

EVROPSKÁ JIŽNÍ OBSERVATOŘ

50 let činnosti





Letecký pohled na observatoř La Silla.



První dalekohled s průměrem 1 m začal na nové observatoři pozorovat v roce 1966.



EVROPSKÁ JIŽNÍ OBSERVATOŘ

Evropská jižní observatoř (*European Southern Observatory*, *ESO*) je mezinárodní astronomická organizace, která provozuje tři observatoře v jihoamerických Andách. Všechny observatoře ESO patří k světově nejvýznamnějším astronomickým zařízením. V současné době **ESO** sdružuje čtrnáct evropských zemí, od roku 2007 je jejím členem i Česká republika. Letos, v roce 2012, slaví Evropská jižní observatoř **50 let své existence**.

STRUČNÁ HISTORIE ESO

Oficiální historie **Evropské jižní observatoře** (ESO) začíná 5. října 1962 podpisem Dohody o ESO. Tuto dohodu, stvrzující plán společně vybudovat a provozovat observatoř na jižní polokouli, podepsalo pět zakladatelských zemí: Belgie, Francie, Německo, Nizozemí a Švédsko. Podpis dohody byl vyústěním několikaletého snažení evropských astronomů o založení mezinárodní organizace pro astronomický výzkum, která by podobně jako **CERN** (evropská organizace pro jaderný výzkum) byla schopná vybudovat společná výzkumná zařízení.



Brzy po výběru místa budoucí observatoře došlo k dohodě s chilskou republikou a na vrcholku hory Cinchado-North, později přejmenované na **La Silla**, započaly v roce 1965 stavební úpravy. První dalekohled s průměrem 1 m začal na nové observatoři

Účastníci konference o galaktickém výzkumu v rámci prvního symposia Mezinárodní astronomické unie v Groningenu (1953), kde byla poprvé vážně probírána otázka společné observatoře. Mezi účastníky je i několik budoucích ředitelů ESO.

pozorovat v roce 1966. Brzy byl následován dalšími, tzv. národními dalekohledy, které jsou částečně – nebo úplně – provozovány institucemi v domovských zemích ESO. V roce 1976 byl uveden do provozu 3,6metrový dalekohled, doposud největší dalekohled na observatoři La Silla, v roce 1989 pak technologicky novátorský dalekohled **NTT** (*New Technology Telescope*).



Stavba velkého dalekohledu ESO (VLT), rok 1997. Menší obrázek vpravo ukazuje terénní úpravy na vrcholku hory Paranal (rok 1994).

Dalším velkým projektem ESO byl dalekohled **VLT** (*Very Large Telescope*). V roce 1990 byla vybrána hora Paranal (také v chilských Andách) jako místo budoucí observatoře. První ze čtyř identických dalekohledů o průměru 8,2 metru (UT1) začal pracovat v roce 1998, poslední (UT4) v roce 2000.

ESO se, spolu se severní Amerikou a východní Asií, podílí na stavbě velkého milimetrového a submilimetrového interferometru **ALMA** na náhorní planině Chajnantor v Andách. Letos v létě (červen 2012) schválila Rada ESO projekt výstavby dalekohledu **E-ELT** (*European Extremely Large Telescope*) o průměru zrcadla 39,3 metru.

V průběhu let do Evropské jižní observatoře nepřibývaly jenom dalekohledy, ale také další země, které byly přilákány vynikajícími podmínkami a přístroji ESO. Uvědomily si velké výhody sdružování prostředků, díky kterému je možné uskutečnit projekty, které si jednotlivé země nemohly dovolit. **Dnes má ESO čtrnáct řádných členů** (Francie, Německo, Nizozemí, Švédsko, Belgie, Dánsko, Itálie, Švýcarsko, Portugalsko, Spojené království, Finsko, Španělsko, Česká republika, Rakousko) a několik dalších uchazečů (nejvážnějším zájemcem je Brazílie).

