



**Poland**

**esero**

# UKŁAD SŁOŃCE–ZIEMIA

## Ścieżki Słońca



135 minut (3 godziny lekcyjne)



szkoła podstawowa (klasy IV–VI)



przyroda, geografia



dzień i noc | pory roku | ścieżki Słońca |  
zegar słoneczny | solarygrafia



[www.esero.kopernik.org.pl](http://www.esero.kopernik.org.pl)

# UKŁAD SŁOŃCE–ZIEMIA

## Ścieżki Słońca

Autorka: Anna Bukiewicz-Szul

Opracowane dla ESERO-Polska

### Poruszane wątki

- Ziemia jako element Układu Słonecznego
- ruchy Ziemi i ich konsekwencje
- zjawisko dnia i nocy
- rytm pór roku oraz dnia i nocy na całym globie
- widoma wędrówka Słońca po niebie
- zegar słoneczny
- solarygrafia

### Rozwijane umiejętności

- orientacja w przestrzeni
- posługiwanie się mapą
- sprawność motoryczna – motoryka mała
- rozumienie otaczającego świata
- obserwacja i wnioskowanie
- odkrywanie podobieństw i różnic

### Metody i formy pracy

- praca z aplikacjami online
- praca manualna (model ścieżek Słońca, model zegara słonecznego)
- dyskusja
- pomiar i obserwacja
- metoda doświadczalna (solarygraf)
- nauczanie przez odkrywanie
- praca w parach
- praca indywidualna



## CZAS

135 minut  
(3 godziny lekcyjne)



## MIEJSCE

sala lekcyjna, pracownia  
komputerowa, boisko lub  
dziedziniec szkoły



## NIEZBĘDNE MATERIAŁY

- arkusz ćwiczeniowy (dla każdego ucznia) – załącznik 1
- arkusz do wycinania (dla każdej pary uczniów) – załącznik 2
- zdjęcia wykonane techniką solarygrafii – załącznik 3
- instrukcja do wykonania modelu solarygrafu (do zadania dodatkowego) – załącznik 4
- komputer z dostępem do Internetu (dla każdej pary)
- zestaw do budowy modelu prezentującego widomą wędrówkę Słońca (dla każdej pary):
  - plastikowa przezroczysta półkula minimum 20 cm średnicy (połowa z otwieranej kuli)
  - ludzik z klocków Lego
  - kartka formatu A4
  - latarka
  - przybory do malowania, np. kredki, pisaki
  - 10 karteczek samoprzylepnych
  - nożyczki
- zestaw do budowy modelu zegara słonecznego (dla każdej pary uczniów):  
**wariant I (dokładniejszy):**
  - tektura w formacie A4 lub papierowy talerz (do naklejenia szablonu z arkusza do wycinania)
  - nożyczki
  - klej
  - słomka
  - taśma klejąca
  - kątomierz
  - spinacz biurowy  
**wariant II (uproszczony):**
  - tektura w formacie A4 lub papierowy talerz (do naklejenia szablonu z arkusza do wycinania)
  - nożyczki
  - klej
  - wykałaczka
  - plastelina



### Wskazówka

Podczas dużej części zajęć uczniowie będą korzystać z komputerów, pracując w parach. Z tego względu, jeśli to możliwe, przeprowadź te zajęcia w pracowni komputerowej.

## Przygotowanie zajęć

Przygotuj komputery i upewnij się, że serwisy Edukator ([https://www.edukator.pl/tik\\_edukator/Earth/Earth.html](https://www.edukator.pl/tik_edukator/Earth/Earth.html)) oraz Solar System Scope (<http://www.solar-systemscope.com/sunmoon/> i <http://www.solarsystemscope.com/daylightmap/>) z aplikacjami online działają poprawnie. Jeśli w przypadku Solar System Scope link nie działa, wybierz zakładkę „Explore”, a następnie „Online Apps” i odpowiednią aplikację. Wymagana jest wtyczka Adobe Flash.



### Wskazówka

Jako uzupełnienie możesz użyć także innych aplikacji prezentujących układ Ziemia–Słońce, ścieżki Słońca i zmiany oświetlenia Ziemi, np. <https://drajmarsh.bitbucket.io/earthsun.html> oraz <https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath3d.html>. Do ustawienia czasu i lokalizacji służą ikonki po prawej stronie paska górnego. Aby ustawić lokalizację, najłatwiej wybrać opcję automatycznej lokalizacji („Use your current location”) w zakładce „Location panel” (z rysunkiem globu z siatką geograficzną). Datę i godzinę można ustawić suwakami w zakładce „Date/time panel” (z rysunkiem kalendarza i zegara). Aplikacje dodatkowo zapoznają uczniów z pojęciem analemy.

Podczas zajęć uczniowie będą pracować z arkuszami ćwiczeniowymi (załącznik 1).

Aby przeprowadzić ćwiczenie **Wędrowka Słońca po niebie**, przygotuj dla każdej pary zestaw do budowy modelu prezentującego widomą wędrówkę Słońca.

Na potrzeby ćwiczenia **Budujemy zegar słoneczny** przygotuj dla każdej pary zestaw do budowy modelu zegara słonecznego według instrukcji oraz arkusz do wycinania z wybranym szablonem tarczy zegara.



### Wskazówka

W tym ćwiczeniu uczniowie będą wypróbowywać działanie modelu na boisku lub dziedzińcu szkolnym. Z tego względu najlepiej przeprowadzić tę lekcję w słoneczny dzień. Jeśli jednak pogoda nie dopisała, ta część zajęć może się także odbyć w zaciemnionej sali lekcyjnej.

Do przeprowadzenia ćwiczenia **Solarygrafia** będziesz potrzebować zdjęć z załącznika 3.



10  
min

## Ziemia i Słońce

Zanim przejdziesz do właściwego tematu zajęć, opowiedz klasie historyjkę: *Wyobraźcie sobie, że przenieśliście się w czasie. Nie potraficie w pełni kontrolować swojego wehikułu czasu. Podejrzewacie, że nie przenieśliście się w zbyt odległą przyszłość lub przeszłość. Niestety stwierdzacie, że miejsce, w którym się znaleźliście, nie jest tym samym miejscem, w którym byliście, uruchamiając maszynę. Wiecie tyle, ile widzicie – że jest piękny słoneczny dzień, a wokół niewiele roślinności... Podsumujemy waszą sytuację: nie wiecie, dokąd trafiliście, jaka jest pora roku ani która godzina. Oczywiście nie wiecie też wielu innych rzeczy, ale na razie skupmy się na podstawach... Jak możecie się tego dowiedzieć? Kluczem do zagadki jest obserwacja Słońca i wyciągnięcie odpowiednich wniosków. Przekonacie się o tym w trakcie dzisiejszych zajęć.*

Przypomnij uczniom budowę Układu Słonecznego. Uświadom im skalę odległości między Ziemią a Słońcem. Możesz to zrobić w formie opowieści, wplatając w nią zdania do dokończenia.

Przykładowe zdania:

*Zacznijmy od przypomnienia sobie tego, co już wiemy. A wiemy, że:  
Ziemia, na której żyjemy, jest częścią Układu... (Słonecznego).  
W centrum tego układu znajduje się gwiazda, czyli... (Słońce).  
Wokół niej krążą rozmaite ciała niebieskie, w tym... (planety).  
Ziemia jest... (trzecią) planetą od Słońca.*

Odległość, jaka dzieli nas od naszej gwiazdy, wynosi niemal 150 mln km. Odległość ta nazywana jest jednostką astronomiczną. W odniesieniu do odległości, z którymi mamy do czynienia na Ziemi, to bardzo dużo. W odniesieniu do odległości w kosmosie to bardzo niewiele. Dla porównania, jadąc z Warszawy do Łomży, pokonujemy dystans ok. 150 km. Aby dotrzeć do Słońca, musielibyśmy przebyć taką odległość milion razy! Odległość z Polski do Australii to ok. 15 tys. km. Taki dystans trzeba by pokonać 10 tys. razy. A światło przebywa tę drogę w zaledwie 8 minut.

Przypomnij uczniom, że Słońce jest 109 razy większe od Ziemi. Ale chociaż jest tak duże, nie widzimy go przez cały czas – a jedynie w dzień. Powiedz, że zaraz poszukacie odpowiedzi na pytanie, gdzie podziewa się Słońce podczas nocy.



10  
min

## Zjawisko dnia i nocy



Wyjaśnij, że aby zrozumieć zjawisko dnia i nocy, trzeba zacząć od tego, w jaki sposób porusza się nasza planeta. Podkreśl, że wprawdzie teoretycznie wszyscy już o tym wiemy, co w dużej mierze jest zasługą naszego rodaka Mikołaja Kopernika, który to potwierdził w 1543 r., ale nie zaszkodzi sprawdzić, jak głęboko sięga ta wiedza. Zaproponuj klasie krótki quiz. Zadawaj uczniom pytania i ewentualnie uzupełniaj odpowiedzi.

