodu Bohumila Šternberka (budoucího ředitele ondřejovské observatoře), který měl zkušenosti s velkými teleskopy. Po Vídeňské arbitráži musela observatoř být evakuována a zrcadlo bylo v roce 1943 instalováno na nové observatoři na Skalnatém Plese (v roce 1978 je nahradil modernější Zeiss).

V roce 1918 měl pražský astronomický ústav stále dvoučlenný odborný personál – adjunkta Jiřího Kavána, který spravoval astrofyzikální observatoř ve Staré Ďale, a vědeckou pomocnou sílu. Následujícího roku převzal ústav do správy nový mimořádný profesor sférické a teoretické astronomie astronom Vladimír Václav Heinrich. Koncem roku 1921 Kaván odešel natrvalo do Staré Ďaly a adjunktura byla zrušena, takže ústav měl opět jen dva odborné pracovníky. Prostřídalo se zde několik demonstrátorů a asistentů, mj. budoucí profesor astronomie Josef Mikuláš Mohr, budoucí ředitel ondřejovské observatoře Bohumil Šternberk, známý popularizátor astronomie Hubert Slouka a budoucí profesor ČVUT Emil Buchar, ale obě místa nebyla systemizovaná a asistenti často pracovali první dva roky bez nároku na mzdu.

Astronomický ústav se potýkal s nedostatkem financí na údržbu budovy a zahrady s provizorní hvězdárnou. Smíchovská průmyslová zóna se mezi-

tím rozvinula a pozorovací podmínky se značně zhoršily. Přístroje instalované na provizorní hvězdárně byly zastaralé [některé pocházely ještě z doby založení ústavu] a vyžadovaly opravy a modernizace. Vědecká činnost ústavu tehdy zahrnovala triangulace a nivelace 1. řádu pro Geodetický ústav, pozorování slunečních skvrn a polárních září.

Od roku 1921 pracoval v Astronomickém ústavu jako mechanik Jindřich Brejla, pracovník Dílny pro přesnou mechaniku bratří Fričů. Brejla provedl potřebné opravy zastaralých přístrojů: zrekonstruoval Seydlerův refraktor, přestavěl osmipalcový dalekohled na dvojitý dalekohled, provedl rekonstrukci pasážníku, podle vlastního návrhu k němu zkonstruoval neosobní mikrometr, nové motorové poháněcí zařízení velkého dalekohledu a komparátor k proměřování fotografií oblohy. Práci v mechanické dílně se účastnil také Bohumil Šternberk, který navrhl a řídil konstrukci vizuálního fotometru Graffova typu, zlepšil mechanickou a elektrickou část smíchovského refraktoru a navrhl konstrukci dvojitého tubusu dalekohledu pro oba nové objektivy. Proběhla také montáž Wolffovy komory, zařízení elektrické a radiové stanice a nových poháněcích hodin. Ředitel astronomického ústavu V. V. Heinrich díky poválečné deflaci získal za nízkou cenu nové přístroje: 26cm Zeissův vizuální objektiv (ještě ve 30. letech největší objektiv v Československé republice), 17cm Zeissův fotografický objektiv, 60cm Schmidtovo zrcadlo 1:5 a 30cm Schmidtovo zrcadlo 1:12. V roce 1932 Heinrich odcestoval do USA a vyjednal od prof. Struveho z Yerkesovy observatoře plány a modely pro konstrukce velkého zrcadlového dalekohledu. Po návratu do Prahy nechal u firmy Kolben a Daněk vyrobit stavěcí pilíř k šedesáticentimetrovému Schmidtovu zrcadlu. Ke stavbě velkého dalekohledu už ale nedošlo. Heinrichovy plány překazilo vyhocení dlouholetých sporů s profesorským sborem Přírodovědecké fakulty a personálem smíchovského astronomického ústavu.

V roce 1934 převzal ústav do prozatímní správy profesor teoretické fyziky Viktor Trkal (1888-1956). Protože Trkalovým oborem nebyla astronomie, vykonával vědeckou práci soukromý docent J. M. Mohr. Ten se tehdy zabýval stelární statistikou, výpočty rozptylových rychlostí hvězd v blízkosti Slunce a stanovením vzdálenosti Slunce od galaktického jádra. V létě 1936 odjel na studijní pobyt do Anglie za účelem opatření materiálu pro studium vlastních pohybů hvězd v Kapteyn Selected Areas až do 16. magnitudy, který mohl zpracovávat i v ústavě nevybaveném moderními přístroji, a zjištění možností použitelnosti dalekohledu astronomického ústavu, aby práce s ním konané měly vědeckou cenu. V roce 1938 Mohr odešel a na místo asistenta nastoupil Závěš Bochníček.

V druhé polovině 30. let byla na zahradě astronomického ústavu zkonstruována nová pozorovací budka se starším dalekohledem určeným pro studentská

praktika. Část problémů s nedostatkem vyhovujících prostor byla vyřešena v roce 1938, kdy Národní a univerzitní knihovna uvolnila sklepní místnosti v klementinské hvězdárně. Byly plánovány proměřování dvojhvězd a fotometrie zákrutových proměnných hvězd. Vybavení astronomického ústavu na Smíchově však už nemělo klíčový význam pro pozorování, protože už v roce 1933 byl finalizován dar Ondřejovské hvězdárny Československé republiky pro účely Univerzity Karlovy.

Doba okupace

Během okupace dostaly český výzkum i výuka těžkou ránu v podobě uzavření českých vysokých škol „na tři roky“ dne 17. listopadu 1939. Následné opatření umožnilo některé univerzitní institute znovu otevřít pouze pro vědeckou práci na základně posouzení německými odborníky a pod jejich dohledem. Astronomický ústav na Smíchově po celou dobu druhé světové války fungoval bez přerušení, patrně díky umístění mimo univerzitní budovy a omylu okupantů.

Německý profesor astronomie Schaub se postupně dozvěděl o existenci smíchovského astronomického ústavu a ondřejovské observatoře. Smíchovský ústav navštívil pouze jednou a nechal odtamtud odvézt několik přístrojů a kusů nábytku. Jeho zájem vzbudila modernější ondřejovská observatoř. V roce 1943 si u říšského protektora vymohl její zábor. Český personál na hvězdárně zůstal, Schaub s sebou přivezl pouze jednoho asistenta a sekretářku. Němečtí a čeští astronomové spolu podle dochovaných svědectví vycházeli bez větších problémů až do konce války a Pražského povstání. Tehdy došlo k několika konfrontacím, po kterých Němci opustili hvězdárnu a byli později zatčeni a deportováni.

Poválečné období a založení ČSAV

V prvních poválečných letech značně vzrostl zájem o studium na českých vysokých školách. Velké množství studentů se po roce 1939 vzdělávalo neoficiálně, v případě astronomů na přednáškách Petřínské hvězdárny. Z válečných let se navíc nahromadilo hned šest ročníků studentů, kteří po gymnáziu nemohli dál studovat.

Astronomický ústav prozatímně spravoval Viktor Trkal. V roce 1948 jej vystřídal ředitel Ústavu analytické chemie Oldřich Tomíček. Vědecký personál

sestával ze čtyř osob: asistentů Závise Bochnička a Jiřího Boušky, vědeckého pomocníka Miroslava Plavce a demonstrátora Vladimíra Vanýska.

