

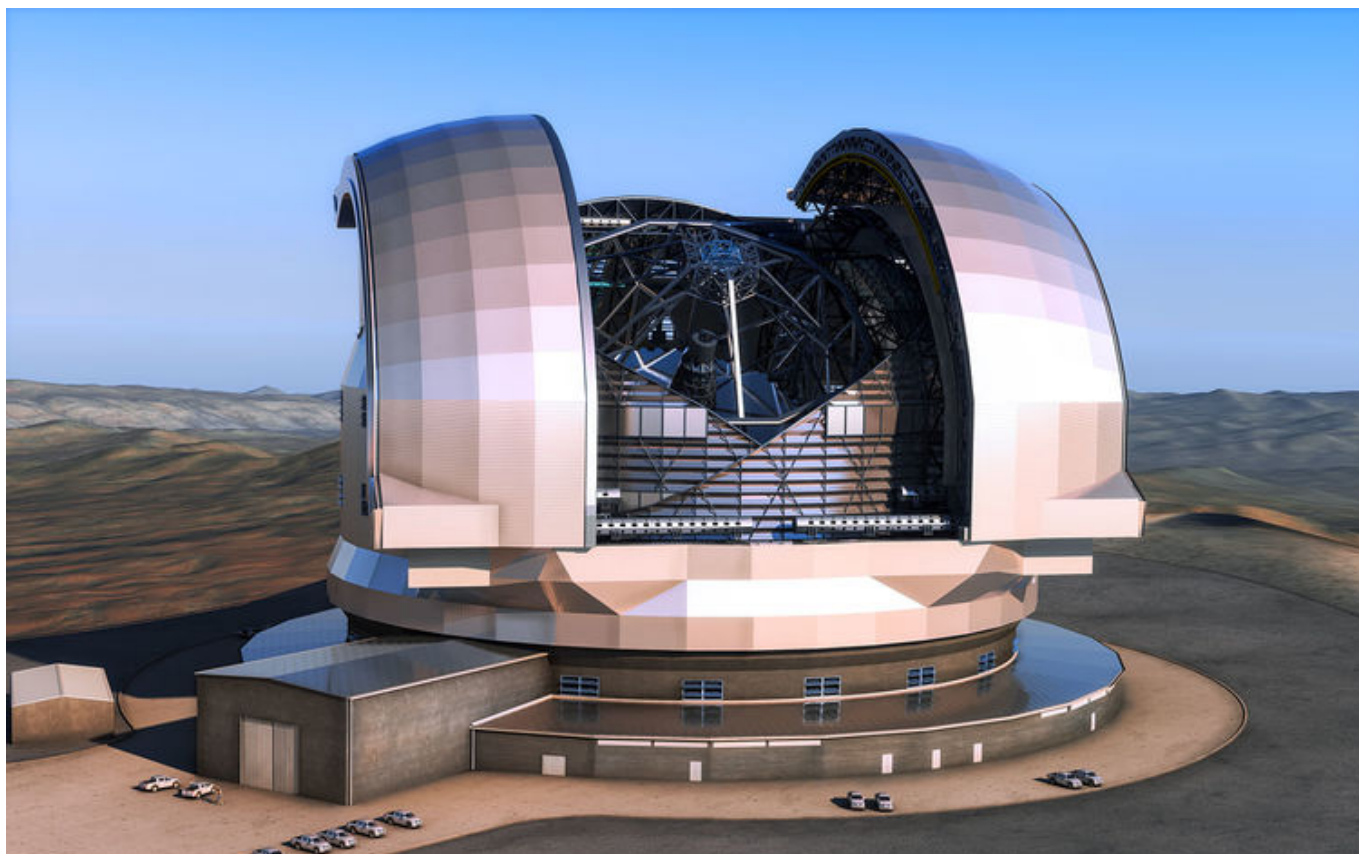
## DYREKTOR PROGRAMOWY ESO ELT: TEN TELESKOP TO NAWET NIE "FORMUŁA 1". TO "FORMUŁA 0" [WYWIAD]

---

„ELT przyniesie nam informacje, o których istnieniu dziś nie mamy pojęcia” – przekonuje w rozmowie ze Space24.pl Roberto Tamai z Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO). Tamai jest kierownikiem programowym projektu Ekstremalnie Wielkiego Teleskopu (Extremely Large Telescope – ELT). Przy średnicy zwierciadła głównego przekraczającej 39 m będzie to największe na świecie astronomiczne obserwatorium optyczne i do obserwacji w podczerwieni.