Przykładowe pytania:

- Jak *dwie* rodzaje ruchów wykonuje Ziemia? (*obiegowy i obrotowy, czyli wirowy*)
- Wokół *jakiego ciała* krąży Ziemia w ruchu obiegowym? (*wokół Słońca*)
- Po *jakim torze* Ziemia obiega Słońce? (*po elipsie, czyli wydłużonym i spłaszczonym okręgu*)
- Jak nazywa się ten tor? (*orbita*)
- Jak *długo trwa* pełny taki obieg? (*średnio 365 dni*)
- W *którą stronę* kręci się Ziemia w ruchu wirowym (obrotowym)? (*z zachodu na wschód*)
- Ile trwa taki pełny obrót? (*średnio 24 godziny*)
- Pod *jakim kątem* nachylona jest oś obrotu Ziemi? (*ok. 23 stopni*)



### Wskazówka

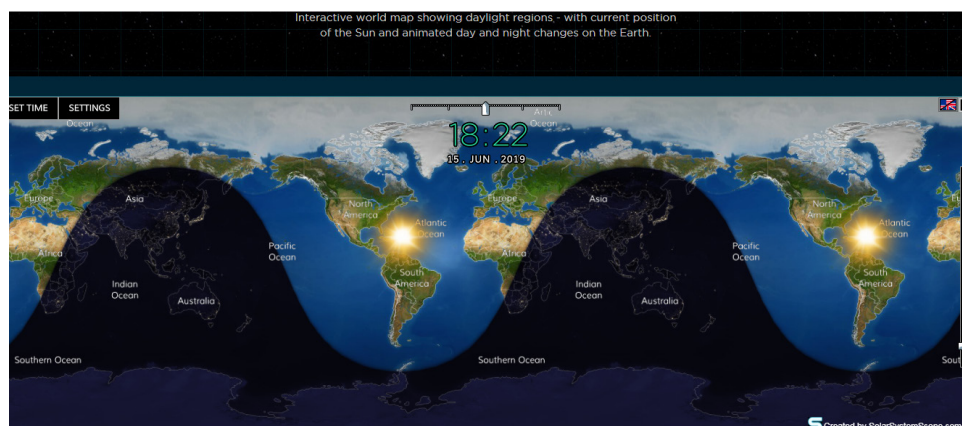
Dostosuj poziom quizu do poziomu edukacyjnego uczniów. Jeżeli przeprowadzasz lekcję w klasie IV, możesz go uprościć lub przekazać te informacje w inny sposób, np. zaprezentować uczniom film lub schemat i go omówić.

Na zakończenie porozmawiaj z uczniami o tym, skąd wiadomo, że Ziemia wykonuje oba te ruchy jednocześnie. Wyjaśnij, że gdyby jedynie obiegała Słońce, byłaby zawsze skierowana do Słońca tą samą stroną. Ponieważ obraca się wokół własnej osi, a oś jej obrotu jest nachylona, Słońce oświetla różne jej obszary. Stąd mamy zjawisko dnia i nocy. Niech uczniowie się zastanowią, czy na całej kuli ziemskiej wygląda to tak samo.

Podsumuj: *Wiemy, gdzie Słońce jest w dzień i tym sposobem wracamy do pytania, gdzie znajduje się w nocy. Najprościej rzecz ujmując: po drugiej stronie Ziemi.*

Wytłumacz uczniom, że tak to wygląda z naszej perspektywy, ale zupełnie inaczej będzie wyglądało dla kogoś, kto właśnie po tej drugiej stronie Ziemi się znajduje – o czym zaraz się przekonają.

Poproś uczniów, by uruchomili w aplikacji Solar System Scope interaktywną mapę pokazującą oświetlenie Ziemi: <http://www.solarsystemscope.com/daylight-map/>.



### Wskazówka

Aplikacja wymaga włączenia wtyczki Adobe Flash. W razie potrzeby pomóż uczniom ją uruchomić. Omów działanie i ustawienia aplikacji. Gdyby mieli trudności ze zrozumieniem komunikatów na ekranie (w aplikacji użyto języka angielskiego), udziel im niezbędnych wskazówek.

Niech uczniowie ustawią czas na 1 stycznia, używając opcji „Set time” i prześledzą pozycję obszaru światła i cienia w ciągu całego roku. Suwak znajdujący się nad datą i godziną pośrodku górnej części głównego okna służy do regulowania przyspieszenia animacji oraz cofania lub odtwarzania zgodnie z osią czasu. Przy ustawieniu pośrodku czas animacji upływa normalnie, delikatne przesunięcie suwaka w prawo ją przyspiesza, a przesunięcie w lewo – cofa proces. Im bardziej przesuniesz suwak, tym szybciej czas będzie płynął (w obie strony). Rozdaj uczniom **arkusze ćwiczeniowe** i poproś, żeby wykonali zadanie 1. Powiedz, żeby nie zamykali aplikacji – będzie im jeszcze potrzebna. Omówcie wspólnie pracę uczniów.



25 min

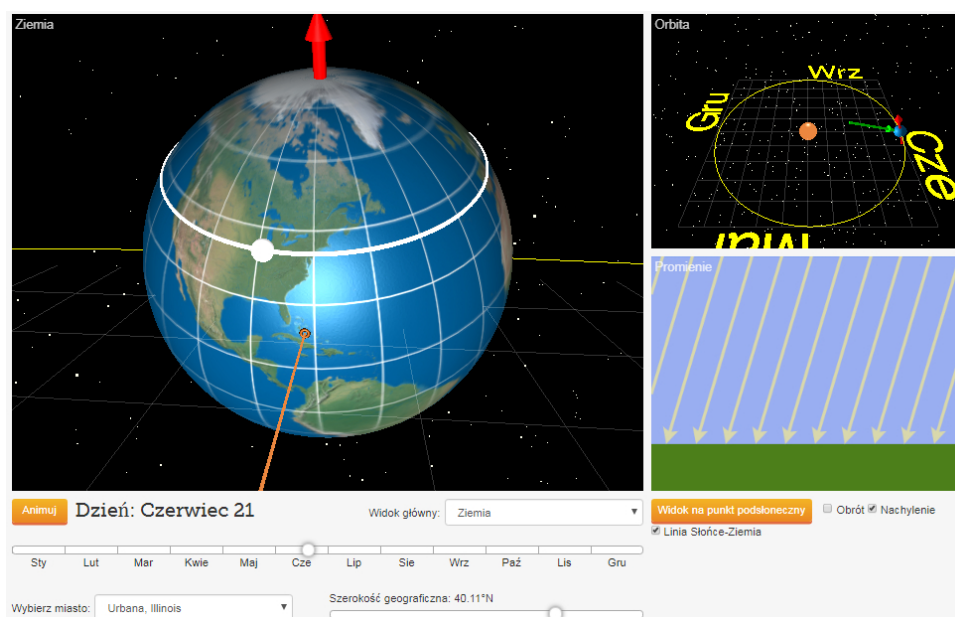
### Pory roku



Aby w pełni zrozumieć to, jak widzimy Słońce z Ziemi, musimy odnieść się także do zjawiska pór roku. Wyjaśnij, że pory roku są wynikiem ustawienia Ziemi względem Słońca. Nie chodzi o odległość ani miejsce w szeregu planet,

ale o nachylenie Ziemi, a właściwie nachylenie osi jej obrotu, do płaszczyzny, w której porusza się wokół Słońca. Oś ta jest odchylona od pionu o nieco ponad 23 stopnie.

Poproś uczniów, by uruchomili w nowym oknie symulację serwisu Edukator: [https://www.edukator.pl/tik\\_edukator/Earth/Earth.html](https://www.edukator.pl/tik_edukator/Earth/Earth.html), która pokazuje zależność między nachyleniem Ziemi a porami roku oraz kąt padania promieni słonecznych w zależności od pory roku.



Powiedz uczniom, by przy pomocy opcji ustawień symulacji określili współrzędne geograficzne miejsca, w którym się znajdują (lub przesunęli białą kropkę na to miejsce), i wcisnęli przycisk „Animuj”. Niech uczniowie przyglądną się sytuacji na wszystkich trzech widokach, a następnie zapiszą swoje obserwacje i uzupełnią schemat w zadaniu 2 (punkty 1–2) [arkusza ćwiczeniowego](#). Być może zauważą, że symulacja nie jest idealna. Gdy uczniowie skończą, poproś, by wrócili do otwartej mapy dnia i nocy (<http://www.solarsystemscope.com/daylightmap/>) i prześledzili pozycję Słońca oraz następcznione obszary w ciągu całego roku.



#### Wskazówka

Wyjaśnij, że położenie Słońca na mapie (przedstawione w formie pomarańczowego pierścienia z promieniem) wskazuje miejsca, gdzie promienie słoneczne padają prostopadłe do powierzchni Ziemi w ciągu roku.



Następnie niech uczniowie odpowiedzą na pozostałe pytania w zadaniu 2 z **arkusza ćwiczeniowego**. Omówcie wspólnie odpowiedzi. Upewnij się, że uczniowie rozumieją takie terminy, jak: równonoc, przesilenie letnie i zimowe, dzień polarny i noc polarna. W razie potrzeby przypomnij im ich znaczenie. Możesz skorzystać z poniższych definicji.

#### **Równonoc (zrównanie dnia z nocą)**

To nazwa nadawana dwóm szczególnym dniom w roku, kiedy dzień i noc wszędzie na świecie mają taką samą długość. Jeden taki dzień wypada wiosną – dokładnie 21 marca, a drugi jesienią – 23 września. W tych dniach w miejscach położonych na równiku w południe Słońce świeci prostopadle do powierzchni Ziemi.

#### **Przesilenie letnie i zimowe**

Najdłuższy i najkrótszy dzień w roku to dni przesileni, czyli takich momentów, kiedy Słońce osiąga największe odchylenie od równika. Przesilenie letnie wypada około 21 czerwca, a zimowe około 21 grudnia.