V roce 1952 proběhla reorganizace české vědy po vzoru Sovětské akademie věd. V lednu byla usnesením vlády zřízena komise, která měla za úkol vyhodnotit stav a perspektivu československé vědy a existujících vědeckých pracovišť, vybrat z vědeckých institucí budoucí kandidáty pro členství v budoucí nové akademii věd a připravit zákon o jejím založení. Československá akademie věd byla založena zákonem ze dne 29. října 1952. Státní hvězdárna a observatoř v Ondřejově byly zcela sloučeny a k 1. lednu 1954 vznikl Astronomický ústav ČSAV (AsÚ ČSAV, dnes AsÚ AV). Jeho prvním ředitelem byl Bohumil Šternberk v letech 1954-1968.

Katedra astronomie a astrofyziky MFF UK již od založení ČSAV spolupracovala s jejím AsÚ AV. Hvězdárna ve Švédské ulici disponovala 65cm reflektorem s fotometrem pro mnohonásobnou fotometrii, který byl umístěn v Ondřejově, a dvojitým refraktorem (f/12,5 25 cm, f/18 17 cm), velkou Maksutovovou komorou (62,5/83/187 cm) a dalším přístrojovým vybavením umístěným na hvězdárně Kletě, postavené v roce 1958.

Výzkum byl v 50. až 70. letech zaměřen na meziplanetární a mezihvězdnou hmotu. Na konci 50. let G. Alter, J. Ruprecht a V. Vanýsek sestavili lístkový katalog hvězdokup a hvězdných asociací. Tento projekt se stal prototypem ve svém oboru a je postupně aktualizován. Na Kletě se systematicky určovala poloha všech viditelných komet, fotometrovala se jejich jasnost, zkoumaly se jejich fyzikální a chemické charakteristiky a porovnávaly s vlastnostmi mezihvězdné hmoty. Prováděla se analýza měsíčních zatmění. Výsledky zjišťování poměrů rozměrů a hloubky kráterů na Měsíci a planetách potvrdily dopadovou teorii jejich vzniku. Probíhal výzkum v některých oborech stelární astronomie: stelární statistice, zákrytových proměnných, obálek hvězd. V. Vanýsek, který řídil Katedru astronomie a astrofyziky v letech 1970-1986 a 1987-1990, se svými spolupracovníky rozvinul výzkum meziplanetárního i mezihvězdného materiálu a spolupráci se zahraničními pracovišti. Relativistickou astrofyzikou, kosmologií a výzkumem černých děr se zabývala také katedra teoretické fyziky pod vedením J. Bičáka.

V roce 1997 se Astronomický ústav přestěhoval ze Švédské ulice do areálu fyzikálních ústavů Matematicko-fyzikální fakulty v Troji, kde sídlí dodnes.

Kapitola o AÚ UK čerpá z těchto zdrojů:

- [1] Web AÚ UK: <https://astro.troja.mff.cuni.cz/index.html>
- [2] Povětroň, 2015, vydání 2, <https://sirrah.troja.mff.cuni.cz/~mira/ashk/povetron-2015-02.pdf>
- [3] Šolcová, Alena, and Martin Šolc. 'Profesor August Seydler, astronom, fyzik a humanista'. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie* 42, no. 4 [1997]: 188–209.
- [4] Šolc, Martin. 'A Note to the Astrographic Camera of the Astronomical Institute of the K. k. Bohemian University in Prague'. *Acta Universitatis Carolinae. Mathematica et Physica* 46, no. 3 [2005]: 239–48.
- [5] Hyklová, Petra. 'Research and Education at Astronomical Institutes of the Czech and German Universities in Prague in Years 1882-1945'. Dissertation, Charles University, 2022. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/177522>.
- [6] Fischer, Karl A. F., and Peter Hibst. 'Die deutsche Astronomie in Böhmen und Mähren in den letzten hundert Jahren'. *Bohemia* 24, no. 2 [31 December 1983]: 275–94. <https://doi.org/10.18447/BoZ-1983-2913>.
- [7] Šternberk, Bohumil. 'Vzpomínky Na Minulost'. *Říše Hvězd* 59, no. 12 [1978]: 245–58.
- [8] Heinrich, Vladimír Václav. *Astronomický Ústav Karlovy University a Můj Tak Zvaný Disciplinární Příklad. Stíny Autonomie*. Praha: self-publishing, 1935.
- [9] Kopal, Zdeněk. 'Ondřejovská Hvězdárna Za Druhé Světové Války'. In *Ondřejovská Hvězdárna 1898-1998: Sborník o České a Moravské Astronomii Uspořádaný Ke 100. Výročí Ondřejovské Hvězdárny a 650. Výročí University Karlovy*, 130–34. Ondřejov: Astronomický ústav AV ČR, 1998.
- [10] Pavlíček, Tomáš W., and Martin Šolc. 'Cesty Československých Astronomů k Mezinárodnímu Uznání v Dobách Totalitního Řízení Vědy'. In *Nesvoboda, Despcie a Totalitarismus v Kultuře a Kulturních Dějinách*, edited by Radomír Vlček, 490–520. Praha: Česká společnost pro slavistická, balkanistická a byzantologická studia – Historický ústav AV ČR – Slovanský ústav AV ČR, 2021.

4. Univerzita Komenského v Bratislave

Dušan Kalmančok, Tomáš Paulech

Mnoho budov a inštitúcií na našom území vzniklo za historicky zaujímavých okolností. Pre astronomické observatóriá to vzhľadom na ich vedecké určenie a špecifické nároky a požiadavky platí dvojnásobne. Dôkazom toho je nepochybne viacero príspevkov v tejto publikácii. Na týchto stránkach by sme čitateľovi radi priblížili históriu vzniku Astronomického a geofyzikálneho observatória v Modre (ďalej len AGO), ktoré spadá pod Fakultu matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave (FMFI UK). Na vybudovanie observatória doslova na zelenej lúke uprostred Malých Karpát na juhozápadnom Slovensku

sa muselo vo vhodnom čase stretnúť viacero kľúčových okolností a hlavne osôb. To sa v poslednej štvrtine 20. storočia pri zrode myšlienky a neskôr samotnej realizácii budovania AGO podarilo. Aké teda boli okolnosti vzniku a následnej vedeckej a pedagogickej činnosti pracoviska počas uplynulých viac ako troch desaťročí?

Projekt "Južná stanica"

Hoci astronómia na území dnešného Slovenska má nepochybne podstatne dlhšiu históriu¹, v priebehu 20. storočia boli okrem UK jej nepochybnými centrami u nás Astronomický ústav SAV v Tatranskej Lomnici a Slovenská ústredná hviezdáreň v Hurbanove. Ako uvidíme ďalej, obe tieto inštitúcie sú úzko previazané aj so vznikom AGO v Modre.

Na pôde AÚ SAV pôsobilo okrem iných aj oddelenie medziplanetárnej hmoty (MPH), ktoré bolo čiastočne lokalizované v Bratislave. Práve jeho pracovníci pod vedením RNDr. Juraja Zverka, DrSc. z AÚ SAV v Tatrách založili pracovnú skupinu, ktorá mala za cieľ nájsť vhodnú lokalitu, ktorá by spĺňala náročné podmienky pre vybudovanie vedeckého observatória mimo priestoru Vysokých Tatier, pričom svoj projekt trefne nazvali „Južná stanica“.

