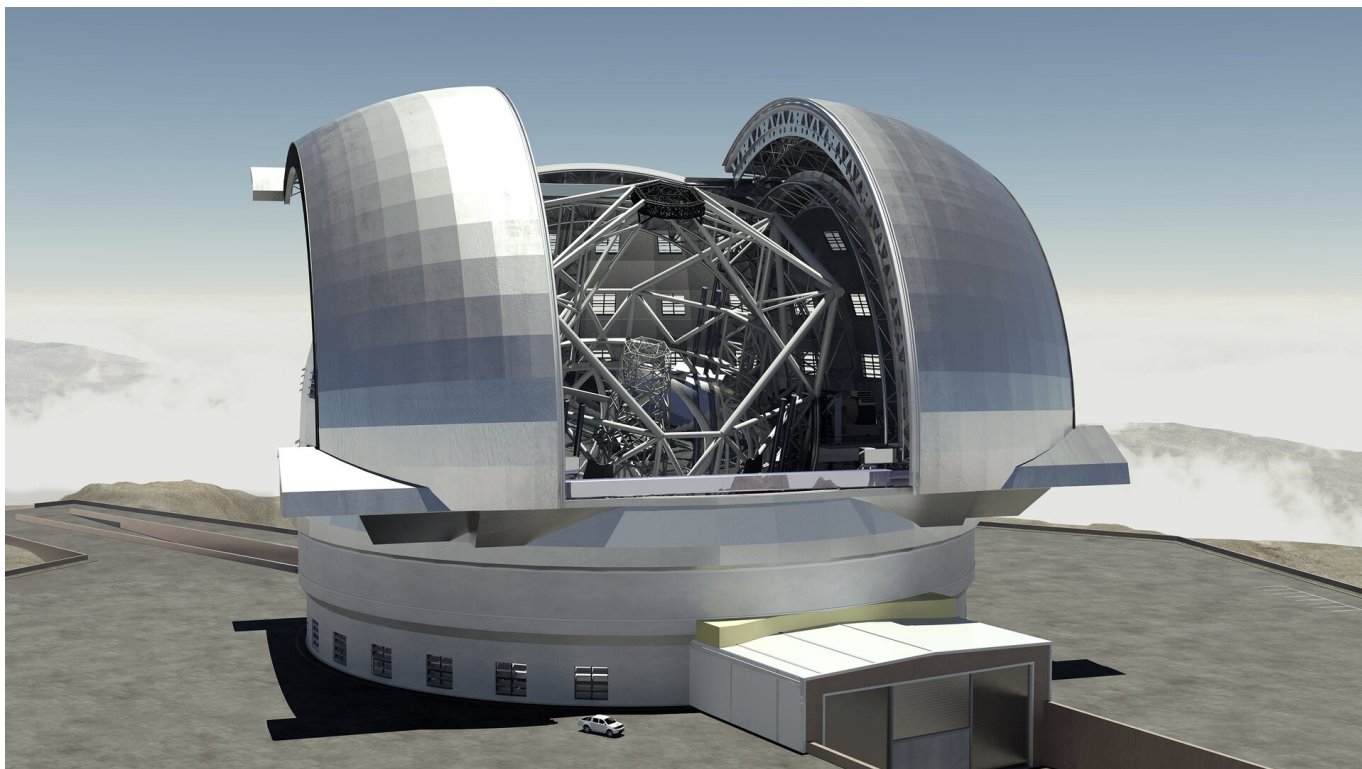