#### **Dzień polarny i noc polarna**

22 czerwca oraz 22 grudnia za kołami podbiegunowymi obserwujemy dzień polarny i noc polarną – za kołem podbiegunowym północnym dzień wypada w czerwcu, a noc w grudniu, natomiast za kołem podbiegunowym południowym odwrotnie. W tych dniach przez całą dobę Słońce albo nie zachodzi (dzień polarny), albo nie wschodzi (noc polarna). Im bliżej biegunów, tym dni i noce polarne są dłuższe, a na biegunach trwają aż sześć miesięcy.

Po wykonaniu zadania 2 aplikacje można zamknąć. Jako podsumowanie możesz odtworzyć uczniom film o ruchu obiegowym Ziemi, korzystając z linku na końcu scenariusza.



### **Wędrówka Słońca po niebie**



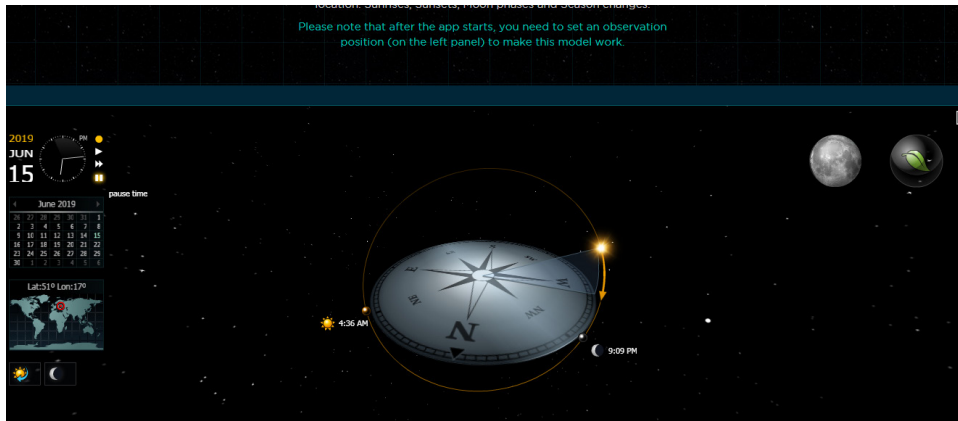
Powiedz, że skoro już wiemy, jak rozkłada się noc i dzień na Ziemi i z czego wynika istnienie pór roku, nadszedł odpowiedni moment, by się zastanowić nad tym, gdzie w ciągu dnia znajduje się Słońce na naszym niebie. Wypisz na tablicy zagadnienia związane z wędrówką Słońca. Poproś uczniów, by przedyskutowali te kwestie w kilkuosobowych grupach, odwołując się do swojej wiedzy i obserwacji. Następnie niech przedstawia i uzasadnią swoje opinie. Podsumujcie wspólnie wypowiedzi uczniów.

### Przykładowe zagadnienia:

- miejsce pojawiania się Słońca na niebie,
- wysokość Słońca na niebie,
- miejsce górowania Słońca,
- długość cienia rzucanego przez obiekty.

Podkreśl, że mówiąc o pozycji Słońca na niebie czy jego wędrówce, nie mamy na myśli rzeczywistego ruchu Słońca, tylko miejsce, gdzie możemy je zaobserwować z punktu, w którym właśnie się znajdujemy. Dlatego nazywamy tę wędrówkę widomą, czyli taką, jak my ją widzimy.

Niech uczniowie uruchomią symulację położenia Słońca i Księżyca w aplikacji Solar System Scope: <http://www.solarsystemscope.com/sunmoon/>. Przypomnij, żeby włączyli wtyczkę Adobe Flash.



Wyjaśnij, że program pokazuje właśnie wspomnianą widomą wędrówkę Słońca.  
Poinstruuuj, aby:

- ustawili swoją lokalizację na małej mapie po lewej stronie ekranu (wystarczy w przybliżeniu),
- korzystając z kalendarza powyżej mapy, wybrali datę 1 stycznia,
- upewnili się, że trajektoria Słońca jest włączona (ikonka z symbolem Słońca znajdująca się pod mapą),
- wcisnęli przycisk ► (obok zegara), a następnie przycisk ►► (co 1 dzień).

Poproś, by uważnie obserwowali trajektorię Słońca (linię widomej wędrówki Słońca) w zależności od pory roku, a następnie wykonali punkt 1 z zadania 3 w **arkuszu ćwiczeniowym**. Niech nie zamykają aplikacji – będzie im jeszcze potrzebna.

Gdy uczniowie skończą zadanie, oznajmij, że kolejnym krokiem do zrozumienia ruchu Słońca jest wykonanie modelu. Podziel klasę na dwuosobowe zespoły i rozdaj im zestawy do budowy modelu. Uczniowie robią model według instrukcji w zadaniu 3 (punkt 2) [arkusza ćwiczeniowego](#), korzystając z poznanej przed chwilą symulacji: <http://www.solarsystemscope.com/sunmoon/>.

Gotowy model powinien przypominać ten pokazany na zdjęciu.



Następnie rozdaj parom latarki i zgaś światło w sali. Powiedz uczniom, by za pomocą latarki odwzorowali przebieg Słońca po danej ścieżce. Niech zwrócić uwagę na to, czy obszar pod kulą jest zawsze tak samo nasłoneczniony, a także na długość cienia ludzika z klocków Lego w zależności od pory roku oraz dnia.



Porozmawiajcie o wynikach obserwacji zespołów i do czego ta wiedza może się przydać. Następnie niech uczniowie uzupełnią ostatni punkt z zadania 3 w [arkuszu ćwiczeniowym](#).

Możesz zilustrować omówione zagadnienia filmem prezentującym wędrówkę Słońca w ciągu roku, korzystając z linku zamieszczonego na końcu scenariusza.

Podsumuj tę część zajęć stwierdzeniem: *Obserwując Słońce oraz cień, jaki rzucają przedmioty, możemy się dowiedzieć, jaką mamy porę roku oraz porę dnia – oczywiście zakładając, że wiemy, na jakiej półkuli (północnej czy południowej) się znajdujemy. Ale to nie wszystko, co jesteśmy w stanie odczytać dzięki obserwacji Słońca. Pozycja Słońca pozwala nam też określić godzinę.*



35  
min

## Budujemy zegar słoneczny



Poproś uczniów, by przypomnieli sobie lub wyszukali w Internecie informacje na temat zegara słonecznego: czym jest, jak działa i do czego służy, ponieważ zaraz w parach sami będą konstruować taki zegar. Możesz zaprezentować im zdjęcia różnych zegarów słonecznych, korzystając z linków na końcu scenariusza.

Wybierz wariant modelu zegara (dokładniejszy lub uproszczony). Uczniowie mogą też sami dokonać wyboru. Rozdaj każdej parze właściwy szablon z [arkusza do wycinania](#) oraz zestawy do budowy modelu. Uczniowie składają zegary według instrukcji w zadaniu 4 (punkt A) z [arkusza ćwiczeniowego](#).

Aby przetestować gotowe modele, zabierz uczniów na boisko lub dziedziniec szkoły. Poinstruj ich, jak mają ustawić swoje zegary. Dopilnuj, żeby w modelu zegara w wariantcie I koniec wskazówki, czyli słomki, był skierowany dokładnie na północ.



### Wskazówka

Przed testowaniem modelu upewnij się, że uczniowie mają dobrze ustawione zegarki (czy to ręczne, czy w telefonach komórkowych). Jeśli dzień jest pochmurny, możesz zademonstrować działanie modelu, używając latarki w zaciemnionej sali, ale nie odda to rzeczywistego funkcjonowania i dokładności uczniowskich konstrukcji. Dlatego postaraj się znaleźć okazję, by przeprowadzić pomiar innego dnia – przy sprzyjającej pogodzie.

Niech uczniowie przeprowadzą pomiar według instrukcji w zadaniu 4 (punkt B) **arkusza ćwiczeniowego** – zaznaczą pozycję cienia na tarczy zegara, odczytają czas i porównają go ze wskazaniami własnych zegarków. Przypomnij, że w wariancie I (ze słomką) przy pomiarze w okresie z obowiązującym czasem letnim do odczytanego czasu należy dodać godzinę, a w wariancie II (z wykałaczką) w przypadku czasu zimowego od odczytanego czasu należy odjąć godzinę.

Wyjaśnij, że może być konieczna korekta minutowa. Odczyty będą różne w zależności od tego, w której połowie miesiąca przeprowadzany jest pomiar. Zapytaj uczniów, czy wiedzą, z czego to wynika. Dzieje się tak z kilku powodów. Orbita, po której Ziemia krąży wokół Słońca, jest elipsą, a nie kołem, więc ścieżka i czas widomego ruchu Słońca zmieniają się w ciągu roku. Ponadto skutek nachylenia osi ziemskiej płaszczyzna tej orbity jest inna niż płaszczyzna równika. Te czynniki powodują rozbieżności między czasem słonecznym i zegarowym. Po wprowadzeniu poprawek minutowych obydwa czasy powinny być identyczne.

Poproś uczniów, by obserwowali cień przez 20–30 minut, co 5–10 minut wykonując kolejny pomiar i sprawdzając jego dokładność.



#### Wskazówka

Przy tak krótkim czasie pomiaru ruch cienia na tarczy nie będzie wyraźnie widoczny. Jeśli to możliwe, niech uczniowie zostawią zegary w tych samych miejscach na dłużej i odczytają czas po kilku godzinach, np. pod koniec zajęć. Zachęć ich, by po zajęciach zabrali zegary do domów i obserwowali je przez cały dzień. Na kolejnej lekcji omówcie ich spostrzeżenia.