### **Paweł Ziernicki: Co czyni teleskop ELT zupełnie unikalnym narzędziem?**

**Roberto Tamai:** Jego rozmiar i możliwości. Rozmiar teleskopu jest fundamentalny, ażeby dostrzec najbardziej blade obiekty na nocnym niebie. Im większe lustro teleskopu, tym słabsze obiekty możesz zobaczyć. Dzięki temu obserwatorium będziemy mogli przyjrzeć się najwcześniejszym etapom powstawania gwiazd i formowania się galaktyk. Wielki Wybuch miał miejsce 13,7 mld lat temu. ELT umożliwi nam cofnięcie się w przeszłość do momentu odległego zaledwie o 400 mln lat od chwili Wielkiego Wybuchu. Pozwoli nam zrozumieć wiele istotnych aspektów jeśli chodzi o teorie dotyczące ewolucji Wszechświata.



Artystyczna wizja gotowego teleskopu ELT. Ilustracja: ESO/L. Calçada

Budowane przez Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) obserwatorium ELT da nam możliwość po raz pierwszy sfotografować planety pozasłoneczne (egzoplanety) - dzięki swoim rozmiarom i rozdzielczości, które umożliwią oddzielenie światła [odbijanego od] planety od światła pobliskiej gwiazdy. Właśnie rozróżnienie tych dwóch źródeł światła pozwoli na fotografowanie egzoplanet.

Obecnie planety pozasłoneczne są odkrywane metodami pośrednimi. ELT po raz pierwszy pozwoli odkrywać je poprzez obserwację bezpośrednią, a ponadto da nam możliwość analizowania światła, przechodzącego przez atmosfery egzoplanet.

### **Czy będziemy mogli w tych atmosferach wykrywać gazy, będące biomarkerami wskazującymi na obecność życia?**

Tak, będziemy w stanie dokonać analizy spektroskopowej, analizy chemicznej, celem sprawdzenia czy w atmosferze egzoplanety występuje chlorofil lub inny marker wskazujący na obecność życia. Będziemy mogli też wykryć gazowe ślady wskazujące na obecność przemysłu, jak na przykład zanieczyszczenie atmosfery, co byłoby jednakże dużą niespodzianką (śmiej). To tyle, jeśli chodzi o naukową stronę przedsięwzięcia.

Trzeba natomiast pamiętać, że budowa tego teleskopu na wielu polach napędza rozwój technologii - na przykład jeśli chodzi o siłowniki, sensory, produkcję i polerowanie optyki. To niezwykle związek z nauką, która zawsze pociąga za sobą postęp technologiczny. Finalnie, wiele komponentów zaprojektowanych na użytek ELT znajdzie inne zastosowania rynkowe. W przeszłości rozwinęliśmy przykładowo technologię laserową, która później okazała się przydatna w gabinetach stomatologicznych. Zupełnie nowe zastosowania w przemyśle znalazły też siłowniki. Nauka przyspiesza zatem rozwój technologii, które później implementuje się w innych gałęziach gospodarki.

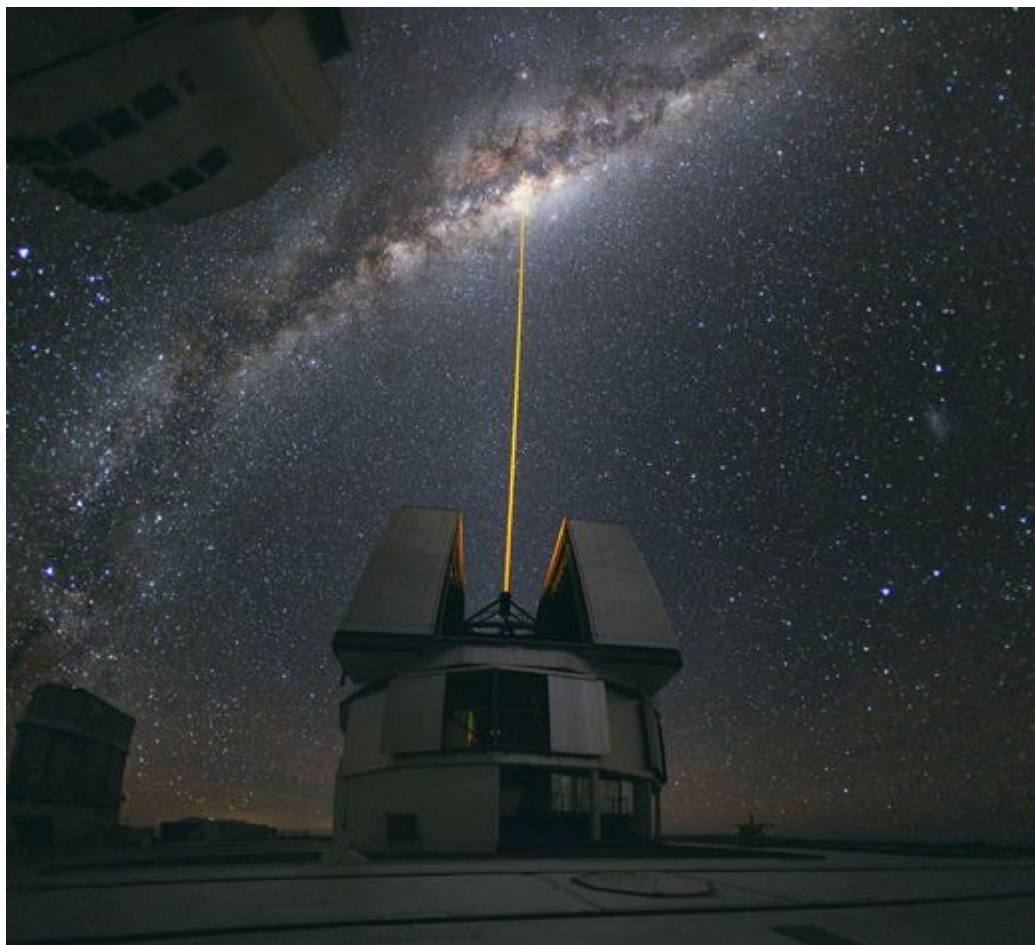
### **Czy wie Pan, że w budowę ELT zaangażowana jest jedna z polskich firm?**