ČESKÁ REPUBLIKA A ESO

První snahy o připojení tehdy ještě Československé republiky k ESO se datují do roku 1990. Dříve, než byly tyto pokusy dovedeny ke zdárnému konci, Československo se rozpadlo, a tato fáze vyjednávání byla ukončena. K obnovení rozhovorů s ESO po rozdělení republiky došlo až v roce 1999. Velkým impulsem, který přitáhl pozornost veřejnosti k astronomii, bylo generální shromáždění

Mezinárodní astronomické unie v Praze v roce 2006, na kterém proběhla diskuse



Česká delegace na Paranal v roce 2007. Zleva Dr. Hladík, český velvyslanec v Chile, prof. Palouš z Astronomického ústavu AV ČR, zaměstnanec ESO (v popředí), za ním s čepičkou Dr. Grygar z Fyzikálního ústavu AV ČR, Dr. Štefl (ESO), prof. Pačes z Akademie věd ČR (v popředí).

o definici pojmu planeta a na kterém bylo ze seznamu planet Sluneční soustavy vyřazeno Pluto. V prosinci 2006 byla podepsána dohoda s ESO a v roce 2007 po ratifikaci Parlamentem ČR se Česká republika stala **oficiálním členem Evropské jižní observatoře**. V roce 2012 tedy slavíme nejen padesáté výročí vzniku ESO, ale i páté výročí připojení ČR k ESO.

Členství České republiky v ESO umožňuje českým astronomům žádat o pozorovací čas na všech dalekohledech ESO a také rozhodovat o dalších přístrojích a budoucím směřování ESO.

V letošním roce byla podepsána smlouva mezi Českou republikou, Kodaňskou univerzitou a ESO o využívání dánského teleskopu o průměru 1,54 m na observatoři La Silla. Na základě této smlouvy mají čeští astronomové k dispozici podstatnou část celkového pozorovacího času tohoto dalekohledu.

PROČ STOJÍ EVROPSKÁ JIŽNÍ OBSERVATOŘ V CHILE?

Od samého počátku plánovali evropští astronomové, že společná observatoř bude stát na jižní polokouli, protože jižní nebe bylo v té době méně známé než nebe severní. První testy probíhaly v jižní Africe, ale později se ukázalo, že lepší podmínky nabízí jižní Amerika, a astronomové se přesunuli do And.



Panoramatický snímek dalekohledů VLT a nebe nad Paranalem. Kromě nádherně zachyceného pásu Mléčné dráhy je vidět i pás zodiakálního světla, tj. slunečního světla, které se odráží na prachových částicích v rovině ekliptiky. Zodiakální světlo je vidět jen za mimořádně dobrých pozorovacích podmínek.

Co astronomové požadují od vynikající observatoře? Za první tmavou oblohu bez umělého osvětlení, tedy daleko od lidských sídel. Za druhé bezmračnou oblohu po co největší část roku – nejlépe se hodí suché oblasti ve vysoké nadmořské výšce. Za třetí co nejklidnější atmosféru, tedy takovou, kde se světlo hvězd chvěje co nejméně: pokud to nejde mimo atmosféru, volíme místa s vysokou nadmořskou výškou, aby ležela nad co největší částí atmosféry.

Tomu všemu vyhovuje **vysokohorská poušť Atacama**. Leží vysoko (nadmořská výška observatoří ESO je od 2300 do 5000 m n. m.), lidské osídlení je minimální a navíc je tato oblast extrémně suchá, k čemuž přispívají její poloha mezi Andami a chilským pobřežním pásmem, příbřežní inverzní vrstva podél Tichého oceánu, kterou způsobuje studený Humboldtův proud, a anticyklóny v jihovýchodním Pacifiku.