Po powrocie do sali zastanówcie się nad zmianą długości cienia w zależności od pory dnia i roku. Kiedy jest najdłuższy, a kiedy najkrótszy? Wyjaśnij, że cień jest tym dłuższy, im niżej nad horyzontem znajduje się Słońce, a tym krótszy, im Słońce jest wyżej. Stąd najkrótszy cień obserwujemy w południe, a najdłuższy – gdy Słońce zachodzi. A także najkrótszy w lecie, a najdłuższy w zimie.



### Ciekawostka

Kilkaset lat temu powszechnie uważano, że Ziemia to płaski krążek. Ale nie wszyscy uczeni się z tym zgadzali. Na podstawie obserwacji cienia, jaki rzucają przedmioty, starożytni badacze (m.in. Eratostenes) stwierdzili, że Ziemia nie może być płaska. Cień rzucany przez tak samo wysoki przedmiot w tym samym dniu w roku w różnych miejscach na Ziemi był inny. Bliżej równika, na szerokości geograficznej ok. 23 stopni (zwrotnik Raka) cień był krótszy, a w dzień przesilenia nawet znikał całkiem. Powyżej równika cień był dłuższy. Efekt ten można było wyjaśnić tylko w jeden sposób – Ziemia jest zakrzywiona!

Poinformuj uczniów, że eksperyment Eratostenesa jest odtwarzany do dziś jako element międzynarodowej inicjatywy, w którą włączyło się ponad 100 krajów (<http://eratosthenes.ea.gr>). Przeprowadzają go uczniowie we współpracy ze szkołami z innych części świata. Zaproponuj klasie przyłączenie się do projektu.



5  
min

## Solarygrafia



Wyjaśnij, że widome ścieżki Słońca można zobaczyć nie tylko za pomocą aplikacji. Można je nawet udokumentować na fotografii. Technika fotografowania ścieżek Słońca nazywa się solarygrafią.

W solarygrafii używa się specjalnie przygotowanego aparatu otworkowego, który ustawia się w odpowiednim miejscu na minimum kilka miesięcy. Podczas ekspozycji aparat codziennie rejestruje położenie Słońca w jego widomej wędrówce po niebie. Jasne linie na fotografii oznaczają dni bezchmurne, a obszary ciemne – dni pochmurne. Powiedz uczniom, że takie zdjęcia pokazują to samo, co dziś zaznaczali na modelu z ludzikiem, czyli pozycję Słońca widzianego z Ziemi, ale podczas wielu miesięcy lub pełnego roku.

Zaprezentuj uczestnikom zajęć przykładowe zdjęcia uzyskane techniką solarygrafii (załącznik 3). Omów je i scharakteryzuj linie według pór roku.



### Ciekawostka

Słońce w ciągu roku zakreśla jeszcze jeden ciekawy wzór. To analemma (analema), czyli linia przyjmująca kształt symbolu nieskończoności. Można go uzyskać także techniką solarygrafii, przy czym Słońce trzeba fotografować przez cały rok – zawsze o tej samej porze i z tego samego miejsca, raz dziennie lub raz w tygodniu. Czy dzięki uzyskanej wiedzy potrafisz wyjaśnić to zjawisko?

Możesz pokazać uczniom więcej zdjęć wykonanych techniką solarygrafii, w tym analemy, opublikowanych na stronie projektu *Analema – słoneczna ósemka* (<http://analemma.pl>). Skorzystaj z linków zamieszczonych na końcu scenariusza.



#### Zadanie dodatkowe

Możesz zaproponować uczniom jako zadanie dodatkowe skonstruowanie własnych solarygrafów. Niech ustawią je (odpowiednio zabezpieczone) na szkolnym boisku lub dziedzińcu albo zabiorą do domów i wystawią je na balkonach lub w ogrodach. Budowa modelu zajmie mniej więcej godzinę lekcyjną (instrukcję z wykazem materiałów i narzędzi zamieszczono w załączniku 5). Proponowany czas ekspozycji to minimum 3 miesiące, ale nie więcej niż 12. Po upływie tego czasu niech uczniowie wyjmą i zeskanują papiery światłoczułe z zarejestrowanym zapisem. Wspólnie obejrzyjcie i omówcie rezultaty ich pracy. Możesz zrobić konkurs na najlepszą fotografię.

Możesz zaproponować też uczniom wykonanie tą techniką zdjęć analemy. Będzie to jeszcze większe wyzwanie, gdyż fotografowanie analemy wymaga ogromnej systematyczności i zajmuje cały rok. Więcej informacji na ten temat znajdziesz na stronie wspomnianego projektu: <http://analemma.pl/projekt>.

5  
min

## Podsumowanie

Wróć do historii, którą opowiedziałas/opowiedziałeś uczniom na początku zajęć. Spróbujcie wspólnie ustalić, w jaki sposób możecie określić aktualny czas i miejsce, w którym się znaleźliście. Przypomnij, że analiza ścieżki Słońca oraz długości cienia rzucanego przez dowolny przedmiot pozwala na rozpoznanie pory dnia (przed południem czy po południu) oraz pory roku (długość czasu następcz-nionego), a nawet na określenie szerokości geograficznej. Aby to zrobić, musimy jednak wiedzieć, na której półkuli się znajdujemy. Niestety obserwacja Słońca nie daje jednoznacznej odpowiedzi na to pytanie, nie mamy więc gwarancji, że pozostałe kwestie ustaliliśmy poprawnie. W tym celu niezbędne są kolejne obserwacje, tym razem nocnego nieba. Ale to już osobny temat.

## Wykaz przydatnych linków:

- inne aplikacje pokazujące układ Słońce–Ziemia oraz ścieżki Słońca:  
<https://drajmarsh.bitbucket.io/earthsun.html>  
<https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath3d.html>



- film na temat ruchu obiegowego Ziemi:  
<https://www.youtube.com/watch?v=NkJUfHEOFvc>
- film prezentujący wędrówkę Słońca w ciągu roku:  
<https://www.youtube.com/watch?v=aEdwi7jDq0Y>
- przykładowe zegary słoneczne:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Sundials\\_in\\_gardens?uselang=pl#/media/File:Brookside\\_Botanical\\_Gardens\\_Sundial\\_Carmichael.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Sundials_in_gardens?uselang=pl#/media/File:Brookside_Botanical_Gardens_Sundial_Carmichael.JPG)  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Sundials\\_in\\_gardens?uselang=pl#/media/File:Denver\\_Botanic\\_Gardens\\_-\\_DSC01118.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Sundials_in_gardens?uselang=pl#/media/File:Denver_Botanic_Gardens_-_DSC01118.JPG)  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Disk-shaped\\_sundials?uselang=pl#/media/File:Bordssolur\\_av\\_ekvatorialtyp\\_gjord\\_i\\_f%C3%B6rgyllm%C3%A4ssing\\_-\\_Skoklosters\\_slott\\_-\\_92897.tif](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Disk-shaped_sundials?uselang=pl#/media/File:Bordssolur_av_ekvatorialtyp_gjord_i_f%C3%B6rgyllm%C3%A4ssing_-_Skoklosters_slott_-_92897.tif)
- instrukcje wykonania szablonów tarczy zegara słonecznego:  
wariant I: <https://www.instructables.com/id/15-minute-paper-craft-sundial/>  
wariant II: <https://www.instructables.com/id/Large-driveway-sidewalk-or-garden-sundial/>
- strona projektu poświęconego eksperymentowi Erastotenesa:  
<http://eratosthenes.ea.gr/>
- strona projektu *Analema – słoneczna ósemka*:  
strona główna: <http://analemma.pl>  
informacje na temat analemmy i techniki jej fotografowania:  
<http://analemma.pl/projekt>  
zdjęcia uzyskane techniką solarygrafii:  
<http://analemma.pl/praca>; <http://analemma.pl/zapuszkowany-wroclaw>  
zdjęcia prezentujące analemmy:  
<http://analemma.pl/analemy---analemmas>

## Odniesienie do podstawy programowej

### PRZYRODA

#### Cele kształcenia – wymagania ogólne

##### I. Wiedza.

- 2) Poznanie różnych sposobów prowadzenia obserwacji i orientacji w terenie.

##### II. Umiejętności i stosowanie wiedzy w praktyce.

- 1) Prowadzenie obserwacji i pomiarów w terenie w tym korzystanie z różnych pomocy: planu, mapy, lupy, kompasu, taśmy mierniczej, lornetki itp.



- 2) Wykonywanie obserwacji i doświadczeń zgodnie z instrukcją (słowną, tekstową i graficzną), właściwe ich dokumentowanie i prezentowanie wyników.
  - 3) Analizowanie, dokonywanie opisu, porównywanie, klasyfikowanie, korzystanie z różnych źródeł informacji (np. własnych obserwacji, badań, doświadczeń, tekstów, map, tabel, fotografii, filmów, technologii informacyjno-komunikacyjnych).
- III. Kształtowanie postaw – wychowanie.
- 1) Uważne obserwowanie zjawisk przyrodniczych, dokładne i skrupulatne przeprowadzenie doświadczeń, posługiwanie się instrukcją przy wykonywaniu pomiarów i doświadczeń, sporządzanie notatek i opracowywanie wyników.

### Treści nauczania – wymagania szczegółowe

#### II. Orientacja w terenie. Uczeń

- 2) wyznacza kierunki główne za pomocą kompasu oraz kierunek północny za pomocą gnomonu i wskazuje je w terenie;
- 9) wyjaśnia zależność między wysokością Słońca a długością i kierunkiem cienia;
- 10) opisuje zmiany w położeniu Słońca nad widnokręgiem w ciągu doby i w ciągu roku;
- 11) wskazuje w terenie oraz na schemacie (lub horyzontarium) miejsca wschodu, zachodu i górowania Słońca w ciągu dnia i w różnych porach roku.