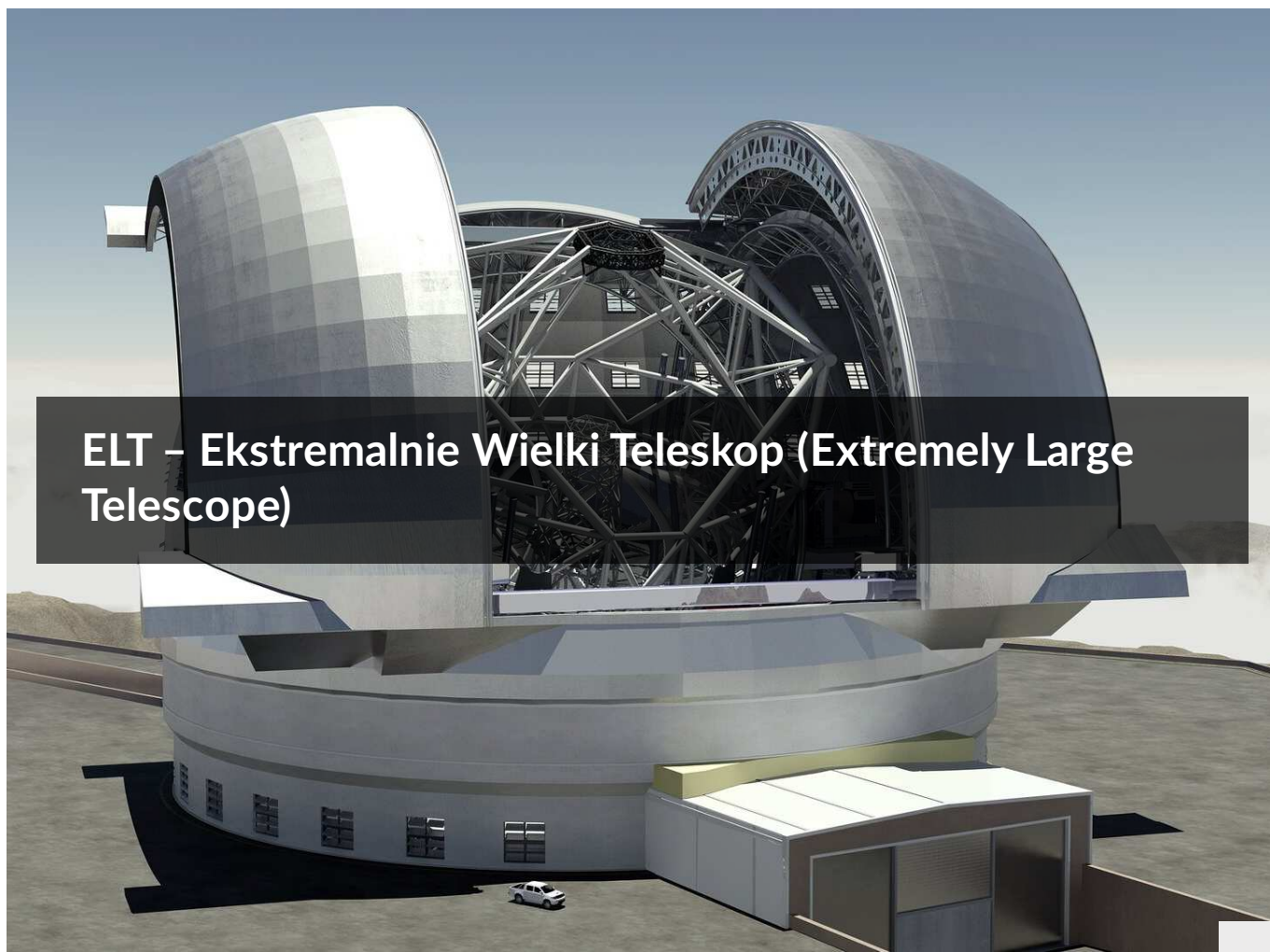




