

ESO

Europejskie
Obserwatorium
Południowe

Osiąganie nowych granic w astronomii





ESO i astronomia

Astronomia uważana jest za jedną z najstarszych nauk. Majestatyczna Droga Mleczna, rozciągająca się na niebie w pogodną noc, była dawniej i jest obecnie inspirującym widokiem dla kolejnych pokoleń ludzi we wszystkich historycznych erach i kulturach.

Aktualnie astronomia jest jedną z najszybciej rozwijających się dziedzin nauki. Używa najbardziej zaawansowanych technologii i najbardziej skomplikowanych technik dostępnych naukowcom. Dzięki temu możliwe stają się badania obiektów znajdujących się na krańcach obserwowalnego Wszechświata, wykrywanie planet w pobliżu innych gwiazd i szczegółowe poznanie wielu innych ciał niebieskich. Może uda nam się znaleźć odpowiedź na niektóre z najbardziej fundamentalnych pytań ludzkości, takich jak: Skąd pochodzimy? Czy gdzieś indziej we Wszechświecie istnieje życie? W jaki sposób powstają gwiazdy i planety? Jak ewoluują galaktyki? Z czego zbudowany jest Wszechświat?

Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) jest wiodącą na świecie międzyrządową organizacją astronomiczną.

Prowadzi ambitne programy dotyczące projektowania, budowania i użytkowania najpotężniejszych na świecie i najbardziej produktywnych naziemnych urządzeń obserwacyjnych. W tym celu ESO realizuje bardzo konstruktywną współpracę ze społecznością naukową i przemysłem, a czasami także z innymi podmiotami na całym świecie.

Wnioski o czas obserwacyjny na teleskopach ESO przewyższają liczbę dostępnych nocy trzy do pięciu razy, a nawet więcej. Tak ogromne zainteresowanie badaczy jest jednym z powodów tego, że ESO to najbardziej produktywnie naukowo naziemne obserwatorium na świecie. Każdego dnia publikowane są średnio około trzy recenzowane publikacje naukowe oparte o dane zebrane teleskopami ESO. Te prace naukowe dotyczą najbardziej znaczących odkryć w astronomii, a ich kontynuację zapewnia zaangażowanie ESO w najbardziej ambitny projekt w historii astronomii obserwacyjnej: budowę Ekstremalnie Wielkiego Teleskopu (ELT).

Xavier Barcons
Dyrektor Generalny ESO



Najważniejsze daty z historii ESO



5 października 1962

Belgia, Francja, Niemcy, Holandia i Szwecja podpisały Konwencję ESO.



6 listopada 1963

Wybór Chile na miejsce budowy obserwatorium ESO i podpisanie porozumienia pomiędzy Chile, a ESO.



30 listopada 1966

Pierwsze światło 1-metrowego teleskopu ESO w La Silla — pierwszego teleskopu używanego przez ESO w Chile.



23 marca 1989

Pierwsze światło Teleskopu Nowej Technologii (NTT).



25 maja 1998

Pierwsze światło teleskopu VLT — pierwszego z jego Teleskopów Głównych (UT1, Antu).



17 marca 2001

Pierwsze światło interferometru VLTI.



8 czerwca 2011

Pierwsze zdjęcia z teleskopu VST.



30 września 2011

ALMA rozpoczyna wczesną fazę obserwacji naukowych, opublikowano pierwsze obrazy.



5 października 2012

ESO świętuje 50 lat istnienia.

Mgławica Carina w podczerwieni.
Obraz z kamery HAWK-I na teleskopie VLT.



7 listopada 1976

Pierwsze światło
3,6-metrowego
teleskopu ESO.



5 maja 1981

Otwarcie Centrali
ESO w Garching
w Niemczech.



22 czerwca 1983

Pierwsze światło
2,2-metrowego
teleskopu MPG/ESO.



11 lutego 2003

Pierwsze światło spektro-
grafu HARPS na
3,6-metrowym teleskopie
ESO w Obserwatorium
La Silla.



14 lipca 2005

Pierwsze światło submili-
metrowego teleskopu
APEX.



11 grudnia 2009

Pracę rozpoczyna VISTA,
nowatorski teleskop do
przeglądów w podczerwieni.



19 czerwca 2014

Uroczystość rozpoczęcia
budowy Ekstremalnie
Wielkiego Teleskopu (ELT).



26 maja 2017

Uroczystość wmurowania
kamienia węgielnego
pod budowę ELT, w której
udział wzięła Prezydent Chile,
Michelle Bachelet Jeria.



Przyszłość

*Ponieważ strumień terabajtów
danych spływa do astronomów
w krajach członkowskich ESO,
dokonywane są nowe odkrycia...*

Obserwatoria ESO

Północne rejony Chile, których część zajmuje pustynia Atakama, charakteryzują się wyjątkowo czystym i ciemnym niebem. Przez 300 nocy w roku oferują niesamowite widoki nieba półkuli południowej, w tym na ważny dla astronomów centralny rejon Drogi Mlecznej i na dwa Obłoki Magellana.

Płaskowyż Chajnantor

5000 metrów n.p.m. leży płaskowyż Chajnantor, jedno z najwyżej na świecie położonych miejsc, z których prowadzi się obserwacje astronomiczne. Znajduje się tutaj sieć radioteleskopów Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) — działająca w ramach partnerstwa pomiędzy ESO, Ameryką Północną i Azją Wschodnią, we współpracy z Chile — oraz Atacama Pathfinder Experiment (APEX), 12-metrowy radioteleskop pracujący w zakresie fal milimetrowych i submilimetrowych.

Cerro Paranal

Na wysokości 2600 metrów n.p.m. znajduje się Paranal, jedno z najsuchszych miejsc na Ziemi. To tutaj stoi teleskop VLT — sieć czterech Teleskopów Głównych (Unit Telescopes) i czterech ruchomych Teleskopów Pomocniczych (Auxiliary Telescopes), stanowiących część interferometru VLT (VLTI). Pracują tutaj także dwa potężne teleskopy do przeglądów nieba: VST i VISTA. Paranal znajduje się około 130 km na południe od Antofagasty i 12 km od wybrzeża Pacyfiku.

Cerro Armazones

W tym miejscu budowany jest 39-metrowy Ekstremalnie Wielki Teleskop (ELT), zaledwie 23 km od Obserwatorium Paranal. Zostanie on zintegrowany z systemem operacyjnym infrastruktury Paranal.

Vitacura, Santiago de Chile, Chile

Biuro ESO w Santiago jest aktywnym centrum edukacyjnym dla nowych pokoleń naukowców. Promuje także współpracę pomiędzy naukowcami europejskimi i chilijskimi.

Rejon powstawania gwiazd Gum 15^{*} sfotografowany przy pomocy 2,2-metrowego teleskopu MPG/ESO.



La Silla

Pierwsze obserwatorium ESO zostało wybudowane 2400 metrów n.p.m., w odległości 600 km na północ od Santiago w Chile. Jest wyposażone w kilka teleskopów optycznych o średnicach zwierciadeł do 3,6 m. Razem z 3,6-metrowym teleskopem ESO pracuje obecnie czołowy „łowca planet” — spektrograf HARPS (High Accuracy Radial velocity Planet Searcher).

Centrala ESO, Garching, Niemcy

Siedziba Centrali ESO położona jest w Garching koło Monachium (Bawaria, Niemcy). Jest to naukowe, techniczne i administracyjne centrum ESO. Znajdują się tutaj budynki techniczne, w których jest opracowywana, budowana, montowana, testowana i modernizowana większość najbardziej zaawansowanych instrumentów. Mieści się tu także jedno z największych na świecie komputerowych archiwów danych astronomicznych oraz ESO Supernova Planetarium & Visitor Centre.

Odkrycia naukowe ESO

10 najważniejszych odkryć astronomicznych z ESO

1 | Gwiazdy krążące wokół supermasywnej czarnej dziury w Drodze Mlecznej

Kilka teleskopów ESO uczestniczyło w długotrwałych badaniach w celu uzyskania najdokładniejszego w historii obrazu bliskiego otoczenia obiektu znajdującego się w sercu naszej Galaktyki — supermasywnej czarnej dziury.



2 | Przyspieszający Wszechświat

Dwa niezależne zespoły badawcze wykorzystały obserwacje supernowych, w tym dane z teleskopów ESO w La Silla i Paranal, do udowodnienia, że rozszerzanie się Wszechświata przyspiesza. Za ten wynik przyznano w 2011 r. Nagrodę Nobla z fizyki.