OBSERVATOŘE

La Silla

La Silla je první observatoří ESO. Hostí několik dalekohledů: největším z nich je 3,6metrový dalekohled, který se v současnosti zabývá převážně hledáním planet v extrasolárních systémech. Unikátní je dalekohled **NTT** (*New Technology Telescope*) s průměrem zrcadla 3,58 m, který je prvním dalekohledem na světě s aktivní optikou. Kromě těchto dvou teleskopů na observatoři La Silla pozorují další dalekohledy, které jsou úplně

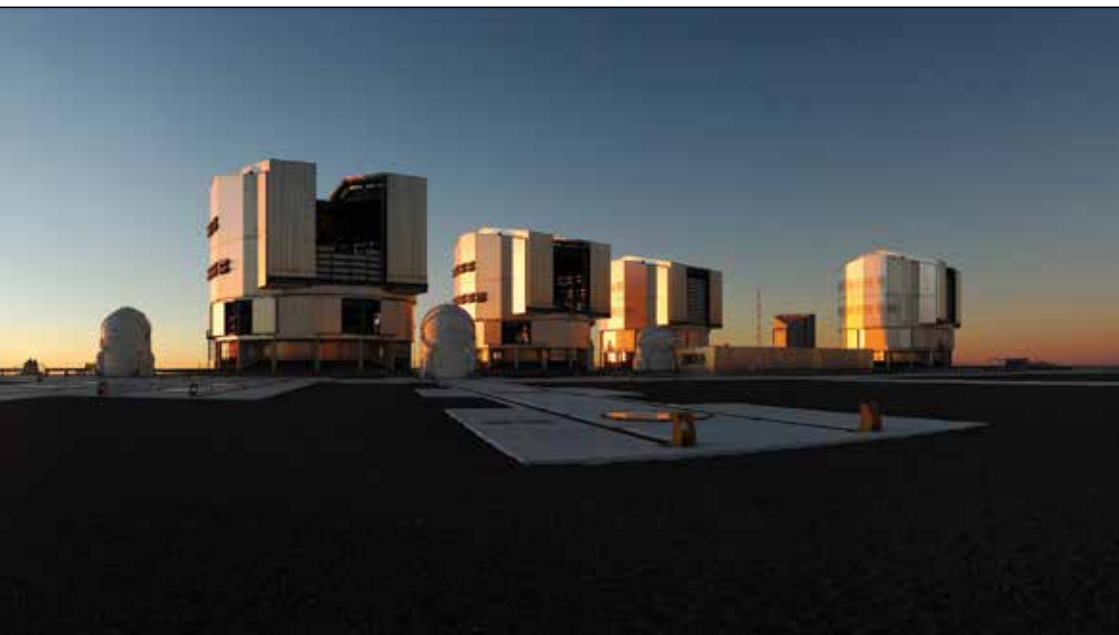
Tato kopule ukrývá 3,6metrový dalekohled umístěný na observatoři La Silla.



nebo částečně provozovány členskými státy ESO. Tím je například i 1,54metrový dalekohled Ústavu Nielse Bohra v Kodani, který dnes slouží astronomům z České republiky.

Paranal

Paranal je druhou observatoří ESO a je domovem velkého dalekohledu ESO (*Very Large Telescope, VLT*). **VLT** se skládá ze čtyř hlavních dalekohledů o průměru 8,2 m, které se jmenují Antu, Kueyen, Melipal a Yepun, a čtyř pomocných o průměru 1,8 m. Teleskopy mohou pozorovat buď samostatně nebo dohromady (interferometrie). Všechny hlavní dalekohledy VLT využívají aktivní optiku, Yepun také adaptivní optiku. VLT je v současné době hlavním přístrojem ESO. Kromě VLT stojí na Paranalu také přehledové dalekohledy **VST** a **VISTA**.



Pohled na observatoř Paranal: čtveřice dalekohledů VLT, pomocné dalekohledy (malé kopule) a přehledový dalekohled VST (budova v pozadí mezi třetí (UT3) a čtvrtou (UT4) budovou VLT).



Antény teleskopu ALMA na náhorní planině Chajnantor.