ELT – Ekstremalnie Wielki Teleskop (Extremely Large Telescope)

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film edukacyjny](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



ELT – Ekstremalnie Wielki Teleskop (Extremely Large Telescope)

Czy to nie ciekawe?

W XXI wieku postęp technologiczny umożliwił budowanie ekstremalnie wielkich teleskopów. Najlepsze warunki obserwacyjne na Ziemi panują w Ameryce Południowej w Chile, na pustyni Atakama i w jej okolicach. Dzięki współpracy wielu krajów właśnie na wierzchołkach gór pustyni Atakama budowane są największe teleskopy pozwalające zgłębiać tajniki kosmosu. Jedną z największych organizacji zrzeszających astronomów europejskich to ESO (**E**uropean **S**outhern **O**bservatory). Dzięki współpracy astronomów z ESO powstał projekt zbudowania ekstremalnie wielkiego teleskopu mającego na celu badanie m. in. planet pozasłonecznych. ELT (**E**xtremely **L**arge **T**elescope) ma być największym, bo mającym prawie 40 m średnicy teleskopem, którego zwierciadło będzie wykonywało mikroskopijne ruchy, dostosowując parametry optyczne do ciał niebieskich, jakie obserwuje. Jak wykonać tak ogromne zwierciadło i umieścić je na środku pustyni? Jak precyzyjnie sterować urządzeniem o takich rozmiarach? Astronomowie we współpracy z inżynierami wiedzą jak i, łącząc swoje umiejętności, tworzą najlepszy teleskop na Ziemi.

Twoje cele

Dzięki temu e-materiałowi:

- dowiesz się, gdzie i dlaczego buduje się największy na Ziemi teleskop,

- zapoznasz się z najnowszymi technologiami budowy teleskopów,
- zrozumiesz, jakie trudności są związane z badaniem dalekich układów planetarnych.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Obserwacje naziemnymi teleskopami są bardzo utrudnione ze względu na chmury, warunki atmosferyczne i grubą atmosferę. Im więcej cząsteczek (materii) znajduje się na drodze pomiędzy źródłem światła a obserwatorem, tym trudniej dokonywać jest dokładnych pomiarów i obliczeń. Przestrzeń kosmiczną najlepiej obserwuje się z kosmosu przy pomocy aparatury wysyłanej w kierunku planet lub teleskopami znajdującymi się na orbicie okołoziemskiej. Niestety, stworzenie narzędzi badawczych mogących pracować na orbicie okołoziemskiej lub z przestrzeni międzyplanetarnej jest bardzo czasochłonne i wymaga ogromnych nakładów finansowych. W XXI wieku postęp technologiczny umożliwił budowanie ekstremalnie wielkich teleskopów na Ziemi.

Istnieją trzy główne typy obszarów na świecie, które są najbardziej odpowiednie do budowy teleskopów. Jednym z nich jest Antarktyda - wysokie szczyty suchych płaskowyżów cechują niskie zawirowania powietrza, niska wilgotność i otaczające ciemności. Warunki tam panujące są jednak brutalne dla człowieka. Drugim typem jest samotna, odizolowana od światła, góra na wyspie. Takie miejsca można znaleźć na Hawajach i na Wyspach Kanaryjskich. Ich wadą jest jednak przeciętna wilgotność powietrza i zwiększona aktywność sejsmiczna. Trzeci typ to górzyste obszary przybrzeżne Ameryki Południowej, w których jednostajny wiatr znad morza minimalizuje turbulencje przepływające nad szczytami, a pogoda jest bardzo stabilna. Biorąc pod uwagę wszystkie czynniki (również ekonomiczne i społeczne) można przyjąć, że najlepsze warunki do budowy wielkich teleskopów panują w Chile, na pustyni Atakama i w jej okolicach. Pogodę na tym obszarze cechuje:

- minimalna ilość opadów,
- brak silnych wiatrów,
- mała amplituda temperatur,
- rzadka atmosfera.

ESO (**E**uropean **S**outhern **O**bservatory) w ramach międzynarodowej współpracy może prowadzić badania i budować obserwatoria wszędzie na świecie. Obecnie na wierzchołkach wielu gór pustyni Atakama znajdują się teleskopy należące do różnych państw lub do organizacji międzynarodowych. Nawet Uniwersytet Warszawski posiada w Chile w Las Campanas własny polski teleskop, którym zarządza zespół OGLE (**O**ptical **G**ravitational **L**ensing **E**xperiment).