Dr. Pittich a Dušan Kalmančok z oddelenia MPH v Bratislave navrhli pridať do výberu i kopce na západnom Slovensku - Veľkú Homolu a Klokoč, ktoré sa zaradili k Šimonke, Holici pri Rožňave, Kojšovskej holi, Fabovej holi, Poľane, Pipitke, Vtáčniku a Považskému Inovcu. Astroklimatický prieskum pozostával z meteorologických meraní a najmä pozorovania oblohy malými prístrojmi na týchto lokalitách a to dva týždne v lete a dva týždne v zime v rokoch 1974 a 1975. Získaný fotografický a meteorologický materiál bol spracovaný a vyhodnotený na observatóriu na Skalnatom plese s výsledkom, ktorý bol pomerne prekvapujúci. Ako najlepšie stanice boli vyhodnotené Kojšovská hoľa a Pipitka. Hneď po nich nasledovala Veľká Homola v Malých Karpatoch. Práve táto lokalita na rozdiel od prvých dvoch menovaných spĺňala navyše aj ďalšie dôležité kritériá týkajúce sa prístupnosti terénu, reálnej dostupnosti inžinierskych sietí (najmä elektriny) a v neposlednom rade bola neďaleko od hlavného mesta, čo sa ukázalo ako kľúčové nielen pre pracovníkov oddelenia MPH, ale najmä pre budúcu vysokoškolskú výchovu astronómov na pôde Univerzity Komenského. Za podpory prof. Kresáka,

¹ Spomeňme napríklad Academiū Istropolitanu v 15. storočí, kde prednášal jeden z najvýznamnejších astronómov predkoperníkovej éry Johannes Müller – Regiomontanus alebo prvé observatórium v hornom Uhorsku dokončené v r. 1754 na pôde Trnavskej univerzity, na ktorého zriadení sa podieľal aj Maximilián Hell.

prof. Hajduka a dr. Štohla sa trojica pracovníkov z projektu Južná stanica, menovite dr. Pittich, prof. Porubčan a Dušan Kalmančok, podujala urobiť prieskumný výstup na Veľkú Homolu z juhovýchodnej strany (od mesta Modra), aby priamo na mieste preskúmali podmienky, za ktorých by sa na tomto kopci mohlo náročné budovanie vedeckého pracoviska realizovať. Lokalita



Obr. 4.1: Pôvodná lokalita pod Veľkou Homolou vybraná pre stavbu AGO

sa ukázala v základných parametroch ako vhodná, hoci bolo potrebné určiť presné umiestnenie nielen s ohľadom na vedecké, no i celkom praktické potreby. Išlo najmä o možnosť vybudovať spevnenú cestu, zaviesť elektrinu, získať prístup k pitnej vode a podobne. Umiestnenie budúceho observatória stanovili „empiricky“ dr. Štohl a D. Kalmančok jazdou bežným osobným autom po lesných cestách smerom na Veľkú Homolu zo Zochovej chaty. Dokázali sa vyviezť do výšky 535m nad morom, pričom ďalej už bol terén celkom nezjazdny a strmý. Obhľadli okolie a vybrali vhodné nezalesnené miesto na miernom svahu a jeho polohu vyznačili na mape. Práve na tomto mieste dnes stojí AGO.

Astronómia na Univerzite Komenského

Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave vznikla v r. 1940. Astrofyziku tu začal prednášať prof. Dionýz Ilkovič a Dr. Bečvář, ktorý dokonca v r. 1939 založil v Bratislave Astronomický ústav na Slovenskej Univerzite². Najmä zásluhou prof. Končeka, významného slovenského klimatológa, vzniká v r. 1952 na Prírodovedeckej fakulte UK Katedra astronómie, geofyziky a meteorológie (KAGM). Postupne sa na nej zvyšuje počet pedagógov, prichádzajú dr. Bochniček, dr. Guth a dr. Hajduková. V r. 1969 preberá funkciu vedúceho katedry doc. Vladimír Peterka a nastupuje nový pedagóg Dr. Pavel Paľuš. Katedra od roku 1980 prechádza pod Matematicko-fyzikálnu fakultu UK (MFF), ktorej odčlenenie od Prírodovedeckej fakulty dozrievalo už v 70. rokoch. Obe tieto astronomické pracoviská v Bratislave, teda KAGM MFF UK

² Počas Slovenského štátu bola Univerzita Komenského premenovaná na Slovenskú univerzitu.

a Oddelenie MPH AÚ SAV v Bratislave veľmi úzko spolupracovali. Spájali ich okrem iného aj spoločný záujem o vybudovanie observatória. Motiváciou KAGM bolo pochopiteľne na observatóriu realizovať praktickú výchovu študentov. V projekte výstavby novej budovy fakulty MFF UK sa pôvodne počítalo aj s observatóriom, no pre nedostatok financií sa tieto plány nakoniec nenaplnili.

Členovia projektu Južná stanica, ktorí nenašli pre budovanie observatória v Malých Karpatoch podporu priamo na pôde AÚ SAV, sa celkom logicky obrátili na kolegov z MFF UK, konkrétne prof. Peterku a doc. Paľuša s otázkou, či by nespojili sily v snahe o vybudovanie takéhoto pracoviska. Vznikla tak úzka spolupráca dvoch inštitúcií so spoločným cieľom, pričom celkom prirodzene riešili dve základné úlohy: získať pre budúce pracovisko kľúčové prístroje a vybudovať všetko potrebné zázemie – technické i obytné budovy, inžinierske siete, prístupovú komunikáciu atď.

Ďalekohľad pre observatórium

Z pohľadu prístrojového vybavenia boli v hre dve alternatívy. Prvou bolo zakúpiť pomerne nákladný nový prístroj a v tomto smere najmä prof. Kresák vykonal aj niektoré konkrétne kroky (uvažovalo sa o kúpe Maksutovovej, či Schmidtovej komory), no nakoniec sa pre nedostatok prostriedkov ukázala táto cesta neschodná. Druhou alternatívou bolo získať lacnejší použitý prístroj. Zhodou okolností sa práve v tom čase (r. 1978) riaditeľka AÚ SAV Dr. Ľudmila Pajdušáková rozhodla v spolupráci s Astronomickým ústavom ČSAV v Ondřejeve, Ministerstvom školstva a vedy a tiež Ministerstvom kultúry zadať vláde SSR pomerne veľkú objednávku pre astronómiu. Išlo o dva moderné ďalekohľady od firmy Carl Zeiss Jena, ktoré mali zrkadlá s priemerom 65 cm. Jeden bol určený pre observatórium AÚ SAV na Skalnatom plese a druhý pre Krajskú hviezdáreň Hlohovec, ktorú v tom čase viedol Dr. Elemír Csere.

Z tohto dôvodu bolo ešte v tom roku potrebné pomerne rýchlo demontovať existujúci starší prístroj – 60 cm zrkadlový ďalekohľad používaný na Skalnatom plese. Prístroj technici rozobrali, citlivé veci uložili do debien a konštrukčné časti zložili vonku pred hviezdárňou, nakoľko predpokladali, že tu pracovný život tohto, vtedy už viac ako 50-ročného najväčšieho a najstaršieho astronomického ďalekohľadu na Slovensku skončí. Neskôr prístroj po častiach previezli na Astronomický ústav do Tatranskej Lomnice. Vedenie ústavu po jeho demontáži ešte nejaký čas neúspešne hľadalo priestory pre jeho umiestnenie

napr. v Technickom múzeu v Košiciach, no pre zlý technický stav demontovaných dielov a tiež z priestorových dôvodov sa zámer neuskutočnil.