3 | Odkrycie planety w ekosferze wokół Proximy Centauri, najbliższej gwiazdy względem Słońca

Długo oczekiwana planeta, oznaczona jako Proxima b, krąży wokół swojej chłodnej, czerwonej gwiazdy co 11 dni i ma temperaturę odpowiednią dla istnienia na swojej powierzchni wody w stanie ciekłym. Ten skalisty świat jest tylko trochę masywniejszy niż Ziemia. To najbliższa egzoplaneta względem nas. Może być także najbliższym potencjalnym siedliskiem życia poza Układem Słonecznym.

5 | Pierwsze zdjęcie planety pozasłonecznej

Teleskop VLT uzyskał pierwsze w historii zdjęcie planety spoza Układu Słonecznego (tzw. egzoplanety). Planeta o masie pięciokrotnie większej niż Jowisz krąży po orbicie wokół gwiazdy która nie uruchomiła reakcji nuklearnych — brązowego karła — w odległości 55 razy większej niż średni dystans Ziemia-Słońce.



4 | Obraz z rewolucyjnego teleskopu ALMA ukazał genezę planet

W 2014 roku sieć radioteleskopów ALMA ukazała szczegóły powstającego systemu planetarnego. Obrazy HL Tauri były najostrzejsze z uzyskanych kiedykolwiek na falach submilimetrycznych. Pokazują w jaki sposób powstają planety zbierając gaz i pył w dysku protoplanetarnym.





SDSS

6 | Najstarsza znana gwiazda w Drodze Mlecznej

Korzystając z VLT, astronomowie wyznaczyli wiek najstarszej gwiazdy w naszej Galaktyce. Wiek 13,2 mld lat oznacza, że gwiazda narodziła się w najwcześniejszej fazie powstawania Wszechświata. W gwieździe powstałej w okresie, gdy Droga Mleczna dopiero się formowała, wykryto uran, który został wykorzystany do niezależnego oszacowania wieku Galaktyki.



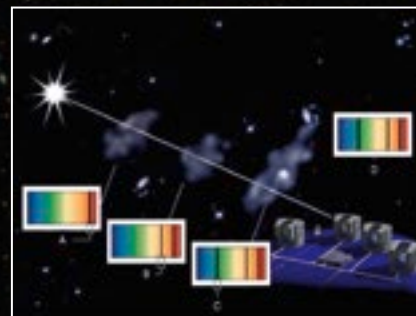
ESO/L. Calçada

7 | Bezpośrednie pomiary widm egzoplanet i ich atmosfer

Atmosfera wokół egzoplanety z kategorii superziemi została po raz pierwszy przeanalizowana dzięki użyciu teleskopu VLT. Planetę GJ 1214b obserwowano, gdy przemieszczała się przed swoją gwiazdą i część światła gwiazdy przeszła przez planetarną atmosferę. Atmosfera ta składa się głównie z pary wodnej albo jest zdominowana przez grube chmury lub mgły.



ESO/N. Bartmann/spaceengine.org



8 | Niezależny pomiar kosmicznej temperatury

VLT wykrył cząsteczki tlenku węgla w galaktyce widocznej w stanie, jaki miała prawie 11 mld lat temu. Pozwoliło to astronomom na dokonanie precyzyjnych pomiarów kosmicznej temperatury, po raz pierwszy dla tak odległej epoki.

9 | Rekordowy system planetarny

Dzięki teleskopom naziemnym i kosmicznym, w tym VLT, astronomowie odkryli system z siedmioma planetami wielkości Ziemi, odległy o zaledwie 40 lat świetlnych. Planety krążą po orbitach wokół ultrachłodnego karła o nazwie TRAPPIST-1. Trzy z planet znajdują się w ekosferze, co zwiększa szanse, że w systemie tym może występować życie. Układ ten ma największą liczbę planet wielkości Ziemi i największą liczbę światów, na których na powierzchni może występować woda w stanie ciekłym.



10 | Rozbłyski gamma — związek pomiędzy supernowymi, a zderzającymi się gwiazdami neutronowymi

Teleskopy ESO rozwiązały starą kosmiczną zagadkę dotyczącą dwóch rodzajów błysków gamma. Dostarczyły definitywnego dowodu na to, że długie błyski gamma są związane z eksplozjami gwiazd masywnych oraz były w stanie po raz pierwszy zaobserwować światło widzialne od krótkiego błysku gamma, pokazując, że najprawdopodobniej błysk pochodził od gwałtownej kolizji dwóch zderzających się gwiazd neutronowych.

Fotografia głębokiego pola uzyskana instrumentem Wide Field Imager (WFI) na 2,2-metrowym teleskopie MPG/ESO w Obserwatorium La Silla.

Teleskop VLT

Bardzo Duży Teleskop (Very Large Telescope — VLT) to flagowy instrument europejskiej astronomii optycznej na początku trzeciego tysiąclecia. Jest najbardziej zaawansowanym instrumentem optycznym i podczerwonym na świecie. Obejmuje cztery Teleskopy Główne (Unit Telescopes) o średnicach zwierciadeł 8,2 m. Można z nich korzystać pojedynczo albo razem, podobnie jak z czterech ruchomych 1,8-metrowych Teleskopów Pomocniczych (Auxiliary Telescopes), aby utworzyć interferometr. Teleskopy te są tak potężne, że mogą uzyskiwać obrazy obiektów astronomicznych cztery miliardy razy słabszych niż widoczne nieuzbrojonym okiem.

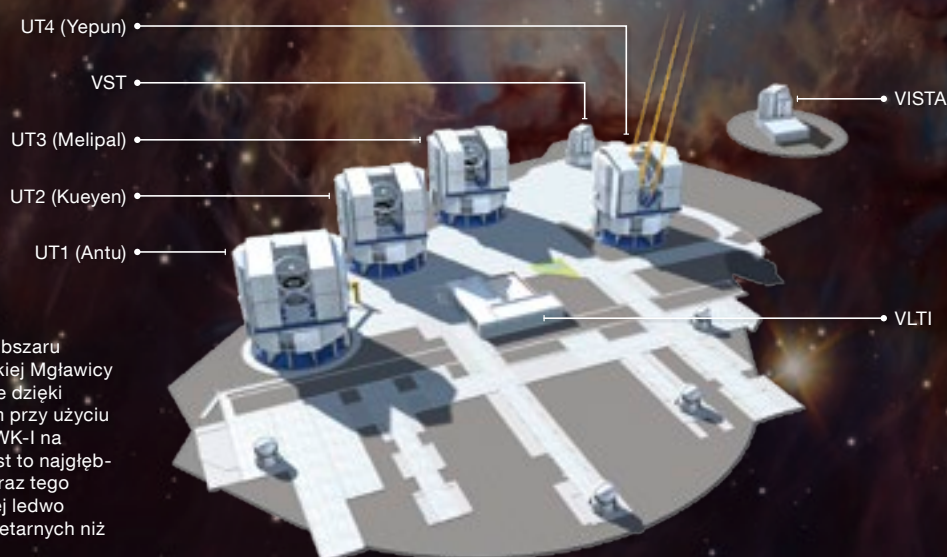
Zestaw instrumentów VLT jest najambitniejszym wśród dostępnych dla pojedynczego obserwatorium. Obejmuje kamery i spektrografy, które pokrywają szeroki zakres widma, rozciągający się od ultrafioletu (0,3 μm) do średniej podczerwieni (20 μm).

8,2-metrowe teleskopy są umieszczone w zwartych, kontrolowanych termicznie budynkach, które obracają się synchronicznie z teleskopami. Znacząco minimalizuje to wpływ lokalnych warunków atmosferycznych, takich jak turbulencje powietrza w tubusie teleskopu, które mogą wynikać z wiatru i wahań temperatury.

Pierwszy z Teleskopów Głównych rozpoczął regularne obserwacje naukowe 1 kwietnia 1999 r. VLT wywarł ogromny wpływ na astronomię obserwacyjną. Jest najbardziej efektywnym indywidualnym naziemnym urządzeniem badawczym na świecie. Wyniki VLT prowadzą do publikacji średnio ponad jednego recenzowanego artykułu naukowego dziennie.

W Obserwatorium Paranal pracują także narodowe teleskopy NGTS (Next-Generation Transit Survey) i SPECULOOS (Serach for habitable Planets ECLipsing ULtra-cOOl Stars).