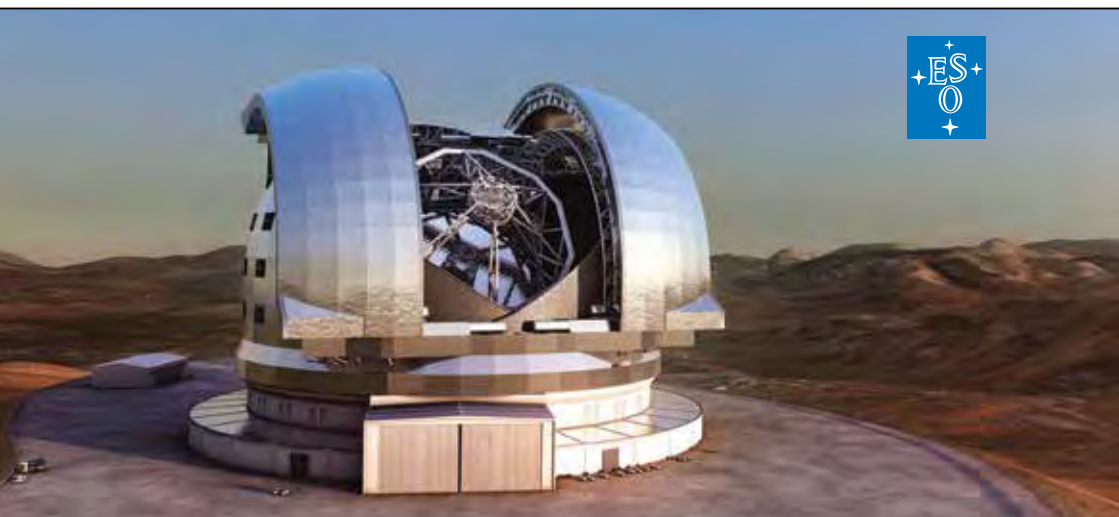
Dole vlevo: Anténa teleskopu ALMA na speciálním tahači na cestě z provozního střediska, kde se antény kompletují, na pozorovací plošinu Chajnantor.

Chajnantor

ALMA, neboli *Atacama Large Millimeter/submillimeter Array*, je společným projektem ESO, severní Ameriky (USA) a jihovýchodní Asie (Japonsko, Taiwan) a je budována na náhorní planině Chajnantor v nadmořské výšce 5000 m. Jedná se o pole



antén pozorujících v milimetrové a submilimetrové oblasti elektromagnetického spektra. ALMA by měla být dokončena v roce 2013, kdy se bude skládat ze 66 antén. Vědecká pozorování s částečným polem probíhají od roku 2011.



Umělcem ztvárněná podoba E-ELT dalekohledu (European Extremely Large Telescope) na Cerro Armazones, 3 060 metrů nad mořem v chilské poušti Atacama. Průměr dalekohledu činí neuvěřitelných 39 m.

Armazones

E-ELT, *European Extremely Large Telescope*, je nejnovějším projektem ESO. Jeho výstavbu letos schválila rada ESO. Buduje se na hoře Armazones nedaleko Paranal. Bude se jednat o dalekohled o průměru hlavního zrcadla 39,3 m pozorující v optickém a blízkém infračerveném oboru spektra. V době svého plánovaného dokončení (dvacátá léta 21. století) by měl být největším dalekohledem na světě.

VÝZNAMNÁ POZOROVÁNÍ ESO

Představme si několik významných pozorování pomocí dalekohledů ESO. Do krátkého přehledu byly vybrány takové, které významným způsobem ovlivnily astrofyzikální pohled na náš svět, anebo takové, které byly uskutečněny poprvé. Přestože se jedná o limitovaný výběr, je zřejmý ohromný rozsah pozorovacích možností dalekohledů ESO a pozorovaných objektů.