História 60 cm ďalekohľadu

Na tomto mieste je vhodné spomenúť aspoň v krátkosti pohnutú históriu tohto prístroja, pretože, ako uvidíme, práve s ním je úzko zviazaná existencia troch kľúčových astronomických inštitúcií na Slovensku. Príbeh začína ešte za Rakúsko-Uhorska v Starej Ďale (dnešnom Hurbanove), kde v r. 1871 založil dr. Mikuláš Thege Konkoly vedecké pracovisko venované najmä výskumu Slnka, zemského magnetizmu a meteorológie. Po jeho smrti v r. 1916 a po vzniku prvej Československej republiky v r. 1918 sa dostalo do správy Státní hvězdárny v Prahe – Klementíne. Vďaka úsiliu Dr. J. Kavána, vtedajšieho správcu observatória, bol pre pracovisko u firmy Carl Zeiss Jena v Nemecku objednaný 60 cm astronomický zrkadlový ďalekohľad. Objednávka sa mala uhradiť v rámci vojnových reparácií. Prístroj bol pravdepodobne dodaný už v r. 1924, no jeho uvedenie do prevádzky sa zdržalo pre technickú náročnosť až do roku 1928. To sa podarilo najmä vďaka Dr. B. Šternberkovi, ktorý s týmto reflektorom dosiahol zakrátko významný medzinárodný ohlas. Pomocou ďalekohľadu totiž urobil 18. a 21. marca 1930 prvé (a mimoriadne presné) fotografické pozičné snímky novoobjavenej planéty Pluto v Európe.

Na jeseň v r. 1938 sa po Viedenskej arbitráži stala Stará Ďala súčasťou Maďarska, a preto bolo treba čo najrýchlejšie hviezdáreň evakuovať, nakoľko celé jej zariadenie bolo majetkom Československej republiky. Prístroje a dokumentácia mali byť prevezené do Pražskej hviezdárne v Ondřejeve neďaleko Prahy, kde bratia Fričovci v r. 1898 vybuvovali súkromnú hviezdáreň, ktorú však pri 10. výročí vzniku Československa darovali štátu. Všetko hodnotné vybavenie hviezdárne v Starej Ďale, najmä však ďalekohľad a iné prístroje, bolo za niekoľko hodín narychlo naložené za pomoci vojska do vagónov. V rámci predvojnových hektických okolností sa však do Ondřejeva dostali iba vagóny s vybavením hviezdárne, samotný vagón s ďalekohľadom už hranice rozdelenej republiky neprekročil. Naopak, ocitol sa na východe Slovenska – v Prešove. Dr. A. Duchoň, starosta Prešova, mal totiž v pláne vybudovať okolo neho štátne observatórium s kupolou na vodárenskej veži. Kupola i budova však boli pre prístroj bez výraznej a nákladnej rekonštrukcie nevhodné, takže jeho plán neuspel.

Medzitým v období rokov 1940-1943 prebieha pod vedením Dr. Antonína Bečvářa výstavba budúceho Štátneho astronomického observatória

na Skalnatom plese. Dr. Bečvářovi sa podarilo ako hlavný prístroj pre toto pracovisko získať práve 60 cm ďalekohľad z Prešova. Prevoz sa uskutočnil v septembri 1941 a prvé pozorovania ním v Tatrách vykonal 19. septembra 1943. To všetko sa dialo uprostred zúriacej 2. svetovej vojny. Na jej konci ustupujúce nemecké vojská dostali príkaz všetky nemecké prístroje z okupovaných území demontovať a odviezť. Iba zhodou šťastných náhod a duchaprítomnosti aj osobnej statočnosti pracovníkov na Skalnatom plese na čele s Dr. Bečvářom a tiež zamestnancov lanovky, sa nemeckým vojacom nepodarilo odviezť prístroje a ani zničiť budovu observatória. Dr. Bečvář následne pôsobil na Skalnatom plese až do r. 1950. Po vzniku SAV v r. 1953 observatórium prešlo pod správu Astronomického ústavu SAV v Tatranskej Lomnici. Vedecký program „starodávskej šesťdesiatky“ bol v období nasledujúcich viac ako troch dekád zameraný primárne na stelárnu fotometriu, pozičné merania komét a najmä asteroidov. Týmto prístrojom bola objavená aj prvá „slovenská“ planétka – Tatry. Až do roku 1967 išlo o najväčší optický prístroj v republike, kým ho neprekonal dvojmetrový ďalekohľad v Ondřejove.

Asi nikto po demontáži ďalekohľadu na Skalnatom plese v roku 1978 a jeho nahradení novým prístrojom nepredpokladal, že mu bude onedlho vdýchnutý nový život na opačnom konci republiky a bude spoľahlivo fungovať ďalšie dlhé desaťročia až dodnes - bezmála sto rokov, odkedy videl prvé svetlo.

Budovanie AGO

Po tom, čo bol 60 cm ďalekohľad hlavným prístrojom v Starej Ďale a neskôr na Skalnatom plese, stál aj pri zrode tretieho dôležitého astronomického pracoviska – Astronomického a geofyzikálneho observatória v Modre. Ako bolo spomenuté vyššie, spojený tím oddelenia MPH AÚ SAV a MFF UK v Bratislave hľadal pre nové zamýšľané pracovisko nosný prístroj. Vedeli o tom, že 60cm ďalekohľad je demontovaný a nevyužitý a po pomerne zložitých jednaniach sa im podarilo tento prístroj z Tatranskej Lomnice získať. Mohla sa teda naplno rozbehnúť nielen jeho technická renovácia, ale tiež výstavba budovy observatória pod Veľkou Homolou, do ktorej mal byť osadený.

Na MFF UK sa po prof. Peterkovi v r. 1981 stáva vedúcim KAGM prof. Gustáv Siráň. Jeho spočiatku skeptický postoj k renovácii prístroja a stavbe observatória sa najmä pod vplyvom odborných názorov Dr. Štohla a predovšetkým Ing. Zichu (hlavného inžiniera Ondřejovského 2 m ďalekohľadu) výrazne zmenil a stal sa z neho zanietený a vplyvný propagátor tejto myšlienky. Pod jeho

vedením sa skupina zložená predovšetkým z doc. Paľuša, doc. Hajdukovej, dr. Pitticha a D. Kalmančoka, ale aj množstva ďalších ochotných kolegov a študentov pustila do práce. Práve Dušan Kalmančok sa stal kľúčovou osobou dozerajúcou na technickú obnovu prístroja, ale riadil tiež stavebné práce v Malých Karpatoch.

Z pohľadu technickej rekonštrukcie prístroja bolo nevyhnutné po rokoch, kedy bol nepoužívaný v demontovanom stave v prvom kroku všetky jeho súčiastky individuálne očistiť, zmerať a zdokumentovať s cieľom následne ich znova zostaviť do funkčného celku. Tak ako predtým v histórii ďalekohľadu, ani vtedy to nebola jednoduchá úloha a skupina okolo D. Kalmančoka si dokonca



Obr. 4.2: 60cm ďalekohľad AGO v podobe po inštalácii vyžiadala od Vatikánskeho observatória v Castel Gandolfo pri Ríme dokumentáciu, keďže od firmy Zeiss Jena mali zakúpený podobný prístroj. Žiaľ, ukázalo sa, že prístroje boli až na tubus konštrukčne odlišné, a tak zostávalo iba zdĺhavé a prácne reštaurovanie a zostavovanie jednotlivých dielov: okrem základných statických prvkov najmä motory, osi, kolesá, prevodovky, senzory a celkovo elektronické riadenie ďalekohľadu v deklinácii aj rektascenzii. Táto etapa zaberala takmer dva roky práce pracovníkov aj študentov MFF a SAV. Prístroj bol nakoniec pripravený na inštaláciu a zostávalo už len postaviť preň zodpovedajúci domov – budovu observatória.