Nazwa	VLT
Lokalizacja	Cerro Paranal
Wysokość	2635 metrów n.p.m.
Długość fali	Ultrafiolet/światło widzialne/podczerwień
Elementy/technika	Interferometria z 4 teleskopami (maksymalna długość bazy 130 m), z których 3 mają optykę adaptacyjną
Układ optyczny	Reflektor Ritcheya-Chrétiena
Średnica zwierciadła głównego	8,2 metra
Montaż	Azymutalny
Pierwsze światło	Maj 1998 – wrzesień 2000 r.



To spektakularne zdjęcie obszaru gwiazdotwórczego w Wielkiej Mgławicy w Orionie zostało uzyskane dzięki wielokrotnym ekspozycjom przy użyciu podczerwonej kamery HAWK-I na teleskopie VLT w Chile. Jest to najgłębszy uzyskany jak dotąd obraz tego obszaru. Ukazuje on więcej ledwo widocznych obiektów planetarnych niż się spodziewano.



ESO/H. Drass et al.



Y. Belesky (LCO)/ESO

Fotografia wykonana z wnętrza kopuły czwartego Teleskopu Głównego wchodzącego w skład VLT. Widać skierowany w stronę centrum Drogi Mlecznej laserowy promień do wytwarzania sztucznej gwiazdy porównania.



ESO/G. Hudepohl (atacamaphoto.com)

Słońce zachodzi za horyzont na Oceanie Spokojnym, oświetlając w niesamowity sposób platformę Paranal na pustyni Atakama w północnym Chile.

Optyka adaptacyjna

Turbulencje w atmosferze powodują, że zdjęcia wykonywane z powierzchni Ziemi są zaburzane, a gwiazdy „mrugają”. Astronomowie w ESO używają techniki zwanej optyką adaptacyjną (adaptatywną), aby niwelować takie atmosferyczne efekty.

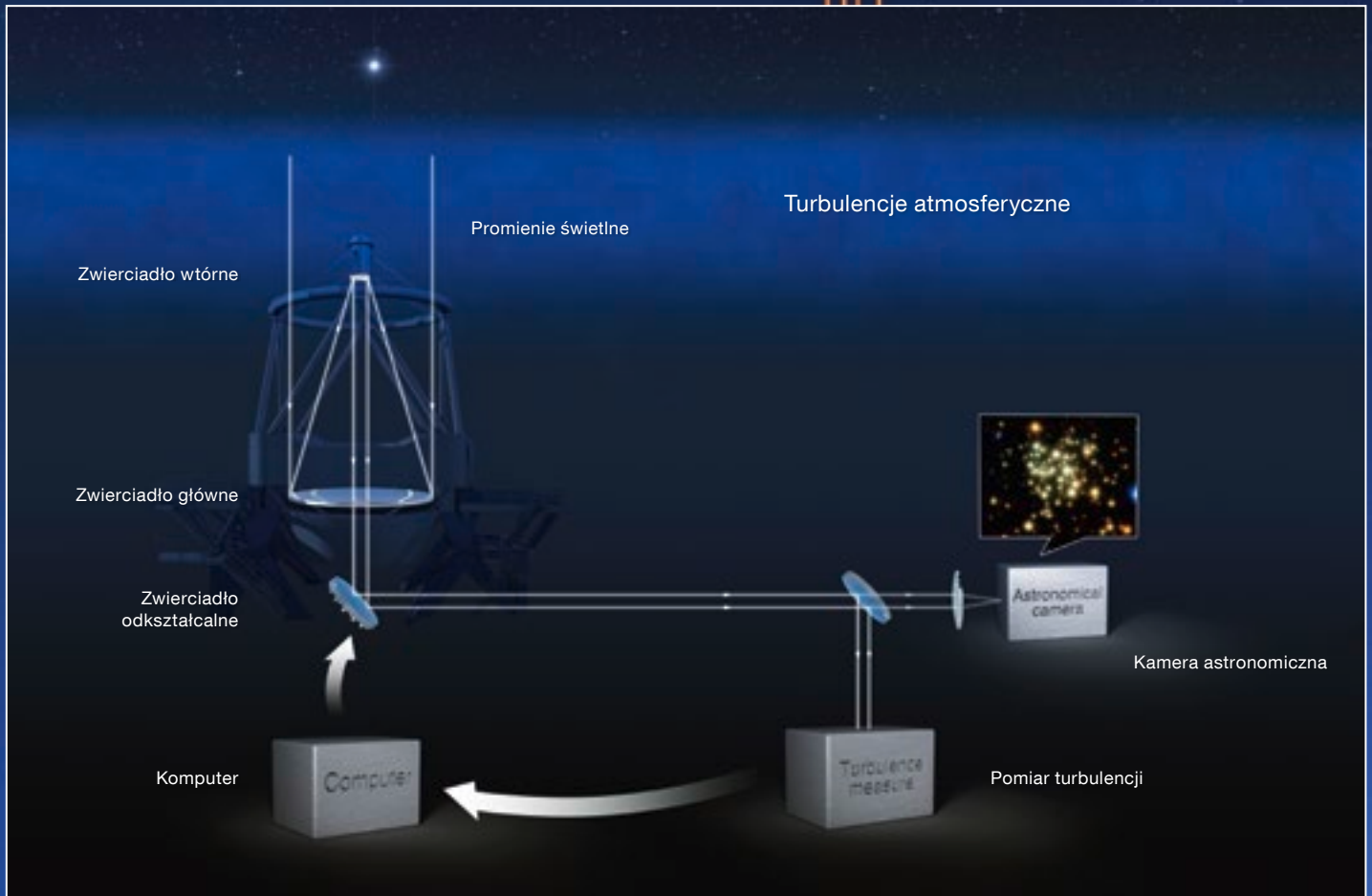
Skomplikowane odkształcalne zwierciadła, kontrolowane przez komputery, mogą w czasie rzeczywistym korygować zaburzenia powodowane przez turbulencje atmosferyczne, co pozwala na uzyskiwanie obrazów prawie tak ostrych, jak z przestrzeni kosmicznej.

Aby to zadziałało, potrzebna jest gwiazda odniesienia położona na niebie bardzo blisko obserwowanego obiektu. Wykonuje się pomiary zaburzeń, aby system mógł korygować zwierciadło optyki adaptacyjnej. Ponieważ odpowiednie gwiazdy nie są dostępne w każdym przypadku, astronomowie tworzą „sztuczne gwiazdy”, rozświetlając silnym promieniem lasera górną warstwę atmosfery na wysokości 90 km.

ESO, współpracując z europejskimi instytutami i firmami, odgrywa wiodącą rolę w rozwoju optyki adaptacyjnej i technologii „laserowej gwiazdy”. Korzystające z optyki adaptacyjnej urządzenia ESO dokonały wielu znaczących odkryć naukowych. To dzięki tej technologii udało się po raz pierwszy bezpośrednio zaobserwować egzoplanetę (zob. str. 8), a także przeprowadzić szczegółowe badania otoczenia czarnej dziury w centrum Drogi Mlecznej (zob. str. 8).

Obecnie na VLT jest instalowana następna generacja optyki adaptacyjnej. Technologia ta korzysta z kilku „laserowych gwiazd”, a także z bardzo zaawansowanych instrumentów, np. do poszukiwania planet. Jeszcze bardziej zaawansowane systemy, przeznaczone do ELT, są obecnie w fazie opracowywania. Wykorzystanie kilku „laserowych gwiazd” pozwoli na uzyskiwanie korekty na większym polu widzenia, co będzie kluczowe dla przyszłych badań naukowych przy pomocy VLT i ELT.

System czterech „laserowych gwiazd” w Paranal wycelowany w Mglavicę Carina.



Schemat pokazujący w jaki sposób działa optyka adaptacyjna.



System czterech „laserowych gwiazd” na Teleskopie Głównym nr 4 w ramach VLT.

Interferometr VLTI

Pojedyncze teleskopy VLT mogą pracować razem w formie Interferometru VLT (VLTI), pozwalając astronomom na dostrzeżenie detali 16 razy lepiej niż w przypadku jednego teleskopu. Dzięki VLTI można zobaczyć szczegóły na powierzchni gwiazd, a nawet badać bliskie otoczenie czarnej dziury w centrum innej galaktyki.

Promienie świetlne z teleskopów są w VLTI łączone razem za pomocą skomplikowanego systemu zwierciadeł w podziemnych tunelach, w których długości ścieżek światła muszą być utrzymywane z dokładnością lepszą niż jedna tysięczna milimetra na 100 metrów. Za pomocą 130-metrowego „wirtualnego teleskopu” można prowadzić pomiary odpowiadające dostrzeżeniu z powierzchni Ziemi główki śruby na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, znajdującej się na orbicie na wysokości 400 km. Choć 8,2-metrowe Teleskopy Główne mogą być połączone jako

VLTI, przez większość czasu są wykorzystywane pojedynczo. W trybie obserwacji interferometrycznych są dostępne jedynie przez ograniczoną liczbę nocy w roku.