## GEOGRAFIA

### Treści nauczania – wymagania szczegółowe

#### V. Ruchy Ziemi: Ziemia w Układzie Słonecznym; ruch obrotowy i obiegowy; następstwa ruchów Ziemi. Uczeń:

- 1) dokonuje pomiaru wysokości Słońca w trakcie zajęć w terenie oraz porównuje wyniki uzyskane w różnych porach dnia i roku;
- 2) demonstruje przy użyciu modeli (np. globusa lub tellurium) ruch obrotowy Ziemi, określa jego kierunek, czas trwania, miejsca wschodu i zachodu Słońca oraz południa słonecznego;
- 3) wyjaśnia związek między ruchem obrotowym a widomą wędrówką i górowaniem Słońca, istnieniem dnia i nocy, dobowym rytmem życia człowieka i przyrody, występowaniem stref czasowych;
- 4) demonstruje przy użyciu modeli (np. tellurium lub globusów) ruch obiegowy Ziemi;

- 5) przedstawia zmiany w oświetleniu Ziemi w pierwszych dniach astronomicznych pór roku;
- 6) wykazuje związek między ruchem obiegowym Ziemi a strefami jej oświetlenia oraz strefowym zróżnicowaniem klimatu i krajobrazów na Ziemi.

Źródło: Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej (Dz. U. z 2017 r., poz. 356).



### 1 Zjawisko dnia i nocy

Na podstawie pracy z aplikacją (<http://www.solarsystemscope.com/daylightmap/>) odpowiedz na poniższe pytania lub wykonaj polecenia.

- A. Jak układa się wzór strefy nasłonecznionej i zacienionej? Jak zmienia się w zależności od miesiąca? O czym to świadczy?

---

---

---

---

---

- B. Są takie rejony na Ziemi, w których dzień i noc trwają nieprzerwanie przez kilka miesięcy. Czy wiesz, jakie to obszary? Odszukaj je na mapie z aplikacji. Wypisz poniżej ich nazwy.

---

---

---

- C. Czy możliwe jest, aby na wszystkich kontynentach jednocześnie był dzień? Dlaczego?

---

---

---



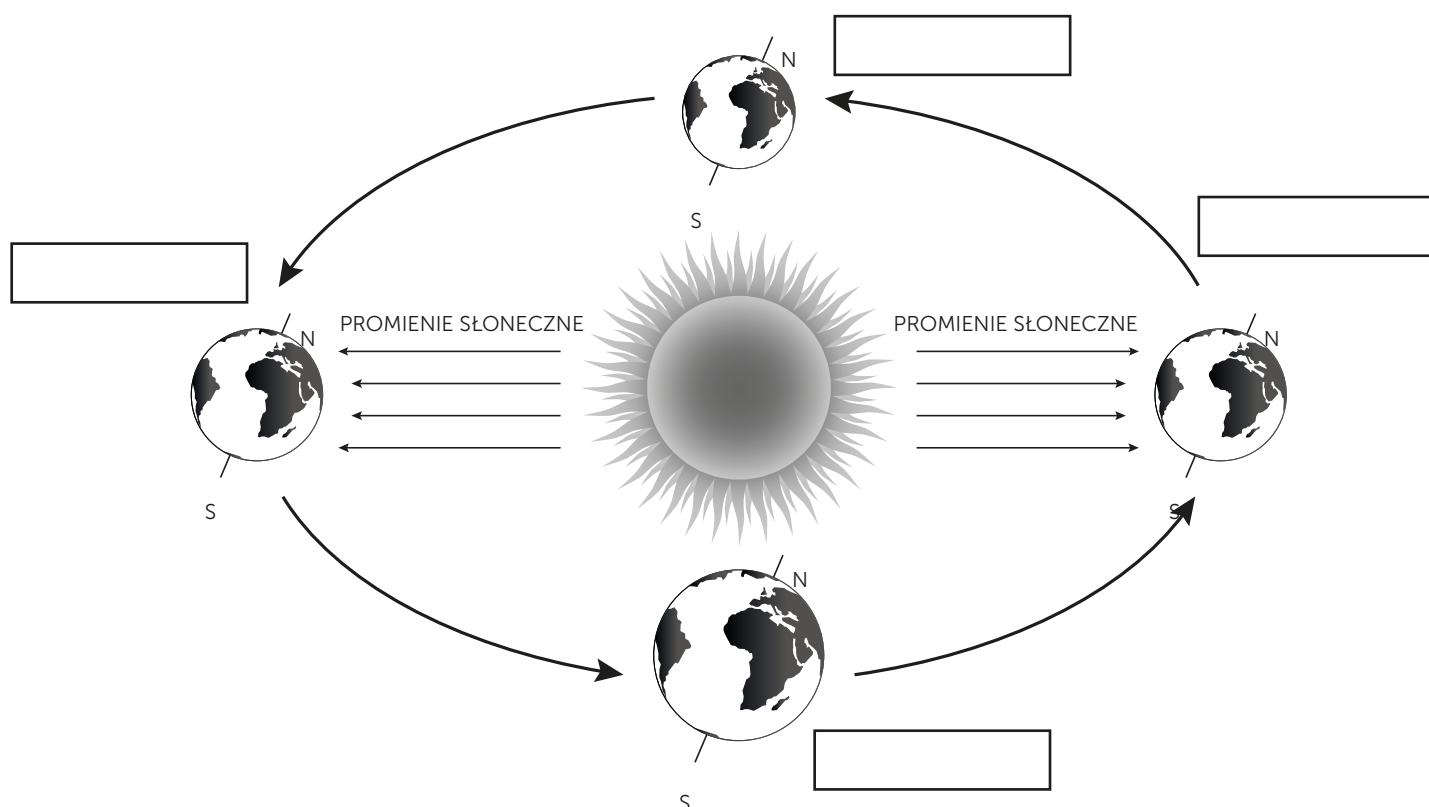
## 2 Pory roku

1. Na podstawie pracy z apletem (<https://www.edukator.pl/site/applet/?id=1179>) zapisz swoje obserwacje na temat zależności między kątem padania promieni słonecznych a porą roku.

---

---

2. Uzupełnij schemat. Wpisz w okienko obok każdego rysunku Ziemi, jaka pora roku panuje wtedy na półkuli północnej (czyli np. w Polsce).



3. Na podstawie pracy z aplikacją (<http://www.solarsystemscope.com/daylightmap/>) odpowiedz na poniższe pytania lub wykonaj polecenia.
  - A. Nazwij pory roku, obserwując zmiany nastonecznienia w swojej lokalizacji na mapie. Podaj daty do konkretnych pór roku.

# Załącznik 1

## Arkusz ćwiczeniowy



Opisz swoje obserwacje dotyczące obszarów nasłonecznienia.  
Czy twoja dotychczasowa wiedza zgadza się z tym, co widzisz  
na mapie?

---

---

---

- B. Czy na półkuli północnej i południowej występują te same pory roku  
w tym samym czasie? Rozwiń wypowiedź i ją uzasadnij.

---

---

---

- C. W jakich miesiącach na półkuli północnej strefa nasłoneczniona jest  
szersza niż strefa ciemna? O czym to świadczy?

---

---

---

- D. Znajdź datę, w której strefa nasłoneczniona oraz ciemna są równe.  
A może jest więcej niż jedna taka data? Co to za data lub daty?  
Jak nazywa się to zjawisko? Poszukaj informacji w Internecie.

---

---

---

# Załącznik 1

## Arkusze ćwiczeniowy



- E. Znajdź datę, dla której występuje maksymalna przewaga strefy nasłonecznionej, oraz inną, gdy występuje przewaga strefy zacienionej. Co to za dni? Jak nazywają się te zjawiska? Poszukaj informacji w Internecie.

---

---

---

---

- F. Czy w okolicach podbiegunowych zauważasz coś nietypowego pod względem nasłonecznienia w ciągu roku? Co? O czym to świadczy? Jak nazywają się te zjawiska? Jakiego roku tam występują?

---

---

---

---

- G. Jakiego roku występują w okolicach równika. Prześledź nasłonecznienie tego rejonu w ciągu roku? Co stwierdzasz?

---

---

---

---



### 3 Wędrowka Słońca po niebie

1. Na podstawie pracy z aplikacją (<http://www.solarsystemscope.com/sunmoon/>) odpowiedz na pytania:
  - A. Kiedy Słońce znajduje się najwyżej nad horyzontem? Podaj daty lub pory roku.  

---
  - B. Kiedy znajduje się najniżej? Podaj daty lub pory roku.  

---
  - C. Kiedy znajduje się na średniej pozycji? Podaj pory roku.  

---
  - D. Z której strony Słońce wschodzi, a z której zachodzi? Czy w ciągu roku są to te same miejsca?  

---
2. Wykonajcie w parach model obrazujący ścieżki Słońca podczas jego widomej wędrówki po niebie.