Pohyb hvězd v okolí černé díry v Mléčné dráze

Od roku 1992 byl pomocí dalekohledů ESO s adaptivní optikou (NTT, VLT) sledován pohyb hvězd v těsné blízkosti středu naší Galaxie, v místech, kde se nachází supermasivní černá díra. Za tu dobu jedna z hvězd, známá jako S2, dokončila oběh okolo středu Galaxie. Tvar její dráhy a oběžná doba umožňují odhadnout hmotnost centrální černé díry na cca čtyři milióny hmotností Slunce. Dále jsou podrobně sledována krátkodobá vzplanutí zářivého výkonu akrečního disku okolo černé díry. Tato pozorování výrazně zlepšila naše znalosti o masivních černých dírách v centrech galaxií.



Hvězdy v centrální oblasti Mléčné dráhy, naší Galaxie.



Zrychlující se vesmír

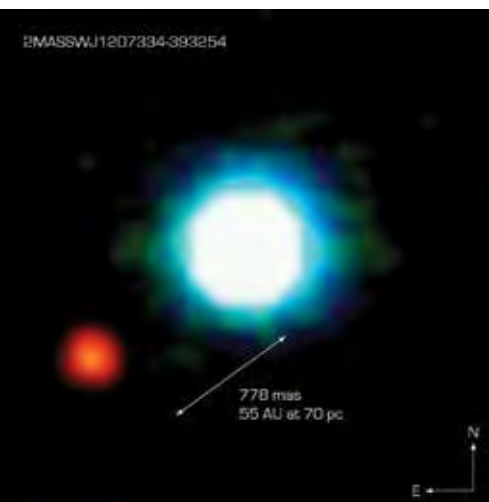
Pomocí dalekohledů ESO a dalších přístrojů byla provedena pozorování supernov ve vzdálených galaxiích, díky kterým byla lépe a přesněji změřena rychlost expanze vesmíru. Oproti očekávání se rychlost expanze zvyšuje,

Krabí mlhovina (M1), pozůstatek po výbuchu supernovy v roce 1054. Supernovy jsou tak jasné, že se dají pozorovat i ve vzdálených galaxiích. Na základě jejich měření se určují vzdálenosti.

z čehož plyne existence neznámé (a nepozorovatelné) temné energie, která rozhoduje o vývoji vesmíru.

Pozorování exoplanet

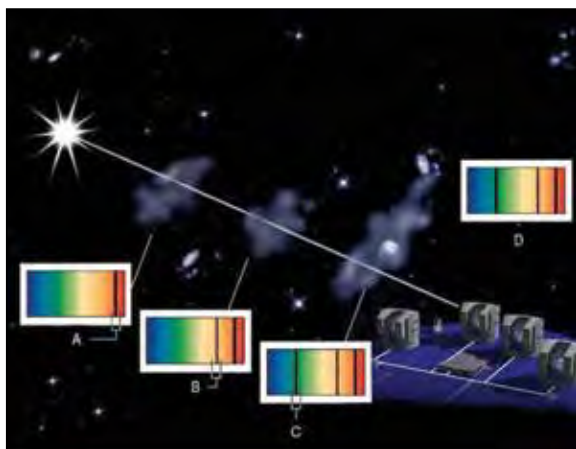
Dalekohled VLT uskutečnil první přímé pozorování exoplanety, tj. planety kroužící kolem jiné hvězdy než Slunce. Přímá pozorování jsou velmi obtížná kvůli velkému rozdílu ve svítivostech hvězd a planet. Obvykle se používají metody nepřímé, kdy se na přítomnost planety usuzuje z jejího vlivu na centrální hvězdu (zákryt hvězdy planetou nebo odchylky radiálních rychlostí). Přístroje ESO také pořídily první spektrum atmosféry exoplanety.



První fotografie exoplanety. Nejběžnější metoda hledání exoplanet je měření odchylek v radiálních rychlostech centrální hvězdy (tato metoda se v ESO používá např. na 3,6metrovém dalekohledu), pouze několik planet bylo detekováno přímo.