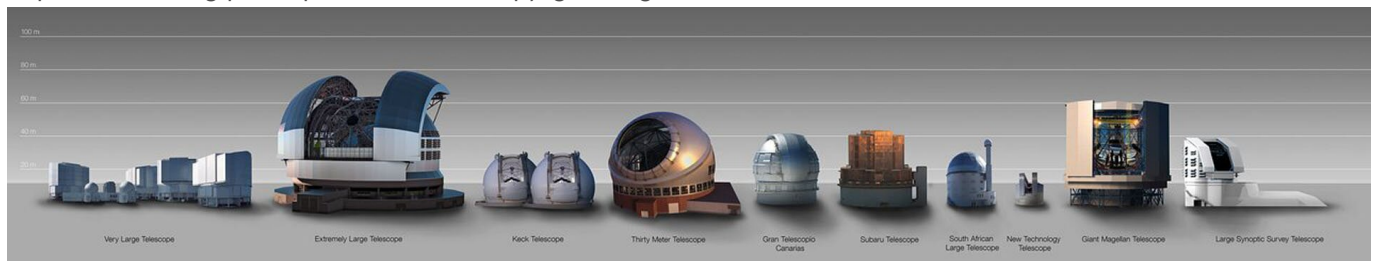
Na jednej z najwyższych gór – Cerro Armazones – 26 kwietnia 2010 r. kierujący obserwatorium ESO postanowili zbudować największy na świecie teleskop optyczny. Projekt taki wymaga nakładu miliardów euro. Dzięki międzynarodowej współpracy, każdy kraj zrzeszony w ESO, dokłada pewną kwotę pieniędzy. Proporcjonalnie do poniesionych kosztów – dany kraj będzie mógł korzystać z teleskopu.

ELT (**E**xtrêmement **L**arge **T**elescope) – to nazwa budowanego teleskopu. Jest on teleskopem przyszłości. Ze względu na jego ogromne rozmiary, wierzchołek góry Cerro Armazones „ścięto” o około 18 metrów, aby otrzymać idealnie płaską powierzchnię pod budowę teleskopu. Ze względu na usytuowanie, prace musiały rozpocząć się od wybudowania dróg dojazdowych na szczyt, doprowadzenia zasilania i wody. Góra wcześniej miała wysokość 3046 metrów n.p.m. Po zrównaniu terenu przystąpiono do budowy fundamentów pod kopułę teleskopu.



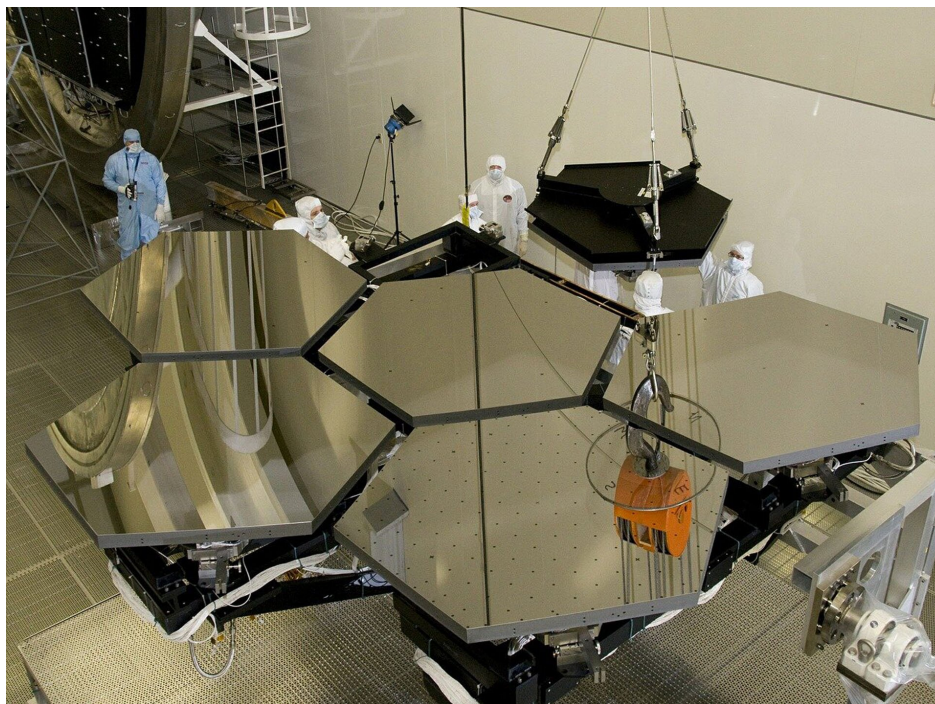
Rys. 1. Zdjęcie przedstawia fundamenty pod budowę ELT na szczycie góry Cerro Armazones .