#### Materiały i narzędzia

- plastikowa przezroczysta półkula minimum 20 cm średnicy (połowa z otwieranej kuli)
- ludzik z klocków Lego
- kartka formatu A4
- latarka
- przybory do malowania, np. kredki, pisaki
- 10 karteczek samoprzylepnych
- nożyczki



### Wykonanie

1. Przygotujcie podstawę. Połóżcie na kartce połowę przezroczystej kuli i wykonajcie jej obrys. Zdejmijcie kulę. Zaznaczcie na kartce strony świata (N,W,S,E), następnie narysujcie na niej krajobraz i postawcie w centralnej części ludzika z klocków Lego.
2. Połóżcie połowę przezroczystej kuli na narysowanej podstawie. Właśnie stworzyliście model podobny do tego, który oglądaliście w aplikacji <http://www.solarsystemscope.com/sunmoon/>. Ustawcie Ziemię w aplikacji w taki sam sposób jak w modelu – kierunki świata powinny się znajdować w tym samym położeniu.
3. Waszym zadaniem będzie odwzorowanie trajektorii Słońca w różnych porach roku. Ponownie prześledźcie w aplikacji drogę Słońca we wszystkich porach roku. Na tej podstawie wytyczcie ścieżki Słońca w zimie, lecie oraz wspólną dla wiosny i jesieni, naklejając w odpowiednich miejscach półkuli karteczki samoprzylepne (najlepiej samą część z klejem). Powinniście uzyskać trzy linie. Każda z nich rozpoczyna się, wznosi i kończy w innym punkcie. Podpiszcie linie nazwami odpowiednich pór roku. Zwróćcie uwagę na miejsca, w których zaczynają i kończą się te ścieżki.
4. Wykonajcie polecenia.

- A. Określcie rozpiętość punktów, w których nasza gwiazda wschodzi oraz zachodzi w ciągu roku. Czy zawsze jest to ten sam punkt?

---

---

• TUTAJ wpiszcie odpowiedź

- B. Zwróćcie uwagę na długość cienia, jaki rzuca ludzik Lego. W jakich porach roku cień jest najdłuższy, a w jakich najkrótszy? Jak myślicie, dlaczego?

---

---

• TUTAJ wpiszcie odpowiedź





### 4 Budujemy zegar słoneczny

A. Skonstruujcie zegar słoneczny.

#### Materiały i narzędzia

##### Wariant I (dokładniejszy)

- szablon I z [arkusza do wycinania](#) (załącznik 2)
- tektura w formacie A4 lub papierowy talerz (do naklejenia szablonu)
- nożyczki
- klej
- słomka ze zgięciem
- taśma klejąca
- kątomierz
- spinacz biurowy

##### Wariant II (uproszczony)

- szablon II z [arkusza do wycinania](#) (załącznik 2)
- tektura w formacie A4 lub papierowy talerz (do naklejenia szablonu)
- nożyczki
- klej
- wykałaczka
- plastelina

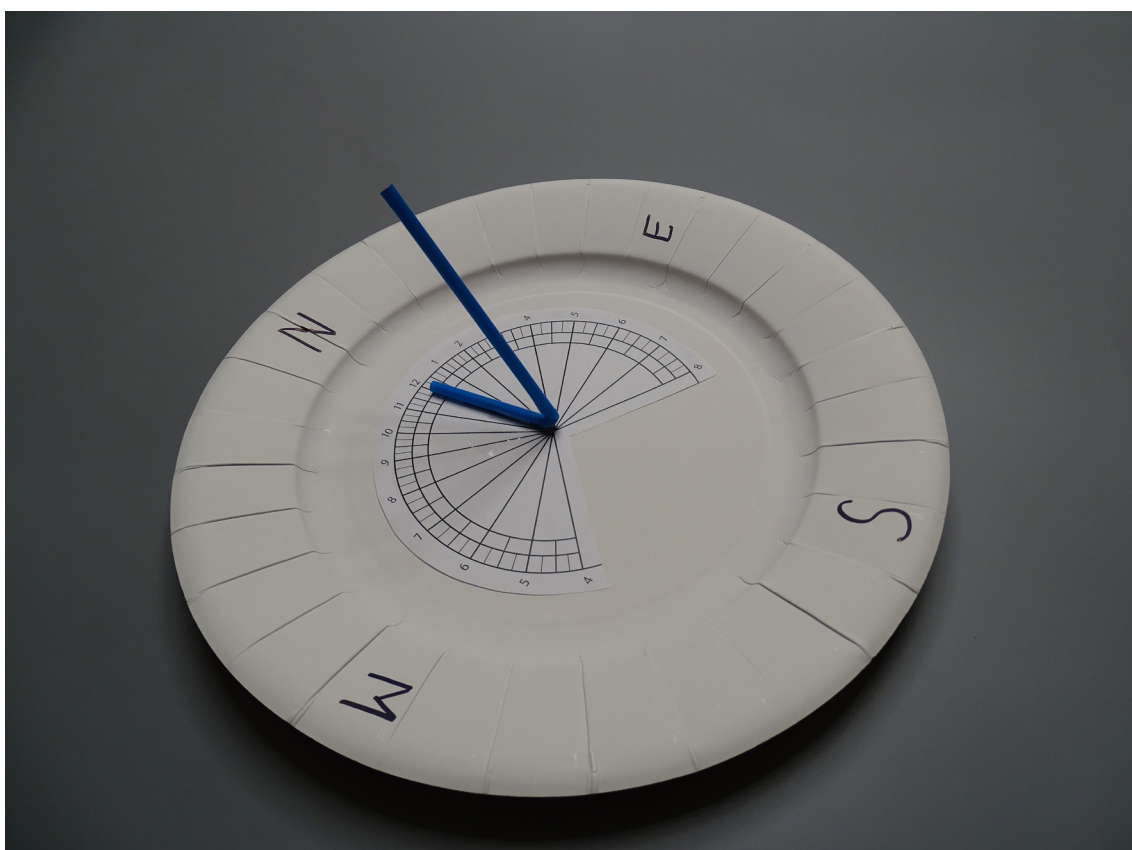
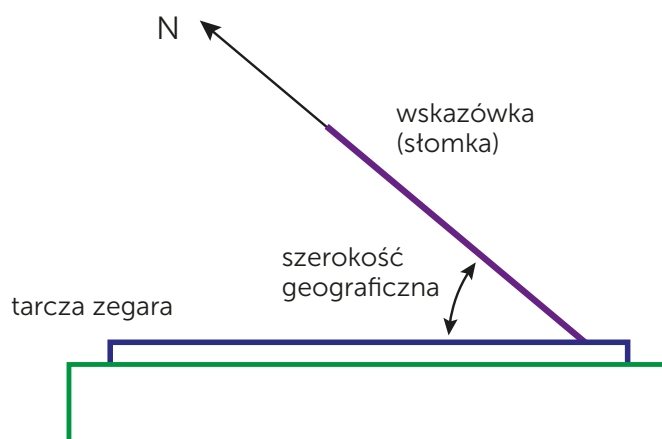
#### Wykonanie

##### Wariant I

1. Wytnijcie z [arkusza do wycinania](#) odpowiedni szablon tarczy zegara.
2. Naklejcie szablon na tekturę lub papierowy talerz.
3. Włóżcie rozgięty spinacz biurowy do środka słomki. Zgięcie spinacza powinno znajdować się w tym samym miejscu co zgięcie słomki. Ułóżcie słomkę na kątomierzu i zegnijcie według kąta równego swojej szerokości geograficznej.
4. Utrwalcie tę pozycję i upewnijcie się, że każda część drucika spinacza znalazła się w innej części rurki (jedna w krótszej, druga w dłuższej).
5. Skróćcie dłuższą część słomki o mniej więcej połowę. Następnie przymocujcie słomkę taśmą klejącą na wyciętym szablonie tarczy zegara (skontrolujcie, czy jej kąt nadal jest właściwy). Zaznaczcie na talerzu kierunki geograficzne (N, S, W, E): kierunek północny (N) ma znaleźć się na wprost uniesionej części słomki.

# Załącznik 1

## Arkusz ćwiczeniowy



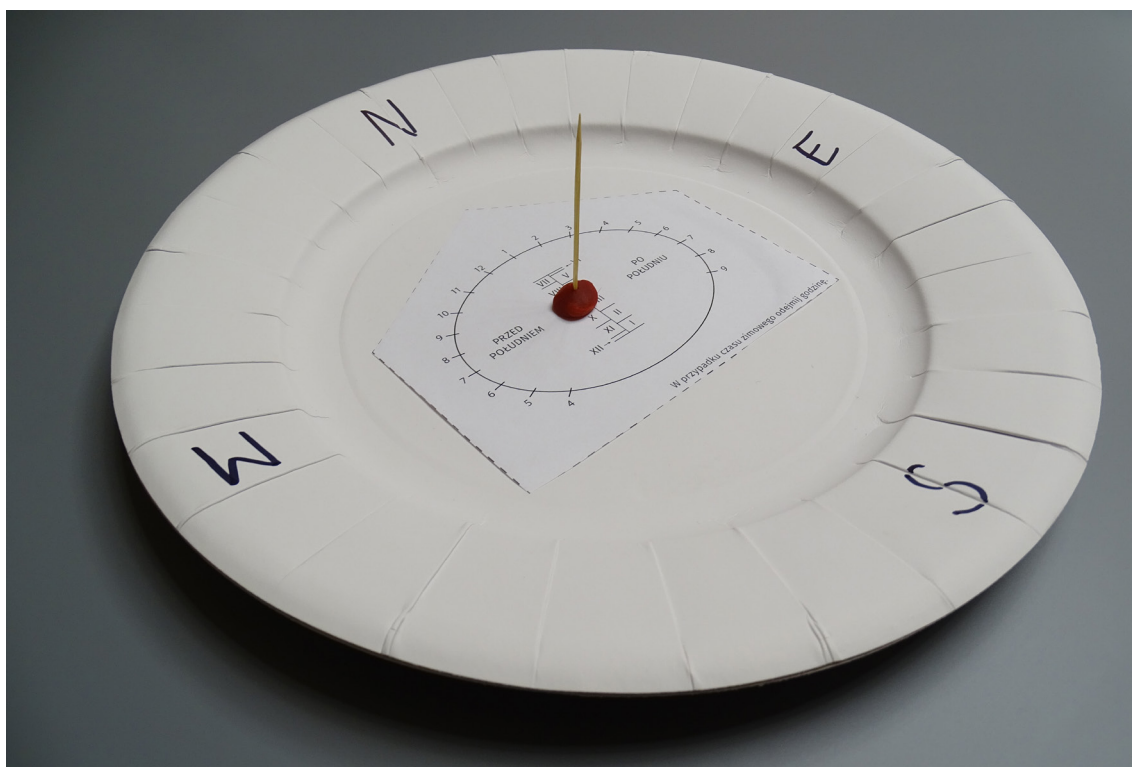
# Załącznik 1

## Arkusz ćwiczeniowy



### Wariant II

1. Wytnijcie z **arkusza do wycinania** odpowiedni szablon tarczy zegara.
2. Naklejcie szablon na tekturę lub papierowy talerz. Zaznaczcie na talerzu kierunki geograficzne (N, S, W, E): kierunek północny (N) wskazuje szczytowa część szablonu.
3. W miejscu na tarczy oznaczonym numerem miesiąca, w którym wykonujecie pomiar, umieśćcie kulkę plasteliny i wbijcie w nią pionowo wykałaczkę.