Výstavba hlavnej budovy AGO v Modre bola zahájená 1. 10. 1984, ako tzv. podlimitná stavba s rozpočtom okolo 2 milióny korún československých a bolo ju preto potrebné dokončiť v priebehu dvoch rokov. Samotným stavebným prácam predchádzali pomerne náročné geodetické, geologické a projektantské úkony, príprava stavebnej parcely v skalnatom teréne a v neposlednom rade

zdĺhavé hľadanie dodávateľov na takúto atypickú stavbu v náročnej lokalite. Stavby samotnej budovy sa ujalo Jednotné roľnícke družstvo Lakšarská Nová Ves opäť za dozoru D. Kalmančoka a výrazného príspevia brigádnikov z radov astronómov. Samozrejme, nezabudlo sa na vybudovanie samostatne stojaceho 9 m vysokého piliera v strede rastúcej budovy so základmi asi 1 m pod budovou priamo na skalnatom podlaží. Celkom samostatnou otázkou bolo obstaranie 8 metrovej kupoly. Keďže jej zakúpenie od zahraničného dodávateľa by presiahlo rozpočet na celú stavbu, opäť bolo potrebné zhotoviť ju svojpomocne – v tomto prípade sa na realizáciu atypickej konštrukcie s hmotnosťou 6 ton podujali pracovníci technickej prevádzky Automotoklubu pri TAZ v Trnave. Lešenárske, zväračské a klampiarske práce trvali poldruha roka vrátane svojpomocného oplechovania pláštia kupoly pod vedením zanieteného D. Kalmančoka. Po zhotovení týchto prvkov hrubej stavby nasledovali nielen interné inštalácie, no napríklad aj hydraulické pódium v kupole, ktoré dodnes spoľahlivo umožňuje servisné práce okolo ďalekohľadu. Dodala ho firma HYDAC, s.r.o. z Martina³. Konečne sa teda mohlo pristúpiť k inštalácii samotného prístroja na pripravené miesto v novej budove. To prebehlo pomerne bezproblémovo, a tak sa po kolaudácii budovy koncom roka 1989 mohlo začať s pravidelnými astronomickými a meteorologickými pozorovaniami.

Druhá etapa výstavby

Pre novovzniknuté pracovisko v lone karpatskej prírody bolo pochopiteľne potrebné dobudovať viacero životne dôležitých súčastí, ako je zdroj pitnej vody, technológie pre čistenie odpadových vôd, spevnená prístupová cesta, požiarňa nádrž, permanentné elektrické a telefónne vedenie, ale tiež prevádzková a seminárna budova a niekoľko menších budov s technológiami vrátane optického dátového prepojenia medzi budovami. Zároveň sa však po skončení prvej etapy výstavby rozvíjalo vedecké a vzdelávacie vybavenie observatória. Pribudli budovy pre geofyzikálny výskum magnetického poľa Zeme, paleomagnetický pavilón so zariadením MAVACS na meranie remanentného magnetizmu hornín a v neposlednom rade dodnes pracujúca seizmologická kobka, ku ktorej vedie pod terénom 10 m chodba, pričom samotný seizmograf je osadený na neporušenom skalnatom podlaží. V tomto období sa podarilo vystavať aj ďalšiu budovu pre zamýšľaný cca 40 cm študentský ďalekohľad v podstatne menšej

kupole s priemerom 5 m. V roku 2016 sa do nej podarilo inštalovať celkom nový a podstatne väčší a modernejší prístroj – 70 cm reflektor na vidlicovej montáži. Veľmi rýchlo sa stal ťažiskovým vedeckým prístrojom pracoviska. V tejto budove je tiež vybudovaný absolútny gravimetrický bod, kde pracovníci GKÚ SAV a STU vykonávajú merania tiažového zrýchlenia Zeme. Druhá etapa výstavby Astronomického a geofyzikálneho observatória MFF UK bola ukončená 10. júna 1992, pričom bola v tento deň slávnostne odovzdaná do prevádzky rektorom UK prof. Jurajom Švecom, DrSc. a dekanom MFF UK doc. Petrom Mederlym, CSc. Ani po tomto termíne samozrejme stavebný ruch na AGO celkom neutíchoľ a dobudovávali sa ešte niektoré doplnkové pavilóny – slnečný pavilón, pavilón pre Schumannove rezonancie, pavilón pre meteorické komory, taktiež permanentné stanice GPS a ďalšie.

Vedecký program 60 cm ďalekohľadu

Na rozdiel od čias jeho prevádzky na Skalnatom plese, bol vďaka napredovaniu technológií 60 cm ďalekohľad čoskoro po sprevádzkovaní na AGO v Modre vybavený najmodernejšou technikou – CCD kamerou ST6 – prvou digitálnou kamerou na snímanie obrazu v astronómii na Slovensku - osadenou v primárnom ohnisku prístroja (329 cm). Ukončila sa tak dlhá a úspešná éra využitia fotografických platní.



Obr. 4.3: 70cm ďalekohľad AGO pre sledovanie kozmického odpadu

Vedecký program sa sústreďoval najmä na astrometriu malých telies Slnečnej sústavy – primárne asteroidov a komét. Za nasledujúce dve desaťročia bude ďalekohľadom objavených viac ako 140 nových asteroidov (medzi nimi aj blízkozemské) s definitívnym očíslovaním a často aj s pomenovaním. Mnohé asteroidy tak nesú mená po slovenských osobnostiach (Antonhajduk, Rúfus, Dobšinský, Satinský, Ivankrasko, ...), mestách (Modra, Pezinok, Senec, Prešov...), alebo ich názvy inak súvisia so Slovenskom (Istropolitana, Comeniana, Poloniny...) Pozorovania boli pod kódovým označením pracoviska 118 zasielané dlhé roky do Minor Planet Center Circulars. Prioritne sa tiež pozorovali novoobjavené, blízkozemské a nezvyčajné telesá publikované na NEO Confirmation Page. K pozícnym pozorovaniam začali od roku 1998 pribúdať aj na čas a kvalitu náročnejšie foto-

³ Je až neuveriteľné, že tí istí špecialisti tejto firmy zabezpečovali menšiu opravu na tomto zariadení v r. 2021, teda viac ako 30 rokov po dodaní pódia. Ešte pozoruhodnejšie je, že zariadenie zhotovili aj servisovali bez nároku na odmenu.

metrické pozorovania v spolupráci s dr. P. Pravcom z Ondřejova. Tie sú využívané najmä na určenie rýchlosti rotácie a tvaru telesa, ale niekedy je možné zistiť aj jeho povrchové vlastnosti, prípadne približnú polohu pólu alebo podvojnú asteroidu. Fotometrický výskum V-typu asteroidov (tzv. Vestoidov) a vybraných NEA objektov pod vedením Dr. Adriana Galáda prebieha až do súčasnosti.