Aby wykorzystać moc interferometrii VLT każdej nocy, zbudowano cztery mniejsze Teleskopy Pomocnicze (Auxiliary Telescopes). Są one zamontowane na torach i mogą przemieszczać się pomiędzy określonymi pozycjami obserwacyjnymi. Z tych pozycji promienie świetlne są odbijane przez zwierciadła teleskopów i łączone dzięki VLTI.

Teleskopy Pomocnicze są bardzo nietypowe — samowystarczalne w swoich kopułach ochronnych, z własną elektroniką, wentylacją, hydrauliką i systemami chłodzenia, a nawet z własnymi transporterami, które podnoszą teleskopy i przemieszczają je pomiędzy pozycjami obserwacyjnymi.

Nazwa	Teleskopy Pomocnicze
Lokalizacja	Cerro Paranal
Wysokość	2635 metrów n.p.m.
Długość fali	Światło widzialne/podczerwień
Elementy/technika	Interferometria z 4 małymi teleskopami (maksymalna długość bazy 200 metrów)
Układ optyczny	Ritcheya-Chrétiena z optycznym pociągim coudé
Średnica zwierciadła głównego	1,82 metra
Montaż	Azymutalny
Pierwsze światło	Styczeń 2004 – grudzień 2006 r.



Panoramiczny widok tunelu interferometru VLTI.



Teleskopy do przeglądów nieba

W Obserwatorium Paranal umieszczone zostały dwa specjalne teleskopy: Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy (VISTA) oraz VLT Survey Telescope (VST). Są one najpotężniejszymi na świecie teleskopami dedykowanymi fotograficznemu przeglądowi nieba i znacznie zwiększyły potencjał naukowych odkryć Obserwatorium Paranal.

Wiele z najciekawszych obiektów astronomicznych (od ciemnych brązowych karłów w Drodze Mlecznej do najodleglejszych kwazarów) to obiekty trudne do wykrycia. Największe teleskopy mogą badać jedynie niewielki fragment nieba w danej chwili, natomiast VISTA i VST zostały zaprojektowane do fotografowania dużych obszarów szybko i dokładnie. Oba teleskopy tworzą wielkie archiwa zdjęć i katalogi obiektów, które będą badane przez astronomów w nadchodzących dziesięcioleciach.

VISTA ma zwierciadło główne o średnicy 4,1 metra i jest najpotężniejszym na świecie teleskopem do przeglądów w bliskiej podczerwieni. W sercu VISTA znajduje się 3-tonowa kamera złożona z 16 detektorów czułych na promieniowanie podczerwone, mających razem 67 megapikseli. Instrument posiada największe pole widzenia ze wszystkich astronomicznych kamer do bliskiej podczerwieni.

VST jest najnowocześniejszym 2,6-metrowym teleskopem, wyposażonym w OmegaCAM, olbrzymią 268-megapikselową kamerę CCD o polu widzenia ponad cztery razy większym niż obszar tarczy Księżyca w pełni. Jest dobrym uzupełnieniem dla VISTA i dokonuje przeglądów nieba w zakresie promieniowania widzialnego.

Nazwa	VISTA
Lokalizacja	Niedaleko Cerro Paranal
Wysokość	2518 metrów n.p.m.
Długość fali	Podczerwień
Elementy	67-megapikselowa kamera VIRCAM; pole widzenia $1.65^\circ \times 1.65^\circ$
Układ optyczny	Zmodyfikowany reflektor Ritcheya-Chrétiena z soczewkami korekcyjnymi w kamerze
Średnica zwierciadła głównego	4,10 metra
Montaż	Azymutalny widłowy
Pierwsze światło	11 grudnia 2009 r.

Nazwa	VST
Lokalizacja	Cerro Paranal
Wysokość	2635 metrów n.p.m.
Długość fali	Ultrafiolet/światło widzialne/bliska podczerwień
Elementy	268-megapikselowa kamera OmegaCAM; pole widzenia $1^\circ \times 1^\circ$
Układ optyczny	Zmodyfikowany reflektor Ritcheya-Chrétiena z korektorami
Średnica zwierciadła głównego	2,61 metra
Montaż	Azymutalny widłowy
Pierwsze światło	8 czerwca 2011 r.

Fotograficzna panorama Wielkiej Mgławicy w Orionie (Messier 42), znajdującej się około 1350 lat świetlnych od Ziemi. Zdjęcie wykonano przy pomocy teleskopu VISTA w Obserwatorium Paranal w Chile.



Wewnątrz kopuły teleskopu VST,
z Drogą Mleczną świecącą ponad
teleskopem.

ESO/B. Tafreshi (twanight.org)



Kopuła teleskopu VISTA
o zachodzie słońca.

ESO/B. Tafreshi (twanight.org)

Teleskop ELT

Ekstremalnie wielkie teleskopy to jeden z najważniejszych priorytetów w astronomii naziemnej. Znacznie przyczynią się do zaawansowania naszej wiedzy astrofizycznej, pozwalając na szczegółowe badania planet wokół innych gwiazd, pierwszych obiektów we Wszechświecie, supermasywnych czarnych dziur oraz natury i rozmieszczenia ciemnej materii i ciemnej energii, które dominują we Wszechświecie.

Rewolucyjny Ekstremalnie Wielki Teleskop (Extremely Large Telescope – ELT), budowany przez ESO, będzie miał zwierciadło główne o średnicy 39 metrów i powierzchni zbierającej światło prawie 1000 metrów kwadratowych, co uczyni go „największym okiem świata na niebo”. ELT będzie większy niż wszystkie obecnie istniejące wielkie teleskopy optyczne razem wzięte. Będzie dostarczał 15 razy ostrzejszych obrazów niż Kosmiczny Teleskop Hubble’a. Dla ELT zaprojektowano nowatorski pięciopowierciadłany system optyczny z lustrem

głównym złożonym z 798 sześciokątnych segmentów, każdy o rozmiarach 1,4 metra, przy grubości zaledwie 5 centymetrów.

Według planów, ELT ma uzyskać pierwsze światło w 2024 roku i wtedy zacznie mierzyć się z największymi wyzwaniami naukowymi naszych czasów. Będzie służyć do badania planet podobnych do Ziemi krążących w ekosferach wokół innych gwiazd, potencjalnych miejsc istnienia życia — jednego ze Świętych Graali współczesnej astronomii obserwacyjnej. Będzie też stosowany do gwiazdnej archeologii, poprzez badania starych gwiazd i gwiazdnych populacji w pobliskich galaktykach. Wnieście też fundamentalny wkład do kosmologii, poprzez badania pierwszych gwiazd i galaktyk oraz scharakteryzowanie natury ciemnej materii i ciemnej energii. Astronomowie spodziewają się także, że z odkryć dokonanych teleskopem ELT mogą narodzić się nowe, nieznane obecnie pytania.

Nazwa	ELT
Lokalizacja	Cerro Armazones
Wysokość	3046 metrów n.p.m.
Długość fali	Światło widzialne/bliska podczerwień
Technika	Wbudowana optyka adaptacyjna używająca 2,6 m odkształcalnego lustra i do 8 laserowych gwiazd porównania
Układ optyczny	Pięciopowierciadłany
Średnica zwierciadła głównego	39 metrów
Montaż	Azymutalny
Pierwsze światło	2024 r.

Porównanie rozmiarów zwierciadeł głównych planowanych dla wielkich teleskopów optycznych znajdujących się obecnie w trakcie budowy.