# Załącznik 1

## Arkusz ćwiczeniowy



B. Przeprowadźcie pomiar.

1. Ustawcie zegar na ziemi (w wariancie I wolny koniec słomki powinien być skierowany na północ).
2. Odczytajcie godzinę. Dokonajcie niezbędnej korekty minutowej według poniższej tabeli.

| Część miesiąca     | Liczba dodanych/odjętych minut |
|--------------------|--------------------------------|
| 1–14 stycznia      | + 4                            |
| 15–31 stycznia     | + 9                            |
| 1–14 lutego        | + 14                           |
| 15–28/29 lutego    | + 15                           |
| 1–14 marca         | + 13                           |
| 15–31 marca        | + 10                           |
| 1–14 kwietnia      | + 4                            |
| 15–30 kwietnia     | 0                              |
| 1–14 maja          | – 2                            |
| 15–31 maja         | – 3                            |
| 1–14 czerwca       | – 1                            |
| 15–30 czerwca      | 0                              |
| 1–14 lipca         | + 4                            |
| 15–31 lipca        | + 6                            |
| 1–14 sierpnia      | + 6                            |
| 15–31 sierpnia     | + 4                            |
| 1–14 września      | 0                              |
| 15–30 września     | – 5                            |
| 1–14 października  | – 10                           |
| 15–31 października | – 14                           |
| 1–14 listopada     | – 15                           |
| 15–30 listopada    | – 14                           |
| 1–14 grudnia       | – 9                            |
| 15–31 grudnia      | – 3                            |

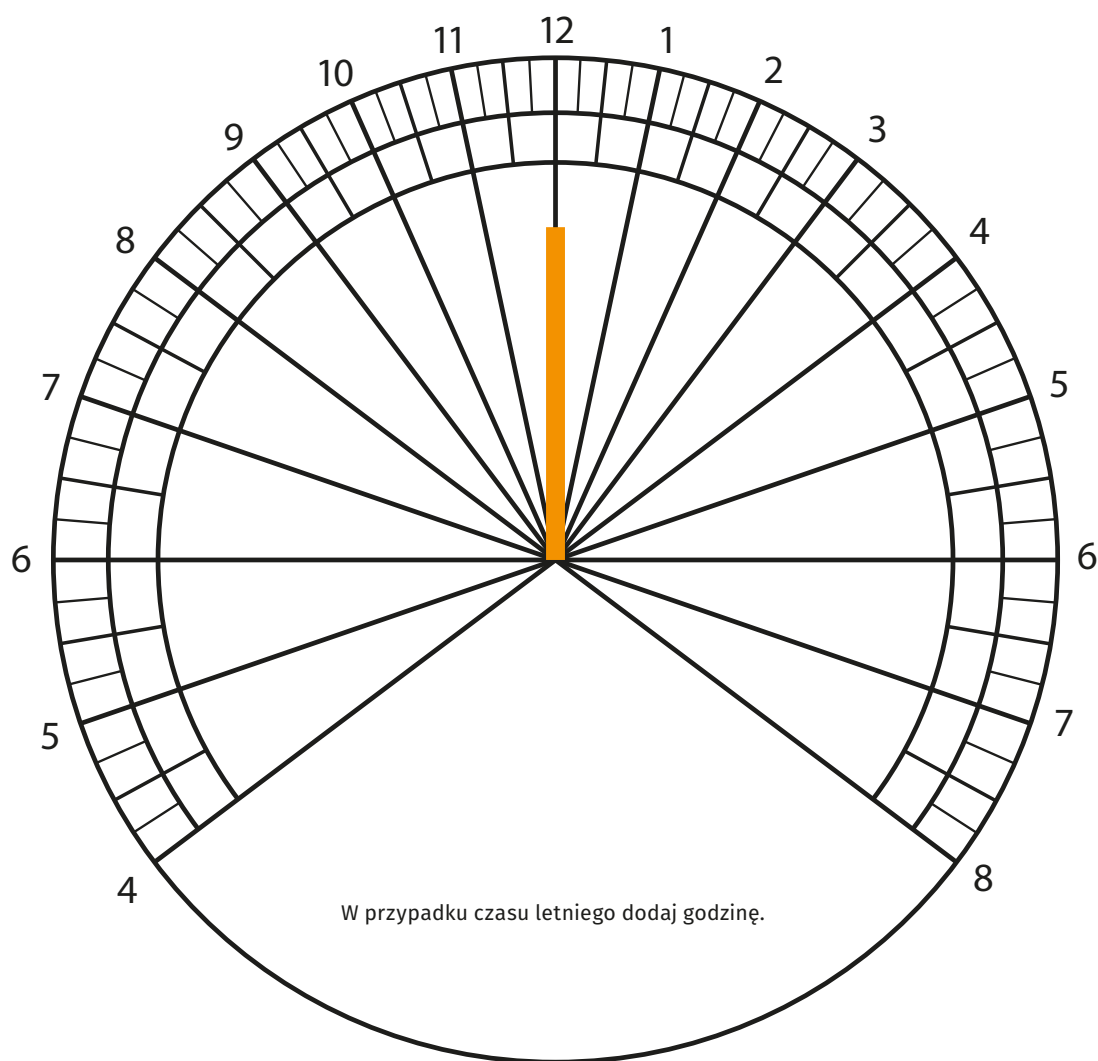
3. Sprawdźcie, czy zegar wskazuje właściwą godzinę. Jeśli nie, poprawcie kierunek ekspozycji (w wariancie I sprawdźcie poprawność kąta zagięcia słomki).
4. Odczytajcie czas kilka razy, wprowadzając korekty i sprawdzając uzyskaną wartość ze swoimi zegarkami. Czy wasz model jest dokładny?

# Załącznik 2

## Arkusz do wycinania



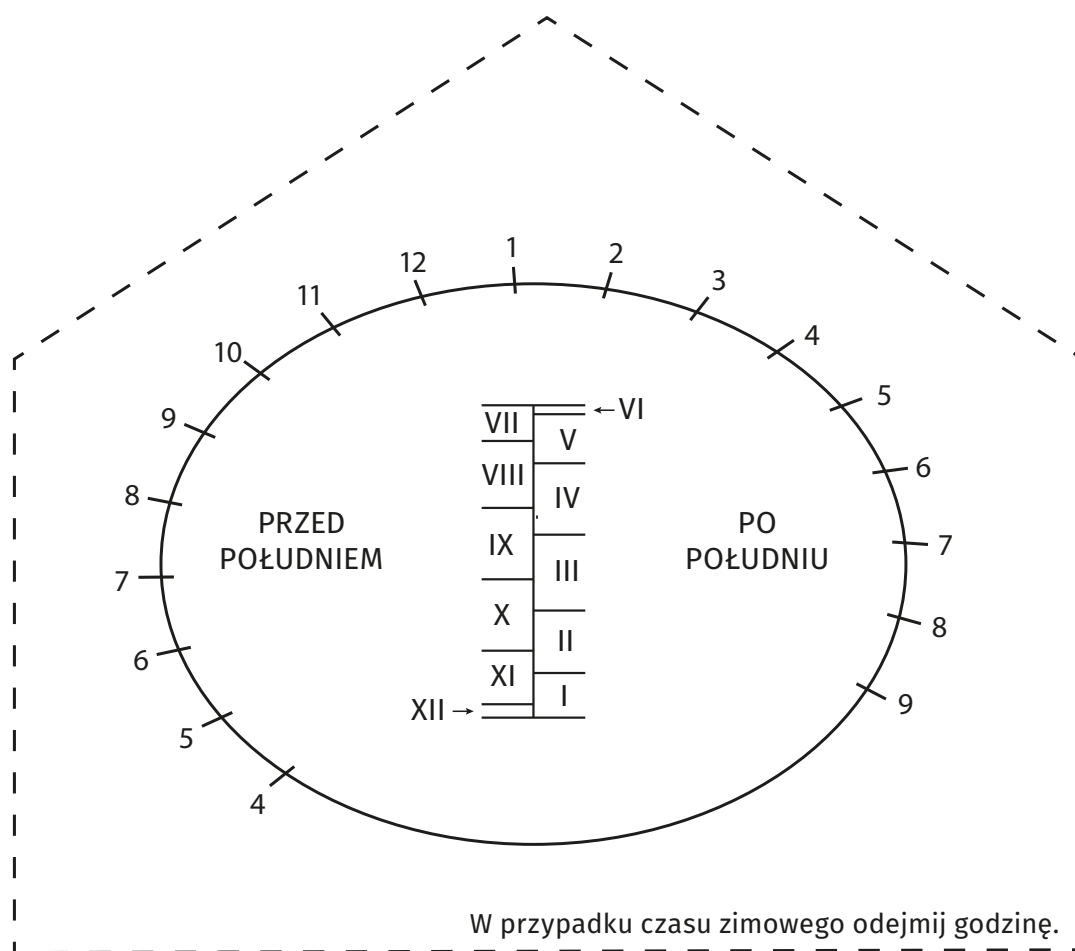
Szablon I (do wariantu I)