Vedecký program 70 cm ďalekohľadu

Ako bolo spomenuté vyššie, od roku 2016 sa v menšej kupole AGO nachádza najnovší a najväčší prístroj pracoviska – 70 cm Newtonov ďalekohľad. Vedeckého programu na tomto prístroji sa s entuziazmom ujal Dr. Jiří Šilha, ktorý sa v r. 2017 vrátil z Astronomického ústavu Univerzity v Berne vo Švajčiarsku, pričom sa mu pomerne rýchlo, aj vďaka získaným medzinárodným grantom a spoluprácam, podarilo vytvoriť vedecký program pozorovania kozmického odpadu s významným zapojením študentov FMFI UK. Realizujú sa tu astrometrické a fotometrické pozorovania umelých telies na nízkych (LEO) aj vyšších orbitách okolo Zeme s cieľom upresnenia ich dráhových a fyzikálno-materiálových vlastností so zreteľom na riziká zrážky s inými telesami. Dodatočné vedecké informácie prinesú rozbiehajúce sa spektroskopické pozorovania kozmického odpadu a synchrónne pozorovania optickými a laserovými systémami s partnerskými inštitúciami.

Projekt AMOS a rozvoj meteorickej astronómie na AGO

Samostatnou vedeckou oblasťou, ktorá sa začala v rámci AGO paralelne rozvíjať, je meteorická astronómia. V prvých fázach išlo o fotografické a radarové pozorovania, od roku 2007 boli nasledované konštrukciou vlastného systému špecializovaných celoblohových videokamier pod názvom AMOS. Sady týchto prístrojov dnes tvoria globálnu sieť rozmiestnenú po viacerých



Obr. 4.4: Automatická stanica systému AMOS inštalovaná na AGO

kontinentoch sveta. Viacstaničné pozorovania umožňujú zistiť dráhy jednotlivých pôvodných meteoroidov v Slnčnej sústave, najmä však určovať fyzikálne charakteristiky meteorických rojov a v kombinácii so spektrálnymi kamerami dokážu poskytnúť aj informácie o zložení a základných fyzikálnych a chemických charakteristikách podstatných pre kategorizáciu meteoru. Tím projektu AMOS pod vedením doc. J. Tótha podnikol aj viacero expedícií za hľadaním meteoritov, pričom najväčší úspech zaznamenali nájdením mnohých úlomkov meteoritu Košice, ktorý spadol v roku 2010.

Meranie geomagnetického poľa

Na meranie geomagnetického poľa sa používalo automatické geomagnetické observatórium ELSEC 8600. Zariadenie bolo inštalované v paleomagnetickom pavilóne, v ktorom ani jeden zo stavebných prvkov nebol feromagnetický. Súčasťou magnetometra bol trojosový fluxgateový snímač pre meranie X, Y a Z-zložky geomagnetického poľa a jeho variácií a protónový precesný magnetometer (PPM), ktorý meral absolútnu hodnotu geomagnetického poľa. Protónový magnetometer meral každú polhodinu a údaje z fluxgate snímača boli ukladané každú minútu.

Monitorovanie Schumannových rezonancií

Schumannove rezonancie (SchR) sú elektromagnetické oscilácie v dutine medzi spodnou hranicou ionosféry a povrchom Zeme, ktoré sú excitované planétárnou aktivitou atmosférických výbojov (blesky). Dutina-rezonátor má vlastné frekvencie v pásme extrémne nízkych frekvencií (ELF, 3 Hz-3kHz). Základný mód rezonancií má frekvenciu okolo 7,8 Hz.

Aparatúra pre meranie vertikálnej elektrickej zložky SchR pozostávala z meracej kapacitnej antény (duralová elektróda o rozmere 0,4x0,6 m) na 5 metrovom stožiaru z kvalitných izolátorov, pod anténou v hĺbke asi 1 m boli uložené dosky z pozinkovaného plechu, ktoré tvorili druhú elektródu.

Merací systém MAVACS

V pavilóne pre paleomagnetické merania bola postavená originálna konštrukcia šiestich ortogonálnych Helmholtzových cievok o rozmeroch 2x2x2 metre. Systém cievok umožnil v objeme asi 5 litrov eliminovať geomagnetické pole a vzniklo tzv. magnetické vákuum. V tomto priestore sa merala remanentná magnetizácia v horninových vzorkách.

Monitorovanie zemetrasení

Analýza prístrojových záznamov seizmických vln na povrchu Zeme je kľúčom k poznaniu nielen seizmického, ale aj iných fyzikálnych modelov vnútra Zeme. Šírenie seizmických vln v Zemi a následný kmitavý pohyb povrchu Zeme často znamená zemetrasenie. Je preto potrebné skúmať zemetrasenia a na základe toho nájsť spôsob, ako predpovedať seizmický pohyb a účinky budúcich zemetrasení.

V roku 2003 bola dokončená modernizácia Národnej siete pozostávajúca z 12 seizmických staníc. Jej súčasťou je aj stanica MODS na AGO. Tieto stanice sú súčasťou medzinárodného monitorovania zemetrasení. Hlavnou úlohou národnej siete je zaznamenať a lokalizovať zemetrasenia, ktoré majú epicentrum na našom území a môžu sa prejaviť makroseizmickými účinkami [t.j. účinkami na ľudí, objekty, stavby a prírodu].

Emanácia radónu

Koncentrácia radónu v ovzduší a v podzemnej vode môže byť za určitých podmienok využitá na štúdium seizmických aktivít v danom regióne. Vo vrtoch nachádzajúcich sa v areáli AGO FMFI UK v Modre-Piesok bol preto vykonávaný monitoring objemovej aktivity izotopu radónu ^{222}Rn v ovzduší a v podzemnej vode. V kremencoch spodnotriasového veku sú vyhlbené tri vrty V-1 (10m), V-2 (40m) a V-3 (10m), v granodiorite Modranského masívu je umiestnený vrt HG-8 (50m), ktorý sa využíva ako zdroj pitnej vody pre observatórium.

Meteorologické pozorovania

Meteorologická stanica bola na AGO zriadená pod záštitou Slovenského hydrometeorologického ústavu v r. 1988 ako prvé pracovisko, ktoré v širšom okolí poskytovalo namerané údaje do siete. Okrem štandardnej meteorologickej budovy bola stanica vybavená zrážkomerom, ombrografom, snehomernými tyčami, anemometrom a slnkomerom. Viac ako 20 ročný rad meraní bol postupne nahradený automatickou stanicou.

Záver

Astronomické a geofyzikálne observatórium FMFI UK bolo pred tridsiatimi rokmi vybudované primárne okolo zrekonštruovaného 60 cm ďalekohľadu, ktorý onedlho oslávi storočnicu. Aj vďaka tomuto pracovisku sa podarilo materskej fakulte odchovať takmer dve stovky slovenských astronómov, ktorí okrem Slovenska pôsobia [a často veľmi úspešne] aj za jeho hranicami. Rozmáhajúce sa technické a personálne vybavenie, vysoký počet záujemcov o štúdium, ako aj mnoho medzinárodných projektov a spoluprác sú dobrým základom pre to, aby AGO prosperovalo aj v dohľadnej budúcnosti. Verme, že sa pre základný výskum, ktorý je hlavným zameraním observatória v Modre, zachovajú vhodné spoločenské, politické a ekonomické podmienky.



Obr. 4.5: Hlavná budova AGO s kupolou 60cm ďalekohľadu v súčasnosti

5. Astronomický ústav SAV, v. v. i.

Marian Jakubík, Peter Gömöry

História profesionálnej astronómie na Slovensku je úzko spätá s vysoko-horskými observatóriami vo Vysokých Tatrách – s Observatóriom Skalnaté pleso a s Observatóriom Lomnický štít. Obe observatóriá už od svojho vzniku – v 40.-tych resp. 60.-tych rokoch 20. storočia – udávali trend slovenskej profesionálnej astronómie a robia tak dodnes.