Wielki Teleskop do Przeglądów Synoptycznych (LSST)



8,4 metra

El Peñón, Chile
(planowany rok 2020)

Gigantyczny Teleskop Magellana (GMT)



24,5 metra

Obserwatorium Las Campanas, Chile
(planowany rok 2021+)

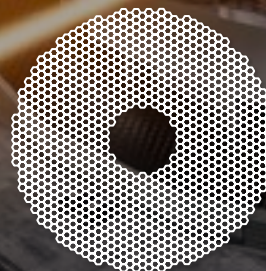
Teleskop Trzydziestometrowy (TMT)



30 metrów

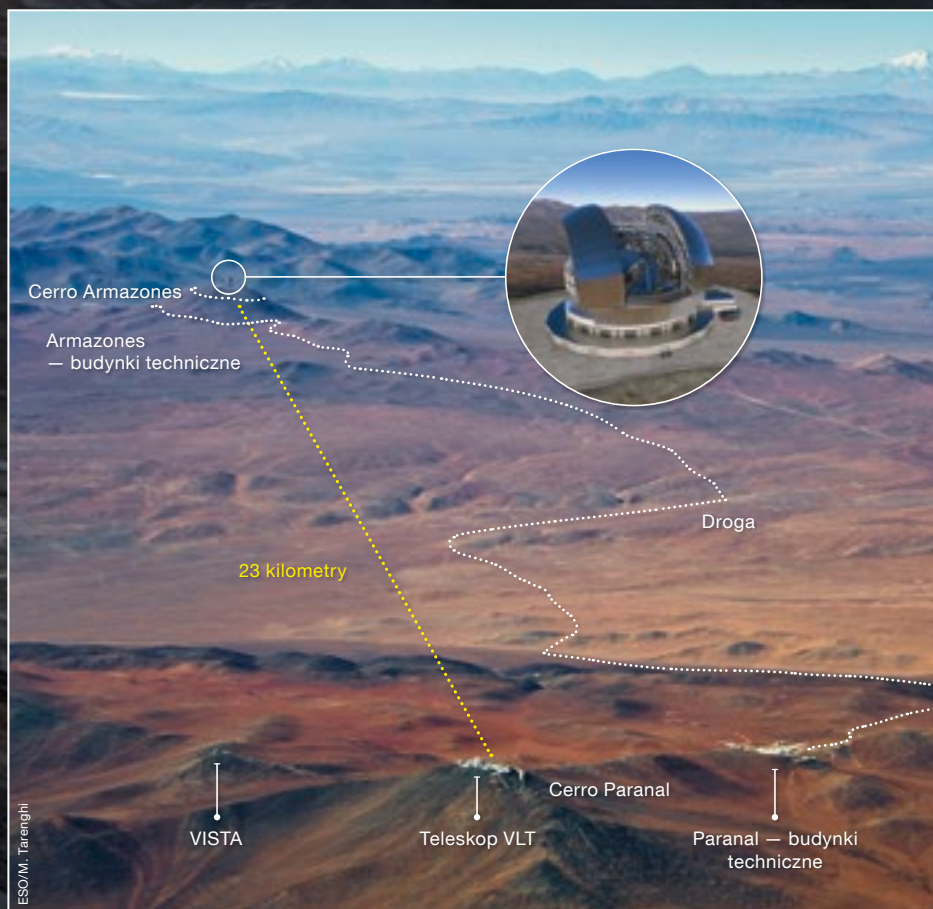
Mauna Kea, Hawaje
(planowany rok 2022+)

Ekstremalnie Wielki Teleskop (ELT)



39 metrów

Cerro Armazones, Chile
(planowany rok 2024)



U góry: Infografika porównująca kopułę Ekstremalnie Wielkiego Teleskopu (ELT) z kopułami innych wielkich teleskopów znajdujących się obecnie w trakcie budowy.

Na dole: Mapa obszaru w północnym Chile z zaznaczonymi Cerro Paranal i Cerro Armazones oraz drogą pomiędzy nimi.

Artystyczna wizja nocnego widoku na Ekstremalnie Wielki Teleskop (ELT) w trakcie działania na Cerro Armazones w północnym Chile.

ALMA

Wysoko na płaskowyżu Chajnantor w Andach Chilijskich, ESO wraz ze swoimi globalnymi partnerami, posiada sieć radioteleskopów Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) — największy istniejący projekt astronomiczny. ALMA to najnowocześniejsze obserwatorium radioastronomiczne, które bada promieniowanie od obiektów należących do najchłodniejszych we Wszechświecie.

ALMA składa się z 66 precyzyjnych anten: główna sieć to pięćdziesiąt 12-metrowych anten, które działają razem jako pojedynczy teleskop, a uzupełnia je dodatkowa zwarta sieć czterech anten 12-metrowych i dwunastu 7-metrowych.

Sieć ALMA bada Wszechświat na falach milimetrycznych i submilimetrycznych z niebywałą czułością i rozdzielczością — uzyskiwane przez nią obrazy są do dziesięciu razy ostrzejsze niż zdjęcia z Kosmicznego Teleskopu Hubble’a. Zakres fal, które obserwuje, znajduje się pomiędzy podczerwienią, a falami radiowymi. Promieniowanie w tym zakresie pochodzi z olbrzymich zimnych obłoków w przestrzeni międzygwiazdowej oraz od najwcześniejszych i najodleglejszych galaktyk we Wszechświecie. Obiekty te często są ciemne albo przesłonięte w świetle widzialnym, ale jasno świecą w milimetrycznej i submilimetrycznej części widma.

ALMA pozwala na badania cegiełek, z których powstają gwiazdy, systemy planetarne, galaktyki i samo życie, umożliwiając astronomom próbę odpowiedzi na najgłębsze pytania o naszych kosmicznych korzeniach.

Ponieważ promieniowanie milimetryczne i submilimetryczne jest bardzo mocno absorbowane przez parę wodną w ziemskiej atmosferze, ALMA została zbudowana na wysokości 5000 metrów nad poziomem morza, na płaskowyżu Chajnantor w północnym Chile. Miejsce to posiada jedną z najbardziej suchych atmosfer na Ziemi, panujące tam warunki obserwacyjne są niespotykane w innych miejscach.

ALMA to partnerstwo pomiędzy ESO, U.S. National Science Foundation (NSF) oraz National Institutes of Natural Sciences (NINS) of Japan, we współpracy z Chile. ALMA jest finansowana przez ESO w imieniu Krajów Członkowskich, przez NSF we współpracy z National Research Council of Canada (NRC) i National Science Council of Taiwan (NSC) oraz przez NINS we współpracy z Academia Sinica (AS) na Tajwanie i Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI).

Nazwa	ALMA
Lokalizacja	Chajnantor
Wysokość	4576–5044 metrów n.p.m.
Długość fali	Zakres submilimetryczny
Technika	Interferometria o bazach od 150 m do 16 km
Układ optyczny	Cassegraina
Średnica anteny	54 × 12 metrów; 12 × 7 metrów
Montaż	Azymutalny
Pierwsze światło	30 września 2011 r.



ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), J. Bally/H. Drass et al.

Gwiezdne eksplozje są często związane z supernowymi, czyli z widowiskową śmiercią gwiazd. Nowe obserwacje ALMA dają astronomom wgląd w wybuchy związane z drugim końcem cyklu życia gwiazd — ich narodzinami (na zdjęciu: obszar Mgławicy w Orionie).



ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/M. Kaufman & the NASA/ESA Hubble Space Telescope

Na zdjęcie z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a nłożono dane z ALMA, uzyskując bardzo rzadki kosmiczny widok: struktury pary oddziałujących ze sobą galaktyk ułożone są w kształty podobne do oczu.

APEX

Astronomowie mają na Chajnantor jeszcze inne, komplementarne urządzenie pracujące na falach milimetrycznych i submilimetrycznych: Atacama Pathfinder Experiment (APEX). Jest to 12-metrowy teleskop oparty na prototypowej antenie ALMA, działający na tym samym obszarze, co ALMA. APEX funkcjonuje znacznie dłużej niż ALMA i teraz, gdy budowa większej sieci została ukończona, przejął rolę wykonywania przeglądów nieba.