Zgadza się, chodzi o Sener Polska. Ich udział wynika z kontraktu z hiszpańskim Senerem. Umowa dotyczy skonstruowania urządzeń służących do montażu zwierciadeł wraz z mechanizmami pozycjonującymi je w strukturze teleskopu, dla zwierciadeł M2 i M3. Inżynierowie Senera współpracują z nami i niedawno mieliśmy spotkanie podsumowujące postęp prac oraz służące wymianie informacji. W istocie pracują oni nad dwoma prawdziwymi klejnotami mechaniki całego teleskopu. Jeden z tych mechanizmów będzie umieszczony na szczycie głównej struktury, ok. 65 m nad poziomem gruntu, trzymając zwierciadło wtórne (M2), będące asferycznym lustrem wypukłym o średnicy 4 m, jakiego nigdy wcześniej nie zbudowano. Drugi mechanizm znajdzie się ok. 30 m nad ziemią, podtrzymując zwierciadło M3 – czterometrowe lustro wklęsłe.

Generalnie rzecz biorąc ELT to dość zaawansowane obserwatorium, którego optyka składa się z pięciu zwierciadeł, z czego tylko dwa są płaskie: M4 i M5. Lustro nr 4 odpowiada za optykę adaptatywną. Optyka adaptatywna to technologia wykorzystywana do eliminacji przeszkadzających w obserwacjach efektów wynikających z obecności ziemskiej atmosfery. To rozwiązanie sprawia, że niebo oglądane przez teleskop wygląda tak, jakby obserwowano je z poziomu powyżej atmosfery planety.

### **Czy optyka adaptatywna ELT działa podobnie jak w przypadku Bardzo Dużego Teleskopu (Very Large Telescope - VLT)?**

Do pewnego stopnia tak. Tutaj również będziemy wykorzystywać lasery do tworzenia na niebie sztucznych gwiazd służących do kalibracji czwartorzędowego zwierciadła teleskopu. Sztuczna gwiazda pełni wówczas rolę punktu referencyjnego do kalibracji optyki adaptatywnej – wszelkie efekty oddziaływania atmosfery na obraz sztucznej gwiazdy są rozpoznawane i wycinane z właściwych obserwacji astronomicznych.



Światło lasera generujące sztuczną gwiazdę na potrzeby systemu optyki adaptatywnej obserwatorium VLT. Fot. ESO/Y. Beletsky



## Był Pan odpowiedzialny za montaż i konserwację zwierciadeł teleskopu VLT. Jak wygląda serwisowanie tak wielkiego instrumentu?

Stworzyłem procedury konserwacji obudowy, teleskopów i lusterek. Największe tamtejsze zwierciadło ma 8 m średnicy i tylko 17 cm grubości, jest zatem bardzo delikatne i wrażliwe na uszkodzenia. Ażeby przeprowadzić konserwację zwierciadła obserwatorium Paranal potrzeba pięciu nocy, by je zdemontować i na nowo pokryć powłoką. Procedurę tę powtarzamy mniej więcej co 18 miesięcy.