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.eso.org/public/images/potw1844a/> [dostęp 22.05.2022], licencja: CC BY 4.0.
<https://www.eso.org/public/poland/outreach/copyright/?lang.>



Rys. 2a. Porównanie wielkości największych na świecie teleskopów optycznych.

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.eso.org/public/images/eso1617aa/> [dostęp 22.05.2022], licencja: CC BY 4.0.
<https://www.eso.org/public/poland/outreach/copyright/?lang.>



Rys. 3. Sześciokątne lustra będące elementami największych budowanych teleskopów.

Źródło: dostępny w internecie:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Six_of_the_18_James_Webb_Space_Telescope_mirror_segments.jpg [dostęp 22.05.2022], domena publiczna.

Każdego dnia dwa segmenty będą wymieniane, aby astronomowie mieli pewność, że zwierciadło jest idealnie czyste. W ciągu roku każdy segment zostanie wymieniony co najmniej raz. Pod każdym z segmentów zamontowane są trzy czujniki, które mierzą pozycję segmentu oraz segmentów sąsiednich. Sensory mają za zadanie utrzymać całą konstrukcję w wymaganym przez astronomów kształcie. Powierzchnia zwierciadła głównego zbierająca światło wynosi 978 m^2 , co pozwala obserwować obszar nieba o rozmiarze 10 minut kątowych. Wymiary obiektów na niebie wyraża się za pomocą **miary łukowej** w stopniach, minutach kątowych ($1/60$ stopnia) i sekundach kątowych i nazywa się rozmiarami kątowymi. Księżyc w pełni obserwowany z Ziemi ma rozmiar średnio 31 minut kątowych, Słońce ma średni rozmiar kątowy równy 32 minuty, natomiast rozmiar Wenus waha się od 10 do 66 sekund kątowych w zależności od odległości od Ziemi. Rozmiar kątowy jest zależnością pomiędzy promieniem obserwowanego ciała a jego odległością od obserwatora, dlatego mimo tak dużej różnicy w rozmiarach rzeczywistych Słońce i Księżyc obserwowane z Ziemi mają bardzo podobny rozmiar kątowy.

Światło odbite przez zwierciadło główne biegnie do zwierciadła wtórnego (M2). Jest to największe, najcięższe na świecie zwierciadło wtórne. Ponadto jest największym zwierciadłem wypukłym, jakie kiedykolwiek stworzono.

ELT jako pierwszy teleskop na świecie ma drugie lustro wtórne (M3), które jest wklęsłe. Użycie trzech zwierciadeł, które nie są płaskie, służy wyostreniu obrazu. Przy tak ogromnej powierzchni obserwowanego nieba standardowa konstrukcja z dwoma lustrami nie dałaby wyraźnego obrazu.

Czwarte zwierciadło (M4) ma grubość zaledwie 2 milimetrów i oparte jest na sensorach i siłownikach, które pozwalają w czasie realnym korygować zmiany w obrazie spowodowane turbulencjami atmosfery. Takie połączenie nazywane jest optyką adaptatywną lub adaptacyjną, ponieważ w zależności od warunków dopasowuje się kształt zwierciadła.

Piąte zwierciadło (M5) służy do przekazania ostrej, skupionej wiązki światła do odpowiedniego instrumentu pomiarowego.

ELT będzie posiadał pięć instrumentów badawczych:

- wysokiej rozdzielczości kątowej **spektrograf** pracujący w pasmach optycznym i bliskiej podczerwieni,
- urządzenie pracujące w średniej podczerwieni dające zarówno obraz, jak i spektrum badanego obiektu,
- kamerę do głębokich precyzyjnych obserwacji w paśmie optycznym,
- wieloobiektowy **spektrograf**,
- **spektrograf** o wysokiej rozdzielczości widmowej.