Měření teploty vesmíru

Přístroje ESO dokáží detekovat i molekulární plyn ve vzdálených galaxiích. Spektrální čáry, které se měří, odpovídají ultrafialové či rentgenové oblasti, ale díky rudému posuvu vzdálených galaxií se posouvají do měřitelné optické oblasti. Díky tomu můžeme



srovnávat podmínky kdysi a podmínky, které panují v galaxiích v současné době. Při velmi kvalitních měřeních se jako vedlejší výsledek dá spočítat teplota vesmíru v době odpovídající měřenému rudému posunu. Tato veličina pak přímo testuje platnost kosmologických teorií. V případě pozorování ESO byla určena teplota 9,2 K pro galaxii s rudým posunem 2,42, ve vynikající shodě s teorií (dnešní hodnota teploty vesmíru je 2,7 K).

Nejstarší hvězdy v Mléčné dráze

Určit věk nejstarších hvězd v Mléčné dráze je obtížné, protože se jedná o velmi málo svítivé hvězdy (svítivější hvězdy žijí kratší dobu, a proto jsou pro měření stáří Mléčné dráhy nepoužitelné). Věk hvězd se určuje buď na základě teorií hvězdného vývoje, což je metoda použitelná pro hvězdokupy, anebo metodou obdobnou radiokarbonové metodě používané v archeologii, až na to, že se používají jiné prvky s mnohem delší dobou rozpadu. Tato metoda je velice obtížná, protože se měří slabé čáry, nicméně přístroje ESO to dokázaly. Dokázaly naměřit také čas mezi zánikem úplně prvních hvězd ve vesmíru a vznikem nejstarších hvězd, které dodnes v Galaxii existují. Měření tohoto typu určují limity na stáří vesmíru a na dobu vzniku galaxií, a tak omezují kosmologické teorie.



Kulová hvězdokupa NGC 6397. Kulové hvězdokupy patří k nejstarším objektům v Mléčné dráze.

Pohyby hvězd v Mléčné dráze

Studium hvězd v Mléčné dráze, tj. jejich rozložení, rychlostí, stáří a chemického složení, bylo od počátků ESO jedním z důle-

žitých pozorovacích směrů. Díky dlouhodobým systematickým pozorováním víme hodně o vzniku a vývoji Mléčné dráhy. Jeden z těchto projektů probíhal 15 let na dánském 1,54metrovém dalekohledu (viz kapitola „Česká republika a ESO“).

ODKAZY

- Palouš Jan, „*Česká republika v Evropské jižní observatoři*“, Československý časopis pro fyziku, 2009, sv. 59, č. 5, s. 311 (článek o připojení ČR k ESO od autora z nejpovolanějších)
- Hadrava Petr, „*Evropská jižní observatoř a česká astronomie*“, 2006, Academia (kniha o vývoji ESO a astronomii v ČR, napsaná těsně před přijetím ČR do ESO)
- Oficiální stránky ESO **www.eso.org** (úředním jazykem je angličtina, ale spousta materiálů je v národních jazycích členských států ESO, tedy i v češtině)
- Národní stránky ESO **www.eso-cz.cz**

Vydal Astronomický ústav Akademie věd České republiky, v.v.i.

Fričova 298, 251 65 Ondřejov

Účelová informační brožura.

© 2012 Astronomický ústav Akademie věd České republiky, v.v.i.

Odpovědný redaktor: Viktor Votruba

Autorka: Soňa Ehlerová

Grafika a sazba: Libor Lenža (www.nva.cz)