Bardzo Duży Teleskop (VLT) na szczycie Cerro Paranal. Fot. J.L. Dauvergne & G. Hüdepohl (atacamaphoto.com)/ESO

Główne zwierciadło ELT będzie także wymagało serwisowania co 18 miesięcy. W tym przypadku jednak będziemy konserwować zwierciadło demontując po dwa jego segmenty dziennie. Ponieważ całe lustro składa się z 798 segmentów, to, zmieniając dwa każdego dnia, po mniej więcej 18 miesiącach będziemy mieli całe zwierciadło odświeżone. Podsumowując, każdej doby będziemy zdejmować 2 segmenty lustra głównego i wstawiać w ich miejsce dwa ze świeżą warstwą odbijającą światło.

### **Dlaczego w tak dużych teleskopach używa się lusterek, a nie soczewek?**

Ponieważ tak ogromna soczewka byłaby najwycyżniej w świecie zbyt ciężka i nie byłoby możliwe ani nadanie jej pożądanego kształtu, ani utrzymanie jej we właściwej pozycji. Ponadto, zastosowanie lustra pozwala na zamontowanie pod nim siłowników, które nadają zwierciadłu właściwy kształt niezależnie od kąta nachylenia teleskopu. Główne zwierciadło ELT będzie zbudowane z 798 segmentów w kształcie sześciokąta o szerokości 1,4 m. Po to, by utrzymać pożądaną kształt zwierciadła, za każdym z tych segmentów znajdzie się kilka siłowników.

Co więcej, zwierciadło teleskopu nie przypomina typowego lustra łazienkowego, gdzie aluminium znajduje się poniżej szkła. W przypadku teleskopu aluminium naniesione jest na szkło. Mamy więc do

czynienia z bardzo cienką warstwą materiału odbijającego światło (aluminium lub srebro), o grubości około 80 nanometrów, nałożoną na podkład. Ta warstwa z czasem się starzeje – jej zdolność odbijania światła spada, ze względu na jej rosnące zanieczyszczenie i pokrycie kurzem. Dlatego trzeba owo pokrycie odświeżać.

A zatem, co 18 miesięcy materiał odbijający światło jest zdejmowany z podkładu. Po zdemontowaniu segmentu lustro zabiera się go do specjalnej maszyny, która zapewnia jego umycie i zdjęcie pokrycia. Po tej operacji zostaje nam czysty podkład ze szkła ceramicznego, wypolerowany tak, by nadać mu niezbędną gładkość. Następnie podkład ten pokrywa się nowym materiałem odbijającym – srebrem lub aluminium, w zależności od zwierciadła. Zwykle nakłada się też warstwę ochronną, która redukuje zanieczyszczanie lustro.

### **Czy mógłby Pan spróbować porównać Extremely Large Telescope do Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba (JWST), jeśli chodzi o koszty, aspekty techniczne i potencjalne korzyści dla nauki?**

Są między nimi podobieństwa, jeśli chodzi o segmentację głównych zwierciadeł. Dziś jest to technologia, która pozwala budować wielkie lustra przy akceptowalnych kosztach. Jeśli natomiast chodzi o synergię w nauce, najwięcej wyciśniemy z tych dwóch urządzeń, jeśli pozwolimy im pracować razem. Każdy z teleskopów przyniesie obsługującym go astronomom informacje, które pomogą zespołowi drugiego obserwatorium zrozumieć to, co obserwują na niebie jego członkowie. Tego rodzaju współpraca miała często miejsce w przeszłości pomiędzy Kosmicznym Teleskopem Hubble'a, a takimi naziemnymi obserwatoriami jak VLT, czy teleskopy Kecka.

Wracając do ELT i JWST, każdy z nich będzie prowadził obserwacje na nieco innych długościach fali elektromagnetycznej oraz będzie wyposażony w nieco inne instrumenty, pozyskując w efekcie nieco odmienne dane. Każdy z tych teleskopów będzie przyglądał się innym aspektom obiektu naukowej obserwacji. Dlatego też celem, który sobie stawiamy, jest naukowa współpraca.

Jeśli zaś chodzi o koszty, tych dwóch projektów nie da się właściwie porównać. ELT, przy koszcie na poziomie 1,2 mld USD, będzie w każdej chwili dostępny, gdyż budujemy go na Ziemi, podczas gdy JWST poleci w przestrzeń kosmiczną. Oczywiście, pustynia w Chile, gdzie powstaje ELT, też nie jest do końca przyjaznym środowiskiem, którego jednakże nie można porównać do warunków w głębokim kosmosie, gdzie będziemy całkowicie pozbawieni dostępu do orbitującego teleskopu. Koszt JWST to około 10 mld USD, przy czym niemała kwotę stanowić będzie cena jego wyniesienia.