Każde z tych urządzeń przeznaczone jest do innego celu naukowego, ponieważ każde zagadnienie w astronomii wymaga innych pomiarów. Głównym celem naukowym ELT jest poszukiwanie i badanie dalekich układów planetarnych oraz poszukiwanie planet podobnych do Ziemi. Cały system pracy ELT jest tak zaprojektowany, aby w bardzo krótkim czasie można było przełączyć instrumenty i dokonać pomiarów danego obiektu każdym z nich. Najbardziej fascynującym i nowatorskim zadaniem ELT jest badanie składu atmosfery **planet pozasłonecznych**. Ze względu na małe rozmiary planet, ich ogromną odległość od Ziemi do niedawna takie badania nie były możliwe. Temu celowi służyć będzie głównie ostatni instrument, który umożliwia analizę składu atmosfery odległej planety.

Drugim celem badawczym są szczegółowe obserwacje galaktyk i obiektów z początku istnienia kosmosu. ELT prawdopodobnie umożliwi poznanie najstarszych obiektów i struktur Wszechświata. Temu celowi jest dedykowany głównie czwarty z instrumentów tego ogromnego teleskopu.

Ekstremalnie Wielki Teleskop jest przełomem zarówno technologicznym, jak i obserwacyjnym. Otworzy nowe drogi poznawcze Wszechświata i innych planet.

Słowniczek

planety pozasłoneczne = egzoplanety

(ang. *exoplanets*, z gr. ἐξω [wym. exo]: poza, na zewnątrz) – planety znajdujące się w innych układach planetarnych, okrążające gwiazdy inne niż Słońce.

miara łukowa

(ang. *angular measure*) - każdy obiekt astronomiczny ma rozmiar rzeczywisty oraz rozmiar wynikający z punktu obserwacji. W astronomii bardzo często używa się miary łukowej, która określa rozmiar ciała wynikający z rozmiaru rzeczywistego oraz odległości, w jakiej znajduje się to ciało. Piłka nożna miałaby rozmiar 1 minuty kątowej w odległości około 775 metrów od obserwatora.

spektrograf

(ang. *spectrograph*) - przyrząd do otrzymywania, rejestrowania, a także badania widm optycznych; szczególnym rodzajem spektrografu jest spektrograf astronomiczny, który połączony z teleskopem służy do fotografowania widm ciał niebieskich.

Film edukacyjny

ELT – Ekstremalnie Wielki Teleskop Europejski

Polecenie 1

Obejrzyj film przedstawiający etapy budowy, sposób wykonania i możliwości obserwacyjne największego na Ziemi teleskopu astronomicznego ELT.



Film dostępny pod adresem [/preview/resource/R1QevTiWRjnHl](#)

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Zapoznaj się z audiodeskrypcją filmu.

Polecenie 2

Zaznacz prawdziwe zdania.

- ☐ Teleskop ELT składa się z sześciu zwierciadeł.
- ☐ Zwierciadło główne ma średnicę prawie czterdziestu metrów.
- ☐ Ostry obraz teleskop ELT zawdzięcza tzw. optyce adaptatywnej, która pozwala wykonywać minimalne precyzyjne ruchy segmentami zwierciadła.
- ☐ Teleskop ELT został uruchomiony w drugiej dekadzie XXI wieku.
- ☐ Teleskop ELT znajduje się na Pustyni Patagońskiej w Argentynie.