Vytiskl: TRIKOLORA, spol. s r. o. Vrbenská 806, 757 01 Valašské Meziříčí

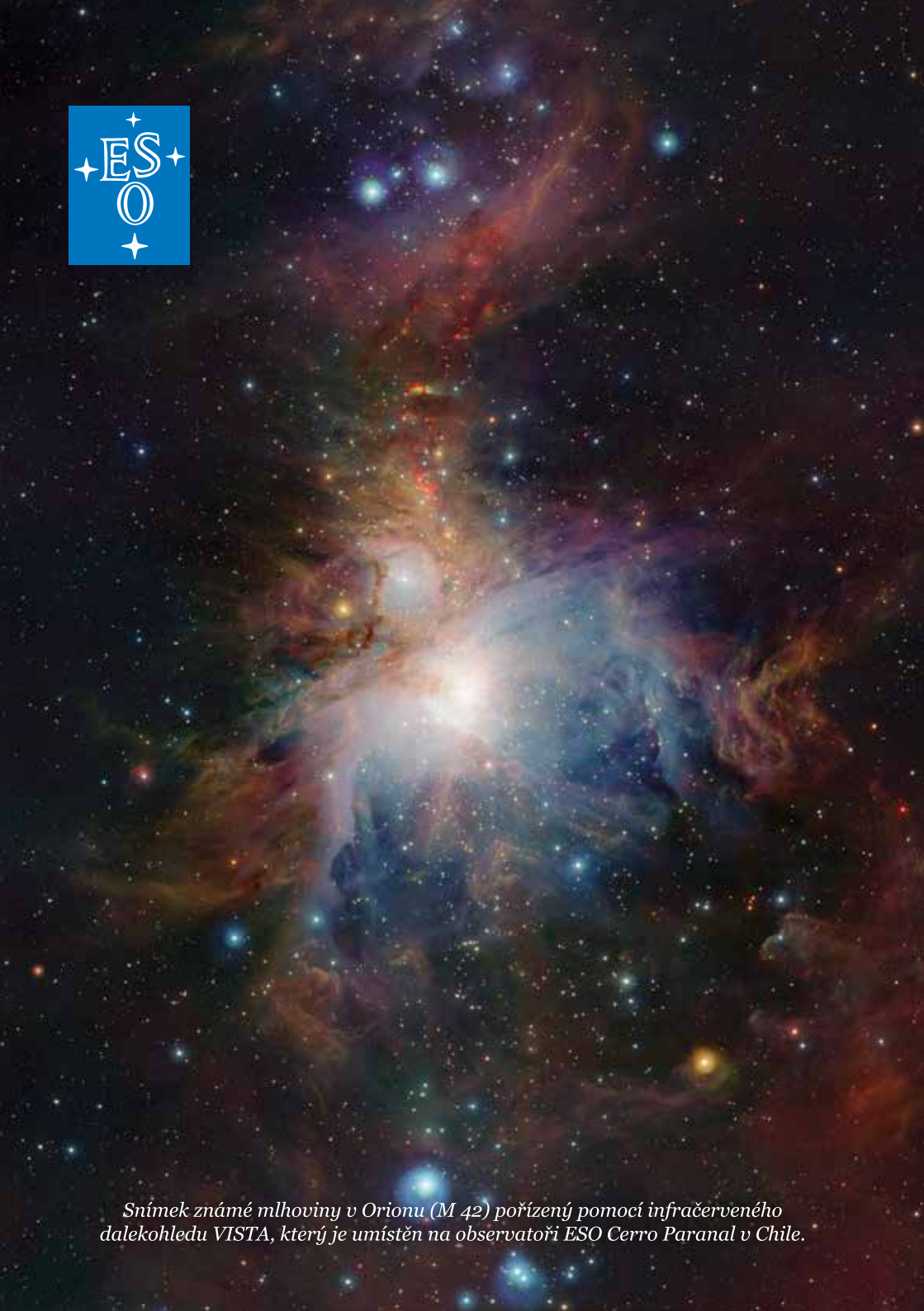
NEPRODEJNÉ!



Noční snímek kopule 3,6metrového dalekohledu na observatoři La Silla.

Dalekohled NTT (New Technology Telescope) na observatoři La Silla. Je to první dalekohled na světě, jehož zrcadla dokáží kontrolovaně měnit svůj tvar. Zrcadlo si za všech okolních podmínek udržuje optimální profil. Tato technologie, zvaná aktivní optika, se dnes používá u všech nových velkých dalekohledů.





Snímek známé mlhoviny v Orionu (M 42) pořízený pomocí infračerveného dalekohledu VISTA, který je umístěn na observatoři ESO Cerro Paranal v Chile.