### **Na jakim etapie jest obecnie budowa ELT?**

Jesteśmy w ostatniej fazie konstrukcyjnej projektu. Budujemy obiekt. Przystosowaliśmy do tego szczyt góry. Kładzenie fundamentów rozpocznie się w pierwszym kwartale 2018 roku. Trwają prace konstrukcyjne nad niektórymi elementami optyki. Trwa pokrywanie ceramiką podkładu zwierciadła M2. Zaczęło się hartownie lustro M3.

Trzeba powiedzieć, że mija teraz mniej więcej 20 lat odkąd zaczęliśmy myśleć o wybudowaniu tego obserwatorium. Jesteśmy na ostatnim etapie jego konstruowania. Potem już tylko montaż i integracja teleskopu na miejscu w Chile, czym zajmie się personel ESO. Później teleskop zostanie przetestowany, zakwalifikowany do użytku i przekazany do działania operacyjnego. Jak dotąd, 88% budżetu przedsięwzięcia zostało w ramach kontraktów przekazane wykonawcom teleskopu, reprezentującym przemysł. Trwa realizacja większości największych umów. Przemysł buduje zamówione elementy. Nasz zespół ESO kończy przygotowanie procedur instalacyjnych i sprawdzanie części.

Pewnie pojawią się jeszcze przed nami jakieś problemy – tak bywa w tego typu projektach. Niemniej

jednak, od rozpoczęcia prac konstrukcyjnych w 2014 r. udaje nam się utrzymać dobre tempo. Pojawiały się jakieś opóźnienia, które jednak nie wpłynęły na krytyczne etapy realizacji przedsięwzięcia. Na dzień dzisiejszy „pierwszego światła” dla nowego teleskopu możemy spodziewać się pod koniec 2024 r. Mam nadzieję, że to wyjątkowe obserwatorium dla ludzkości będzie gotowe na czas.

Uważam też, że projekt ten nigdy nie mógłby zostać przeprowadzony przez pojedynczy rząd czy tylko jedno z państw członkowskich ESO. W Europejskim Obserwatorium Południowym agregujemy pieniądze, ludzi i kompetencje z krajów należących do tej organizacji. W efekcie, będziemy mieli teleskop, który jest maszyną klasy „Formuła 0”. Jest już nawet nie jak „Formuła 1”, ale właśnie urządzeniem „Formuły 0”, zdolnym wygrać wszelkie zawody astronomów w dziedzinie zdobywania wiedzy i rozumienia Wszechświata.

### **Czego możemy się spodziewać, po tym gdy skierujemy gotowy telesko ELT na takie pobliskie egzoplanety jak Proxima b czy Ross 128 b?**

Muszę po pierwsze zaznaczyć, że nie jestem astronomem, lecz inżynierem. Oczywiście mam podstawową wiedzę na temat potencjalnych celów naukowych obserwacji dla naszego obserwatorium. Według mnie, skonstruowanie tak wielkiego narzędzia dla naukowców jest jak otwarcie okna na miejsce, którego nigdy wcześniej nie widzieliśmy. W ten sposób teleskop będzie stymulował postęp w nauce. ELT przyniesie nam informacje, o których istnieniu dziś nie mamy pojęcia. Postawi przed nami także nowe pytania. Z pewnością będziemy zaskoczeni.

### **Dziękuję za rozmowę.**

Roberto Tamai ukończył studia jako inżynier mechanik w Neapolu we Włoszech w 1987 r. W 1999 roku dołączył do ESO jako osoba odpowiedzialna za montaż, integrację i testowanie Bardzo Dużego Teleskopu (VLT) na szczycie Cerro Paranal w Chile. Po służbie jako szef inżynierii w Obserwatorium Paranal, kiedy to był odpowiedzialny za operację, inżynierię techniczną i konserwację czterech teleskopów ośmiometrowych oraz dwunastu instrumentów, został mianowany zastępcą dyrektora w Obserwatorium La Silla Paranal. W styczniu 2008 roku przeniósł się do centrali ESO jako inżynier systemowy dla projektu Ekstremalnie Wielkiego Teleskopu i zastępca kierownika działu technologii. W styczniu 2009 r. Roberto został kierownikiem działu technologicznego, a od lipca 2010 r. zastępcą dyrektora ds. inżynierii w centrali ESO. Od początku 2014 roku jest kierownikiem programowym w programie ESO ELT.