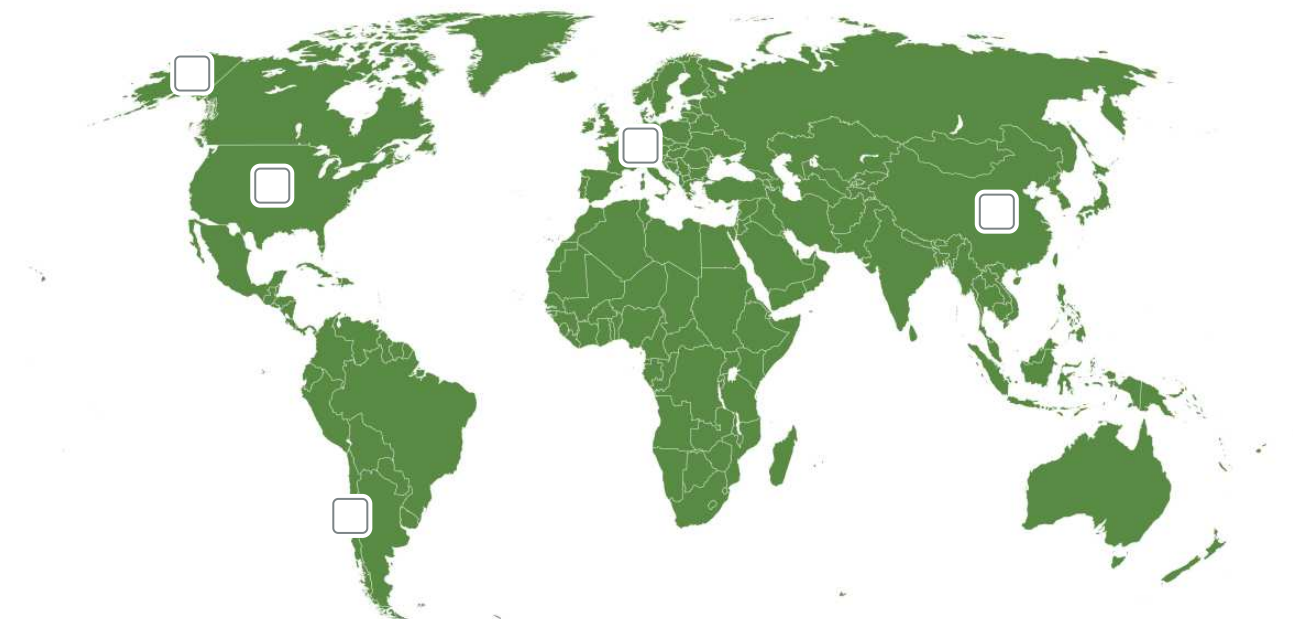
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Gdzie są najlepsze warunki na Ziemi do obserwacji astronomicznych?



Ćwiczenie 2



Jakie jest rozwinięcie skrótu ELT?

Lekki

Ekskluzywnie

Ekstremalnie

Teleskop

Telespektrometr

Telefon

Europejski

Latający

Wielki

Ćwiczenie 3



Na jakiej górze budowany jest Ekstremalnie Wielki Teleskop?

☐ Cerro Graham

☐ Atakama

☐ Cerro Armazones

Ćwiczenie 4



Jaką średnicę ma główne zwierciadło w teleskopie ELT?

☐ 18 m

☐ 1,2 m

☐ 39 m

Ćwiczenie 5



Rozwiąż krzyżówkę.

1.

--	--	--

2.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3.

--	--	--	--	--

4.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

5.

--	--	--	--	--	--

6.

--	--	--	--	--	--

7.

--	--	--	--	--	--	--	--	--

8.

--	--	--	--	--

1. Nazwa największego obecnie budowanego teleskopu
2. Jedno z 798 elementów teleskopu ELT
3. Kraj, w którym budowany jest teleskop ELT
4. Przyrząd do badania widm optycznych
5. Obserwowany przez teleskop
6. Pustynia w Chile
7. Planeta poza Układem Słonecznym
8. Adaptatywna, polega na sterowaniu teleskopem przez komputer dla uniknięcia lokalnych odkształceń zwierciadła