Prvé astronomické pozorovanie na Observatóriu Skalnaté pleso sa uskutočnilo 19. septembra 1943 – bolo to pozorovanie slnečnej fotosféry. Tento dátum dnes považuje Astronomický ústav SAV, v. v. i. za dátum svojho vzniku. Samotná história observatória sa ale začala písať už o pár rokov skôr. Pred začatím jeho výstavby bolo nutné urobiť viaceré kroky súvisiace s financovaním stavby a jej následnej prevádzky. V súvislosti s týmito aktivitami je potrebné mať na zreteli, že v Európe v tom čase zúrila 2. svetová vojna a teda to nebola najvhodnejšia doba na takéto investície.

Zakladateľom a neskôr aj prvým riaditeľom Observatória na Skalnatom plese bol Dr. Antonín Bečvář. Pôvodom Čech, ktorý pôsobil ako riaditeľ meteorologickej stanice na Štrbskom plese a nemalou mierou sa zaslúžil o presadenie výstavby observatória, ktorá sa začala už v roku 1940. Dr. Bečvář sa zhostil aj úlohy výberu vhodného miesta v Tatrách. Na tento účel v roku 1939 zriadil na Skalnatom plese meteorologickú stanicu na porovnanie klimatických podmienok s údajmi zo Štrbského plesa. Zistil, že obe miesta majú podobné podmienky, ale Skalnaté pleso má vyššiu nadmorskú výšku (o 410m) a aj v iných parametroch vykazovalo lepšie podmienky. Ďalšími dôležitými dôvodmi, ktoré viedli k výberu Skalnatého plesa ako vhodného miesta na výstavbu astronomického observatória boli:



Obr. 5.1: Observatórium Skalnaté pleso



Obr. 5.2: Observatórium Lomnický štít

dostupnosť lanovkou, pripojenie vysokého napätia (cez strojovne lanovky) aj dostatok miesta pre výstavbu novej budovy. Jedným z argumentov proti Skalnatému plesu bol fakt, že je tam zakrytý severozápadný obzor masívom Huncovského, Kežmarského a Lomnického štítu. Dr. Bečvář ale na margo tohto argumentu uvádzal, že po premeraní teodolitom sa ukázalo, že horský masív zakrýva len 9,5“.

Postavením observatória a jeho spustením do prevádzky sa tak začala éra profesionálnych astronomických pozorovaní v Tatrách. Pôvodne bolo na observatóriu na Skalnatom plese umiestnených viacero prístrojov. Vo veľkej kupole observatória bol 60cm reflektor, ktorého cesta na Skalnaté pleso bola pomerne kľukatá. Bol objednaný ešte v roku 1922 v Nemecku u firmy Zeiss pre observatórium v Hurbanove (v tom čase „Stará Ďala“). Po tom, čo juh Slovenska pripadol Maďarsku, ďalekohľad bol demontovaný a mal byť prevezený do Prahy. K tomu však nedošlo kvôli vypuknutiu 2. svetovej vojny. Nakoniec bol v máji 1943 dovezený na Skalnaté pleso a koncom roka 1943 ho uviedli do prevádzky.

V malej kupole observatória boli na spoločnej montáži umiestnené 3 ďalekohľady prenesené zo Štrbského plesa, kde s nimi predtým vykonával Dr. Bečvář svoje pozorovania. Ďalším „prístrojom“ bola pozorovacia stanica meteorov („meteorka“), ktorá bola umiestnená na streche medzi malou a veľkou kupolou a slúžila na získavanie fotografických pozorovaní.

Dr. Bečvář sa zaslúžil aj o definovanie vedeckého zamerania novopostaveného observatória. Založil tradíciu výskumu Slnka, medziplanetárnej hmoty a svojimi svetoznámymi atlasmi položil aj základy hviezdnej astronómie. V prvých rokoch po spustení prevádzky bol nosným a hlavným vedeckým programom výskum komét, asteroidov a meteorov.

Počas prvých necelých 10 rokov prevádzky observatória na Skalnatom plese sa viackrát menil názov observatória a rovnako sa menili nadriadené orgány, pod ktoré observatórium spadalo. Bodkou za touto turbulentnou dobou bol



Obr. 5.3: Výstavba Observatória Skalnaté pleso

vznik Astronomického ústavu SAV v roku 1953, ktorého nadriadeným orgánom bola novovzniknutá Slovenská akadémia vied.

V roku 1957 sa začal písať príbeh Observatória na Lomnickom štíte. Na začiatku bol veľmi ambiciózný plán, ktorý sa podarilo naprieť veľmi zložitým podmienkam pri výstavbe uskutočniť a v r. 1962 sa uskutočnilo prvé pozorovanie protuberancií koronografom na Lomnickom štíte. Koronograf je špeciálny ďalekohľad na pozorovanie slnečnej koróny mimo období úplných zatmení Slnka. V roku 1965 začali pozorovania emisnej koróny. Po ôsmich rokoch pribudol k prvému koronografu druhý – „dvojča“ (identický druhý koronograf), a tým sa vlastne začala éra výskumu slnečnej koróny a protuberancií. Paralelne s výskumom koróny na Lomnickom štíte boli získavané unikátne dáta aj počas expedícií za úplnými zatmeniami Slnka. Uskutočňovali sa pozorovania bielej koróny a polarimetrické a fotometrické merania.



Obr. 5.4: Výstavba Observatória Lomnický štít

Ako sme už uviedli, základným ďalekohľadom na Observatóriu Skalnaté pleso sa už od začiatku jeho prevádzky stal 60-cm reflektor zo Starej Ďale (dnešné Hurbanovo). K nemu v roku 1965 pribudol 30-cm astrograf v malej kupole, ktorý bol v r. 2000 nahradený 61-cm ďalekohľadom typu Newton. Pôvodný starodávsky ďalekohľad vo veľkej kupole si po päťdesiatich rokoch prevádzky vyžiadala veľmi náročnú a nákladnú opravu. Odborníci z firmy Carl Zeiss Jena odhadli, že oprava by stála až 50 % ceny nového ďalekohľadu a okrem toho by zamedzila pozorovania na 4 roky. Preto sa pristúpilo ku kúpe nového, moderného 60-cm ďalekohľadu, ktorý začal svoju prevádzku v septembri 1978. Aj tento ďalekohľad napokon musel ustúpiť ďalšiemu výrazne modernejšiemu ďalekohľadu a to v roku 2013 kedy bol do veľkej kupoly vďaka získaniu finančných prostriedkov zo štrukturálnych fondov EÚ inštalovaný plne automatizovaný 1,3-m ďalekohľad, ktorý je najväčším ďalekohľadom na Slovensku. Ďalekohľad sa v súčasnosti využíva na pozorovanie asteroidov, komét, premenných hviezd a extrasolárnych planét.

Počas samotnej existencie Observatória Lomnický štít prešli aj prístroje na tomto pracovisku potrebnou modernizáciou. Najvýraznejším krokom modernizácie bola inštalácia a sprevádzkovanie svetovo unikátneho prístroja – Koronálneho multikanálového polarimetra (CoMP-S) v roku 2011. Tento prístroj bol vyvinutý na meranie rýchlostí plazmy a magnetických polí v slnečnej koróne a protuberanciách a to s veľkým priestorovým a časovým rozlíšením. Zaujímavosťou je, že ide o mladší a modernejší prístroj k „bratskému“ prístroju CoMP, ktorý je prevádzkovaný na observatóriu Mauna Loa na Havajských ostrovoch. Okrem prístroja COMP-S bol na druhom koronografe observatória nainštalovaný Slnečný chromosférický detektor (Solar chromospheric detector – SCD).