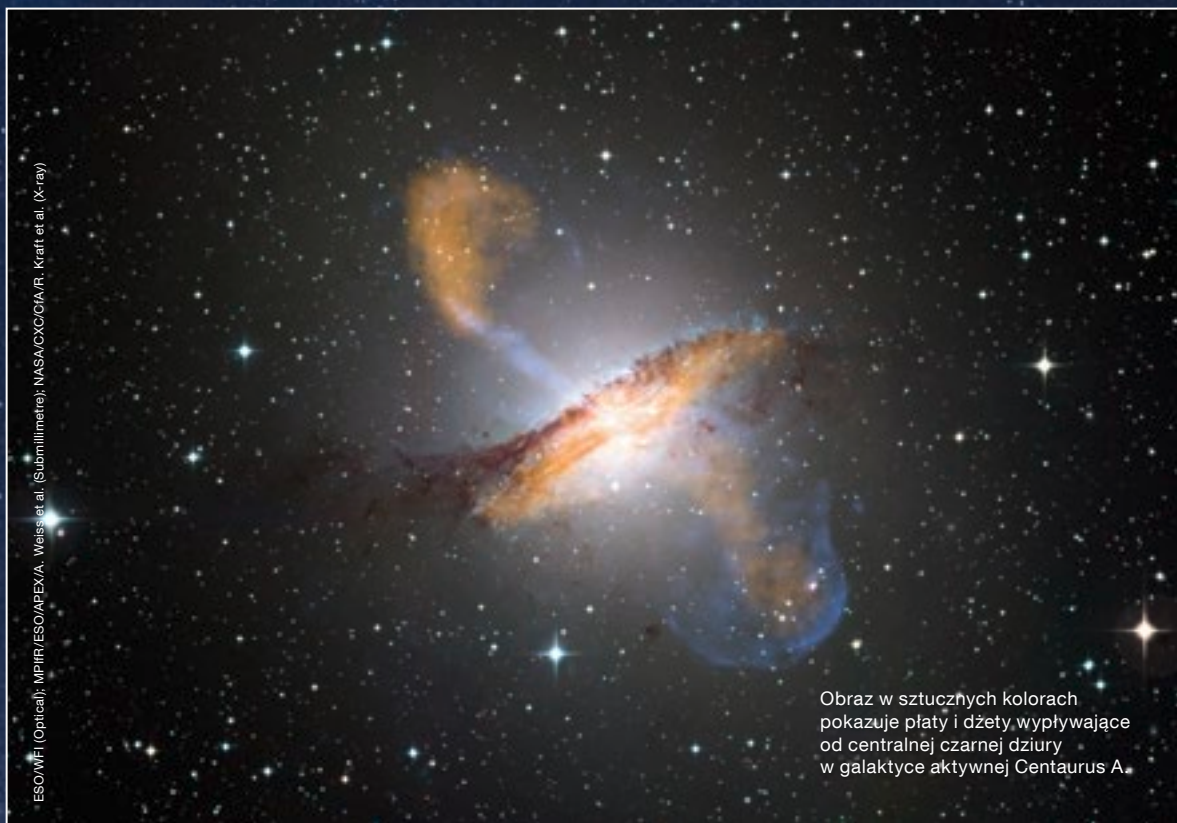
Podobnie jak ALMA, APEX został zaprojektowany do pracy w zakresie submilimetrycznym, który jest kluczowy w badaniach najzimniejszych, najgęstszych i najbardziej odległych obiektów we Wszechświecie. Przez lata obserwował gwałtowne, wczesne życie galaktyk,

które obecnie są najmaszywniejsze, badał materię rozrywaną przez supermasywną czarną dziurę i po raz pierwszy wykrył w przestrzeni kosmicznej cząsteczki nadtlenu wodoru. APEX jest także wykorzystywany do badania warunków panujących wewnątrz obłoków molekularnych, takich jak Wielka Mgławica w Orionie czy Filary Stworzenia w Mgławicy Orzeł, polepszając nasze zrozumienie obszarów gazu i pyłu, w których rodzą się nowe gwiazdy.

APEX działa w ramach współpracy pomiędzy Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Onsala Space Observatory oraz ESO. Użytkowanie teleskopu zostało powierzone ESO.

Nazwa	APEX
Lokalizacja	Chajnantor
Wysokość	5050 metrów n.p.m.
Długość fali	Zakres submilimetryczny
Układ optyczny	Cassegraina
Średnica anteny głównej	12 metrów
Montaż	Azymutalny
Pierwsze światło	14 lipca 2005 r.

Radioteleskop APEX patrzy w niebo podczas jasnej, księżycowej nocy na Chajnantor, jednym z najwyższych i najsuchszych na świecie miejsc do prowadzenia obserwacji astronomicznych.



La Silla

Obserwatorium La Silla, położone 600 km na północ od Santiago w Chile, na wysokości 2400 metrów n.p.m., jest „twierdzą” ESO od lat 60. ubiegłego wieku. To tutaj ESO ciągle posiada dwa najlepsze teleskopy klasy 4 m na świecie, dzięki którym La Silla zajmuje pozycję jednego z najbardziej produktywnych naukowo obserwatoriów na świecie.

3,58-metrowy teleskop NTT (New Technology Telescope — Teleskop Nowej Technologii) stanowił przełom w inżynierii i projektowaniu teleskopów. Był pierwszym teleskopem na świecie z komputerowo kontrolowanym zwierciadłem głównym (optyka aktywna), a technologia opracowana przez ESO jest obecnie stosowana w VLT i w większości największych teleskopów na świecie.

Od 1977 r. w La Silla pracuje 3,6-metrowy teleskop ESO. Po kilku istotnych modernizacjach pozostaje w czołówce teleskopów klasy 4 metrów

na półkuli południowej. To wraz z nim pracuje czołowy łowca planet: spektrograf HARPS o niebywalej precyzji.

Infrastruktura La Silla jest także wykorzystywana przez kraje członkowskie ESO do projektów celowych, takich jak szwajcarski 1,2-metrowy Teleskop Leonarda Eulera, 2,2-metrowy MPG/ESO oraz duński teleskop 1,54-metrowy. Rapid Eye Mount (REM) oraz TAROT (Télescope à Action Rapide pour les Objets Transitoires) to teleskopy do śledzenia błysków gamma. TRAPPIST (TRANSiting Planets and Planetesimals Small Telescope), ExTrA (Exoplanets in Transits and their Atmospheres) i MASCARA (The Multi-site All-Sky CAmERA) służą z kolei do poszukiwania egzoplanet. Dodatkowo, BlackGEM szuka optycznych odpowiedników dla zarejestrowanych detekcji fal grawitacyjnych, a Test-Bed Telescope — projekt realizowany we współpracy z ESA — dokonuje przeglądu sztucznych i naturalnych obiektów w pobliżu Ziemi.



Trójbarwna fotograficzna mozaika Mgławicy Orzeł (Messier 16 lub NGC 6611), powstała ze zdjęć uzyskanych kamerą Wide Field Imager zamontowaną na 2,2-metrowym teleskopie MPG/ESO w Obserwatorium La Silla.



Sylwetka 3,6-metrowego teleskopu ESO rysuje się na tle nieba w tym nocnym widoku na Obserwatorium La Silla.

CTA

Sieć Teleskopów Czerenkowa (Cherenkov Telescope Array — CTA) to obserwatorium naziemne kolejnej generacji, budowane dla astronomii wysokoenergetycznego promieniowania gamma. Przewiduje się, że w Obserwatorium Paranal powstanie południowa część teleskopu CTA, korzystając z istniejącej zaawansowanej infrastruktury ESO.