Ćwiczenie 6



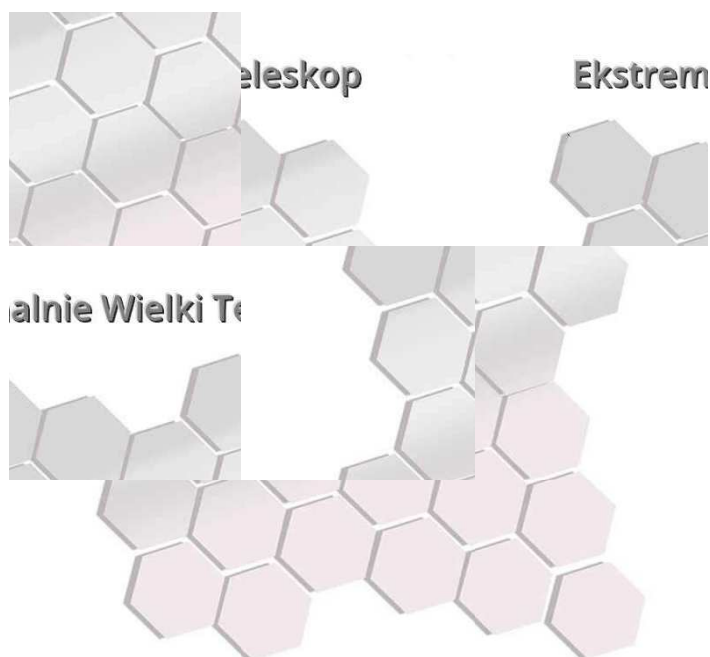
Przeciętna powierzchnia sali gimnastycznej w polskich szkołach to ok. 10 m x 20 m. Oblicz, ile takich sal gimnastycznych potrzeba, by ułożyć obok siebie wszystkie lustra zwierciadła głównego teleskopu ELT.

Liczba sal to .

Ćwiczenie 7



Pomóż w budowie głównego zwierciadła w teleskopie ELT.



Ćwiczenie 8



Do badania jakich ciał niebieskich głównie ma służyć ELT?

☐ planet pozasłonecznych

☐ czarnych dziur

☐ komet i planetoid

☐ obiektów wybuchowych

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Monika Sitek
Przedmiot:	fizyka
Temat zajęć:	Czym jest ELT ?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, rozszerzenie zapisu podstawy programowej dla kształcenia rozszerzonego
Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 18) przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r. • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. wymieni trudności związane z obserwacjami naziemnymi; 2. opíše schemat budowy największego na świecie teleskopu; 3. wyjaśni i uzasadni wykorzystane przy budowie techniki.
Strategie nauczania:	IBSE / blended learning

Metody nauczania:	samodzielne uczenie się
Formy zajęć:	praca indywidualna
Środki dydaktyczne:	rzutnik i komputer do odtworzenia filmu
Materiały pomocnicze:	–
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Schemat lekcji warto wykorzystać podczas lekcji o zwierciadłach wklęsłych lub lekcji związanej z teleskopami. Nauczyciel przedstawia temat lekcji. Uczniowie powinni zapoznać się z tekstem e-materiału w domu przed lekcją. Nauczyciel rozpoczyna dyskusję, która ma za zadanie zbudowanie listy celów tej lekcji. Uczniowie posiadają już wiedzę na temat ELT, więc sami stawiają cele, których osiągnięcie sprawi, że poszerzą swoją wiedzę na temat budowy teleskopów naziemnych i najnowszych technologiach w nich wykorzystanych.	
Faza realizacyjna:	
Nauczyciel odtwarza film. W trakcie oglądania nauczyciel robi pauzy. Podczas zatrzymywania filmu w istotnych momentach (trudność w budowie, przebieg wiązki światła) nauczyciel objaśnia uczniom szczegóły związane z tymi elementami. Jeżeli któryś z uczniów zna odpowiedź na szczegółowe pytanie, to on wyjaśnia zagadnienie klasie, a nie nauczyciel.	
Faza podsumowująca:	
Nauczyciel odwołując się do celów lekcji prosi uczniów o 3-zdaniowe streszczenie najważniejszych faktów związanych z ELT oraz danym celem lekcji.	
Praca domowa:	
Zadania sprawdzające z tego e-materiału.	
Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium	Film uczniowie oglądają na lekcji. Nauczyciel powinien wykorzystać to multimedium również na lekcji związanej z obserwacjami, teleskopami, a przede wszystkim optyką zwierciadlaną.