Počas celej histórie ústavu (toho času „Astronomický ústav SAV, v. v. i.“) boli prístroje prevádzkované na vysokohorských observatóriách (Skalnaté pleso aj Lomnický štít) používané na meranie resp. pozorovanie rôznych vesmírnych objektov, javov, fyzikálnych parametrov a pod. Tieto dáta boli spracovávané rôznymi vedeckými metódami a prístupmi a výsledky následných analýz, simulácií alebo modelov boli publikované v prestížnych zahraničných vedeckých časopisoch. Samozrejme, astronómia je vo svojej podstate „veda bez hraníc“ a jej „základnou zložkou“ je medzinárodná spolupráca. Preto aj vedeckí pracovníci nášho ústavu nie sú limitovaní len pozorovaniami z našich prístrojov ale spolupracujú s kolegami zo zahraničia a získavajú množstvo vedeckých dát aj z iných prístrojov, ktoré sú prevádzkované na observatóriách po celom svete resp. sú inštalované na palubách kozmických sond a satelitov.

Na záver uvádzame zoznam prístrojov, ktoré sa v minulosti používali resp. stále používajú na oboch našich vysokohorských observatóriách.

Ďalekohľady prevádzkované na Observatóriu Lomnický štít:



Obr. 5.5: Dvojitý koronograf / 1970]

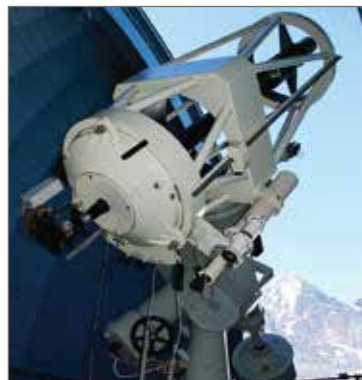
Obr. 5.6: Koronograf s COMP-S (od r. 2011) v popredí a s SCD v pozadí

Ďalekohľady prevádzkované na Observatóriu Skalnaté pleso:

a) veľká kupola



Obr. 5.7: pôvodný 60-cm reflektor „staroďalský“ /1943-1978



Obr. 5.8: „nový“ 60-cm reflektor /1978-2013



Obr. 5.9: 1,3-m plne automatizovaný ďalekohľad / od r. 2013

b) malá kupola:



Obr. 5.10: 30-cm astrograf / 1965-2000



Obr. 5.11: 61-cm Newton / od r. 2000

6. Proč ERASMUS+ a jak souvisí s dalšími programy

Celý projekt ERASMUS vznikl na myšlence, aby astronomé z “kontinentu” dostali přístup k dalekohledům na Kanárských ostrovech, které jsou jedním z nejlepších světových míst pro astronomický výzkum. Naším partnerem v projektu je Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), který je největší španělskou institucí zabývající se astronomickým pozorováním a má sídlo na ostrově Tenerife v Atlantickém oceáně. IAC provozuje několik observatoří a největší z nich je Roque de Los Muchachos.

Observatoř Roque de los Muchachos se nachází v nadmořské výšce 2395 metrů v oblasti Garafia na ostrově La Palma (Kanárské ostrovy, Španělsko). Tato observatoř se nachází na místě, které má skvělé podmínky pro pozorování noční oblohy, protože zhruba 75% nocí je jasných a v oblasti observatoře je jen minimální světelné znečištění oblohy a hodnota veličiny seeing, která zhruba charakterizuje stabilitu atmosféry, se pohybuje pod 1 úhlovou vteřinou.



Observatoř je domovem pro Grant Telescopio de Canarias (GTC), což je největší infračervený dalekohled na světě s průměrem segmentového zrcadla 10.4 metrů. Tento dalekohled je obklopen dalšími dvaceti menšími teleskopy, které se zabývají širokým spektrem astronomických oborů od nočních pozorování, robotických pozorování, slunečních pozorování až po pozorování vysokoenergetických oborů spektra.

Observatoř Roque de los Muchachos bude brzy domovem pro největší evropský solární dalekohled, 4.2 metrový European Solar Telescope a také pro severní Čerenkovo pole dalekohledů skládající se z 23 dalekohledů a devíti 11.5 metrových dalekohledů, které budou pozorovat záblesky způsobené interakcí částic atmosféry s gama fotony přicházejícími ze vzdáleného vesmíru. První z čerenkovových dalekohledů byl uveden do provozu v roce 2018.

Proč ERASMUS aneb vzdělávání mladých astronomek a astronomů

Nedílnou součástí programu Astronomického ústavu AV ČR je úzká spolupráce na vzdělávání mladých vědeckých pracovníků zejména z Karlovy, Masarykovy a Slezské univerzity. Astronomové z AsÚ se podílí na zajišťování pravidelných přednášek a také na vedení studentských prací. Mladé vědkyně a vědci tak své první astronomické krůčky mohou udělat v rámci projektů v Chilské poušti Atacama nebo s Perkovým dalekohledem anebo při teoretickém modelování astrofyzikálních jevů.

Astronomický ústav se podílí také na práci se studenty gymnázií a žáky základních škol. V rámci projektů ERASMUS byla nastartována také spolupráce s učiteli a dětmi předškolními.

Kromě vzdělávání ve školách se AsÚ zaměřuje také na celkovou popularizační činnost astronomie a astrofyziky a obecně přírodních věd. Každoročně se konají Dny otevřených dveří a Noc vědců, dále je astronomický ústav tradičně zastoupen na jarním Veletřhu vědy. Svou činnost prezentuje také na sociálních sítích. V následujícím odstavci lze nalézt souhrn užitečných webových adres, které se týkají zde prezentovaného projektu ERASMUS+.

Sbírka odkazů a adres o AsÚ a programech ERASMUS:

Astronomický ústav AV, v.v.i.

www.asu.cas.cz

Instituto de Astrofísica de Canarias

www.iac.es

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK

uniba.sk

fmph.uniba.sk

Katedra astronómie, fyziky Zeme a meteorológie

uniba.sk

fmph.uniba.sk/pracoviska/katedra-astronomie-fyziky-zeme-a-meteorologie

AGO Modra-Piesok

uniba.sk

fmph.uniba.sk/microsites/daa/daa/ago-modra-piesok

Konferencie a podujatia

uniba.sk

fmph.uniba.sk/microsites/daa/daa/konferencie-a-podujatia

Mediálne aktivity

uniba.sk

fmph.uniba.sk/microsites/daa/daa/media-a-popularizacia/medialne-aktivity

AMOS, strážca nočnej oblohy

aktuality.sk

aktuality.sk/clanok/aaNinlx/amos-strazca-nocnej-oblohy

Študijný program Astronómia a astrofyzika

youtube.com/playlist?list=PLqiGU4u5LkCG863nPMjNzC3bYj1bNw_Oj

FMFI UK

youtube.com/@MatFyzjeln

Astronomický ústav SAV, v. v. i.

<https://www.astro.sk>

web ERASMUS+ projektu

erasmus.asu.cas.cz



Autoři: P. Gömöry, J. Hanuš, P. Hyklová, M. Jakubík, J. Janík, P. Kabáth, D. Kalmančok, T. Paulech,
M. Skarka, J. Srba, P. Suchan, V. Štefl
Editoři: P. Kabáth, M. Skarka, J. Srba, P. Suchan
Grafik: Eva Žďárská