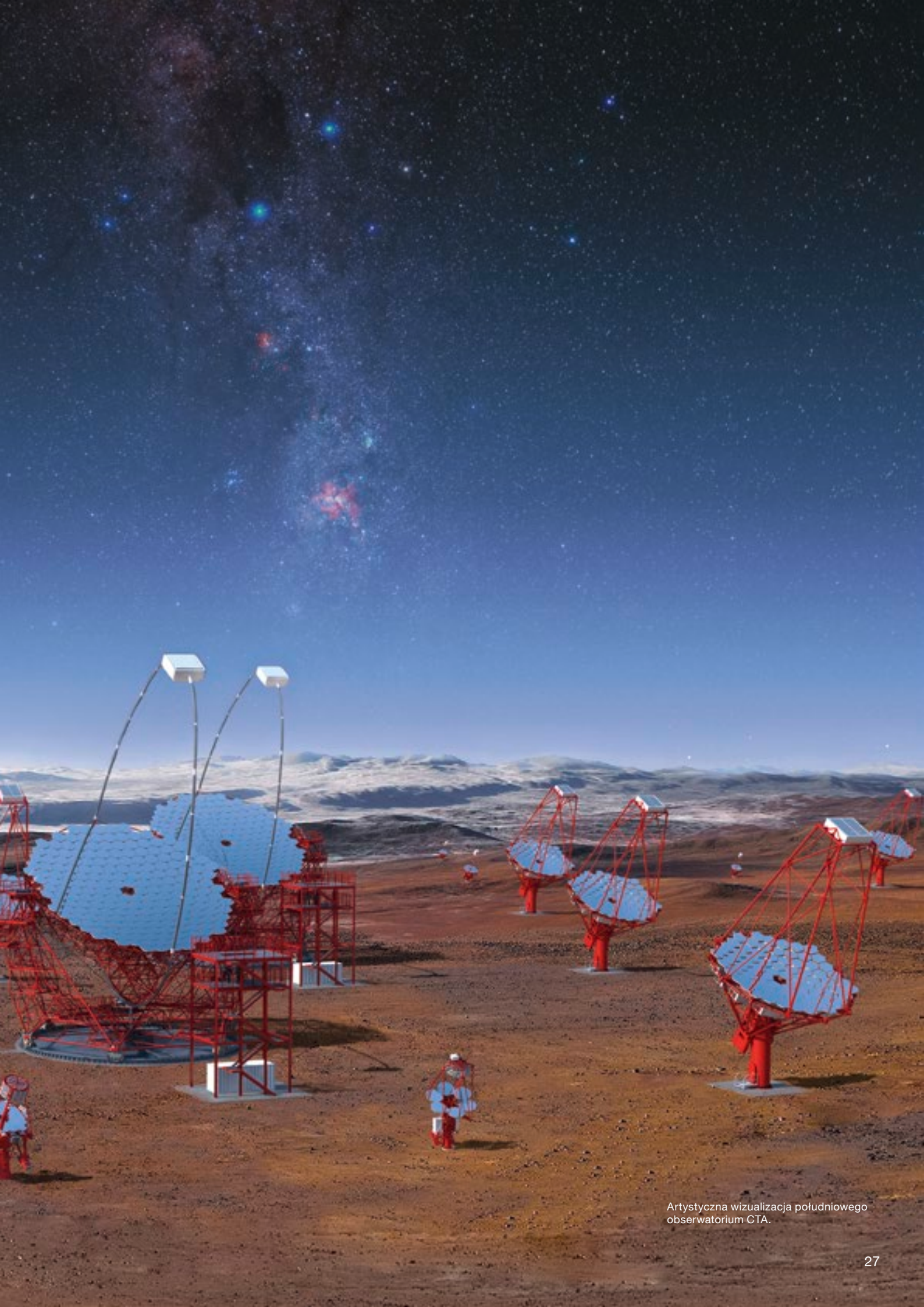
CTA planuje mieć 118 teleskopów na świecie, z 99 teleskopami w swojej większej południowej części, około 10 kilometrów na południowy wschód od VLT. ESO będzie obsługiwać południowe obserwatorium CTA, a w zamian 10 % czasu obserwacyjnego obu sieci (południowej w Chile i północnej na La Palma) będzie dostępne dla naukowców z Krajów Członkowskich ESO. Dodatkowo, 10 % czasu obserwacyjnego na południowej sieci zostanie zarezerwowane dla chilijskich instytucji naukowych.

Obserwatorium CTA będzie działać jako infrastruktura otwarta dla szerokiej społeczności astrofizycznej. Obecnie w projekcie CTA uczestniczy ponad 1350 naukowców i inżynierów z pięciu kontynentów, 32 kraje i ponad 210 instytucji badawczych.

CTA — ze swoją wielką powierzchnią zbierającą promieniowanie i szerokim pokryciem nieba — będzie największym i najbardziej czułym obserwatorium wysokoenergetycznego promieniowania gamma na świecie. Będzie wykrywać promieniowanie gamma z niesamowitą precyzją i z 10 razy lepszą czułością niż obecnie istniejące instrumenty.

Promieniowanie gamma jest emitowane przez obiekty należące do najgorętszych i najpotężniejszych we Wszechświecie, takie jak supermasywne czarne dziury i supernowe. Chociaż atmosfera nie dopuszcza promieniowania gamma do powierzchni Ziemi, zwierciadła CTA i szybkie kamery będą rejestrować charakterystyczne, krótkotrwałe, błękitne błyski promieniowania Czerenkowa, które jest produkowane, gdy promieniowanie gamma oddziałuje z atmosferą. Pozwoli to prześledzić wstecz drogę promieniowania gamma od jego kosmicznego źródła, pomagając astronomom na zbadanie najbardziej ekstremalnych i najgwałtowniejszych zdarzeń w wysokoenergetycznym Wszechświecie.





Artystyczna wizualizacja południowego obserwatorium CTA.

ESO i Chile

6 listopada 1963 r. podpisano pierwsze porozumienie pomiędzy rządem Chile, a ESO. Był to początek trwającej obecnie już 50 lat udanej międzynarodowej współpracy, tworzącej ważne kulturalne związki pomiędzy Chile, a Europą. ESO jest zaangażowane w bliską i bardzo owocną współpracę z Chile na wielu poziomach: rządowym, uniwersyteckim, naukowo-technicznym i przemysłowym.

W ramach współpracy rozwinęły się chilijska nauka, technologia i inżynieria, razem z rozwojem astronomii i związanymi z nią technologiami w Krajach Członkowskich ESO. Uczyniło to z chilijskich naukowców i inżynierów bardzo cennych partnerów dla ESO.

ESO wnosi swój wkład w rozwój astronomii w Chile poprzez fundusze zarządzane przez ESO–Government of Chile Joint Committee oraz ALMA CONICYT Joint Committee, finansujące szeroki zakres aktywności w nauce, technolo-

giach astronomicznych i edukacji. Chilijska społeczność astronomiczna ma także preferencyjny dostęp do części czasu obserwacyjnego na teleskopach ESO.

Dodatkowo, ESO prowadzi kilka regionalnych i lokalnych programów współpracy w regionach Coquimbo i Antofagasta, w których położone są obserwatoria organizacji. ESO promuje także programy ochrony przyrody i świadomości lokalnego dziedzictwa (w tym ciemnego nieba) w tych regionach.

Współpraca pomiędzy Chile, a ESO dowiodła, że jest nie tylko stabilna i długotrwała, ale także elastyczna. Co najważniejsze, ten związek otwiera bardzo ciekawe możliwości na przyszłość — z korzyściami dla Chile, Krajów Członkowskich ESO oraz rozwoju nauki i technologii.

Laguna Miñiques znajduje się wysoko na andyjskim płaskowyżu Altiplano, blisko granicy z Argentyną, 80 km na południe od obserwatorium ALMA. Osoby jadące drogą nr 23 do Argentyny mijają to piękne jezioro.

Od pomysłu do publikacji naukowej: przepływ danych

Działalność teleskopów ESO jest procesem ciągłym. Rozpoczyna się, gdy astronomowie nadsyłają wnioski dotyczące projektów obserwacyjnych, mających zbadać różne cele naukowe. Wnioski te są następnie recenzowane przez ekspertów, a te, które uzyskują aprobatę, przekształcane są w dokładne opisy obserwacji potrzebnych do wykonania.

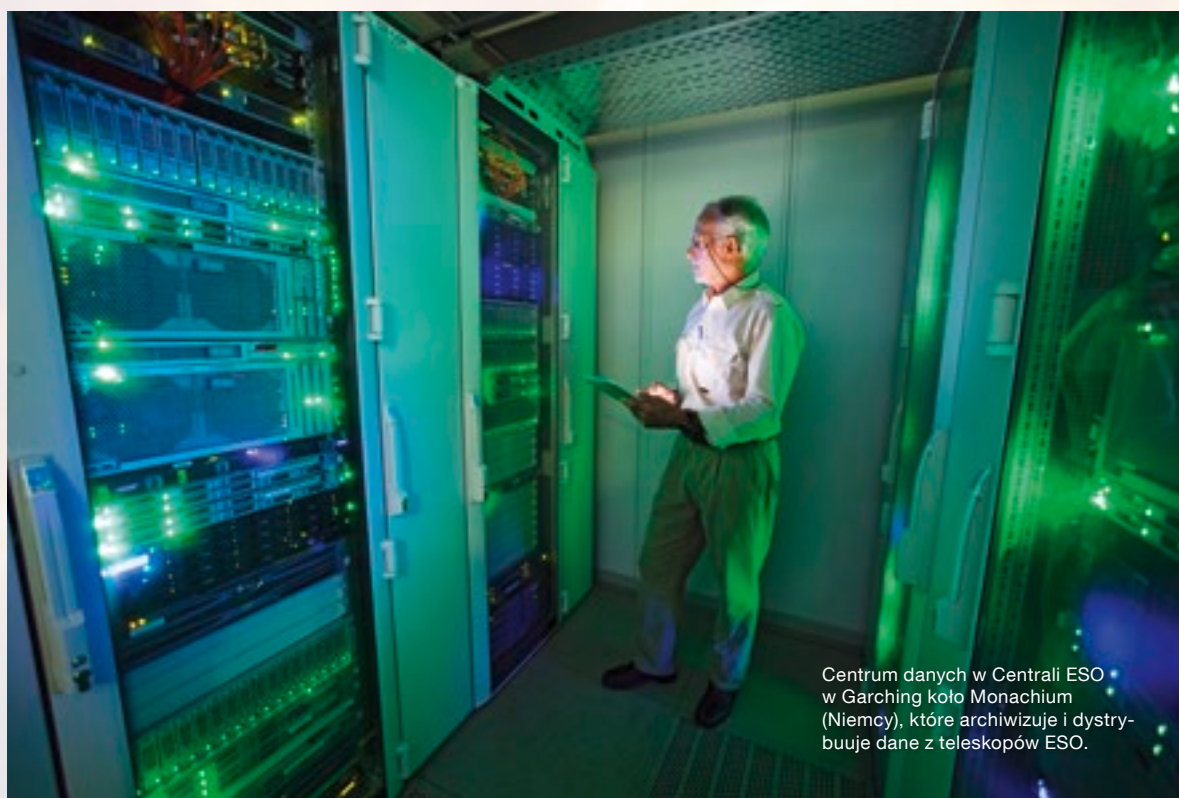
Następnie na teleskopach ESO prowadzone są obserwacje. Zebrane dane są natychmiast dostępne dla odpowiednich zespołów badawczych poprzez archiwum ESO. Obserwacje naukowe i związane z nimi dane kalibracyjne są używane także przez naukowców z ESO do monitorowania jakości danych i zachowania instrumentów, aby upewnić się, że ich wydajność jest zawsze zgodna ze specyfikacjami. Cały ten proces opiera się na nieustannym transferze olbrzymich ilości danych pomiędzy obserwatoriami w Chile, a Centralą ESO w Garching w Niemczech.

Wszystkie zebrane dane naukowe i kalibracyjne są przechowywane w archiwum naukowym ESO. Obejmuje ono kompletny zapis wszystkich obserwacji wykonanych od początku działania teleskopu VLT w Paranal, interferometru VLTI oraz teleskopów do przeglądów nieba VISTA i VST. Zawiera także dane z teleskopów w La Silla oraz z submilimetrowego radio-

teleskopu APEX na Chajnantor. Obserwacje przechowywane w archiwum zwykle stają się publicznie dostępne po roku od ich wykonania, co pozwala na ich wykorzystanie przez innych naukowców.

Tradycyjny sposób prowadzenia obserwacji polega na podróży astronoma do teleskopu, aby samodzielnie prowadzić obserwacje, przy asyście ekspertów z lokalnego personelu placówki. Tryb ten zwany jest „visitor mode”. Pozwala astronomom na dostosowywanie na bieżąco strategii obserwacyjnej do warunków atmosferycznych i uzyskiwanych wyników. Niestety nie można zagwarantować, że danej nocy będą odpowiednie warunki obserwacyjne.

W związku z tym ESO opracowało alternatywny sposób prowadzenia obserwacji, zwany „service observing”. Wszystkie wstępnie zaplanowane obserwacje mają zdefiniowane warunki obserwacyjne, które powinny być spełnione, aby udało się uzyskać cele naukowe. Opierając się na tych specyfikacjach, obserwacje są następnie odpowiednio ustawiane w kolejce i przeprowadzane na teleskopie, gdy panują odpowiednie warunki. Liczne korzyści z takiego elastycznego planowania spowodowały, że ten tryb obserwacji jest wybierany przez około 60–70 % użytkowników teleskopu VLT.



Centrum danych w Centrali ESO w Garching koło Monachium (Niemcy), które archiwizuje i dystrybuje dane z teleskopów ESO.

Współpraca

Istotą misji ESO jest wspieranie współpracy w astronomii. Organizacja odegrała decydującą rolę w tworzeniu Europejskiego Obszaru Badań (European Research Area) dla astronomii i astrofizyki.

Co roku tysiące astronomów z krajów członkowskich i spoza nich prowadzi badania, korzystając z danych zebranych w obserwatoriach ESO. Astronomowie często tworzą międzynarodowe zespoły badawcze składające się z naukowców z różnych krajów.

ESO prowadzi rozbudowany program staży dla studentów i młodych naukowców ze stopniem doktora, a także okresowej pracy dla bardziej doświadczonych astronomów z krajów członkowskich i z innych państw, przyczyniając się do mobilności europejskich naukowców. Oprócz tego ESO organizuje międzynarodowe konferencje na tematy związane z czołowymi badaniami astronomicznymi i technologicznymi oraz wspiera międzynarodowe czasopismo „Astronomy & Astrophysics”.

W projektach ESO kluczową rolę odgrywa europejski przemysł. Ścisła współpraca z wieloma europejskimi firmami z przemysłu nowoczesnych technologii dostarcza naukowcom coraz lepszych teleskopów i instrumentów. Bez aktywnego i entuzjastycznego udziału partnerów komercyjnych ze wszystkich krajów członkowskich i z Chile projekty te nie byłyby możliwe do zrealizowania.

Na polu rozwoju technologii ESO utrzymuje bliskie kontakty z wieloma grupami badawczymi z instytutów naukowych w krajach członkowskich, a także poza nimi. Dzięki temu astronomowie z krajów członkowskich są w dużym stopniu zaangażowani w planowanie i budowę instrumentów naukowych do obecnych teleskopów ESO, a także do innych istniejących i planowanych teleskopów. Rozwój instrumentów to spora szansa dla narodowych centrów badań na przyciąganie wielu młodych naukowców i inżynierów.

Praca w ESO

Czy jesteś zainteresowany pracą w stymulującym międzynarodowym środowisku w technologicznej czołówce? W ESO doświadczysz międzynarodowego i wielokulturowego środowiska pracy, w którym szacunek i współpraca są najważniejsze, a istotny jest zarówno wkład indywidualny, jak i zespołowy. Niezależnie od tego, czy przyłączysz się do zespołów technicznych, naukowych, czy wspierających, będziesz częścią zróżnicowanego i utalentowanego zespołu, wnosząc swój wkład w stanowiące największe wyzwania projekty astronomiczne. Zajrzyj na jobs.eso.org oraz www.linkedin.com/company/european-southern-observatory.



Pracownicy ESO i uczestnicy konferencji.

Edukacja i popularyzacja

Ukierunkowane inwestycje w edukację i popularyzację pozwoliły ESO na upowszechnianie astronomii oraz wyników z najważniejszego naziemnego obserwatorium na świecie wśród społeczeństwa i mediów. ESO tworzy szeroką gamę bezpłatnych materiałów promocyjnych i edukacyjnych, takich jak wysokiej jakości zdjęcia, filmy i materiały drukowane.

ESO Supernova Planetarium & Visitor Centre w Centrali ESO w Niemczech jest pierwszym planetarium open-source na świecie i najnowocześniejszym astronomicznym centrum dla widzów. Centrum dostarcza zapadających w pamięć doświadczeń, takich jak interaktywne

wystawy astronomiczne, które dzielą się fascynującym światem astronomii i ESO, pozostawiając odwiedzających w zachwycie nad Wszechświatem, w którym żyjemy. Organizuje także zgodne ze szkolnym programem nauczania warsztaty dla uczniów i nauczycieli, w formie niezapomnianych doświadczeń edukacyjnych dla szkół.

W połączeniu z ESO Supernova, ESO produkuje bezpłatne pokazy dla innych planetariów, innowacyjne wizualizacje naukowe (w formie prawdziwego open-source), a także pierwszy system dystrybucji danych w czasie rzeczywistym dla planetariów na całym świecie.

Pozostańmy w kontakcie

ESO ma zróżnicowaną i aktywną obecność w mediach społecznościowych na różnych platformach, docierając do setek milionów ludzi rocznie poprzez serwisy Facebook, Twitter, Instagram, Pinterest, Flickr, YouTube czy LinkedIn. Dołącz do nas i bądź na bieżąco z najnowszymi odkryciami, jako pierwszy oglądaj zapierające dech w piersiach zdjęcia uzyskane teleskopami ESO i sprawdź, jak wygląda codzienna praca w najnowocześniejszych obserwatoriach. ESO rozsyła także newslettery (cotygodniowy i comiesięczny) z pięknymi zdjęciami Wszechświata, najnowszymi wynikami naukowymi z teleskopów ESO oraz bieżącymi informacjami na temat organizacji.



ESO Supernova Planetarium & Visitor Centre będzie centrum nauki dostępnym dla odwiedzających. Jego powstanie umożliwiła współpraca pomiędzy Heidelberg Institute for Theoretical Studies (HITS), a ESO.

www.eso.org



Centrala ESO
Karl-Schwarzschild-Str. 2, 85748 Garching bei München, Niemcy
Telefon: +49 89 320 06-0 | Fax: +49 89 320 23 62 | E-mail: information@eso.org