# Załącznik 2

## Arkusz do wycinania

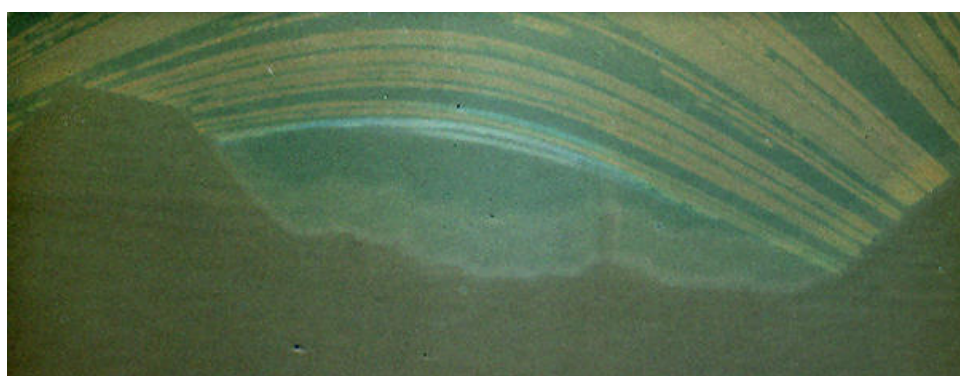
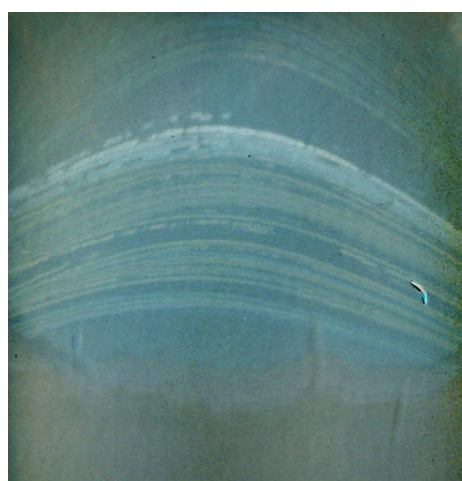
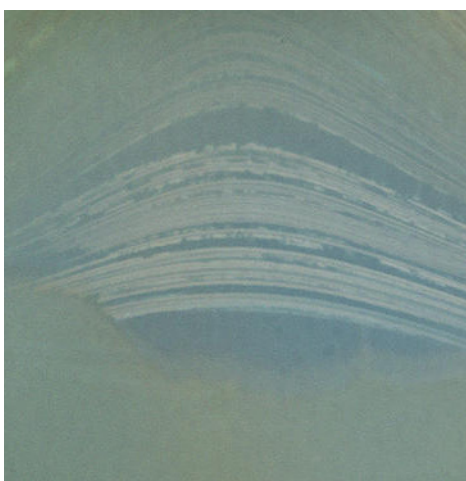
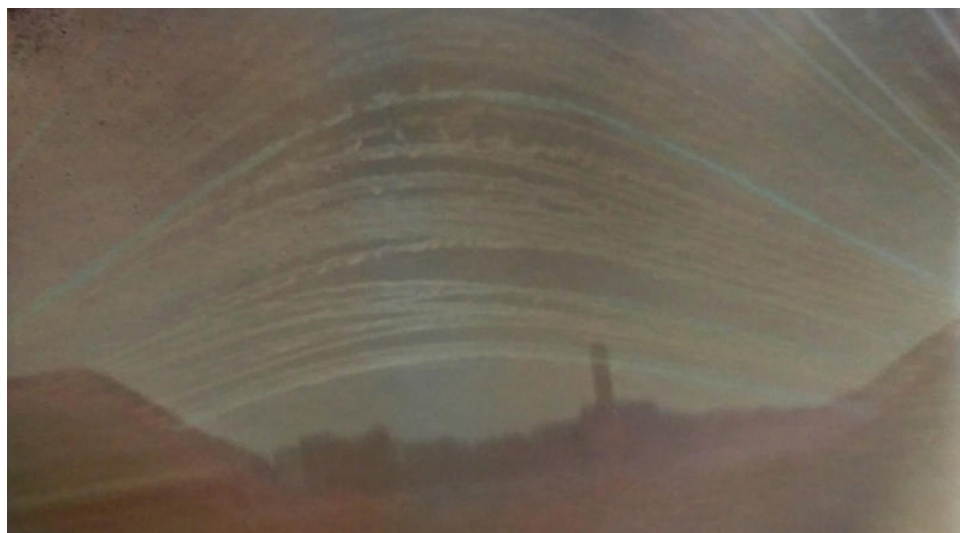
Szablon II (do wariantu II)





# Załącznik 3

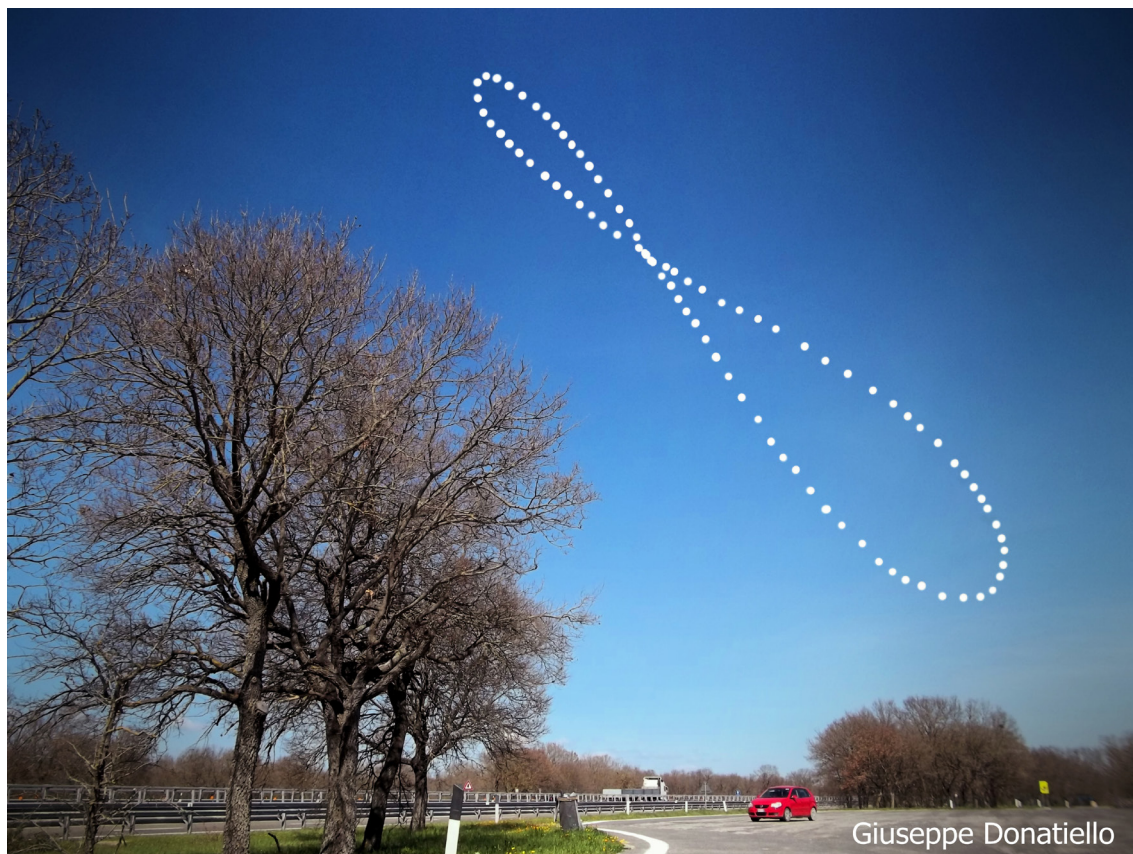
## Zdjęcia wykonane techniką solarygrafii



Solarygrafia. Zdjęcia wykonane przez uczniów LO nr XVII we Wrocławiu

# Załącznik 3

## Zdjęcia wykonane techniką solarygrafii



Analemma

Źródło: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Analemma\\_A14\\_2016\\_\(25907420783\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Analemma_A14_2016_(25907420783).jpg)



# Załącznik 4

## Model solarygrafu



### Materiały i narzędzia

- umyta i wysuszona puszka po napoju
- blaszka o wymiarach ok. 2 x 3 cm (ją także można wyciąć z puszki po napoju)
- kawałek papieru światłoczułego o wymiarach ok. 5 x 7 cm
- igła od glukometru (do wykonania otworków)
- drobnoziarnisty papier ścierny
- nożyczki
- nożyk do tapet
- taśma izolacyjna (najlepiej czarna)
- rękawiczki ochronne

### Wykonanie

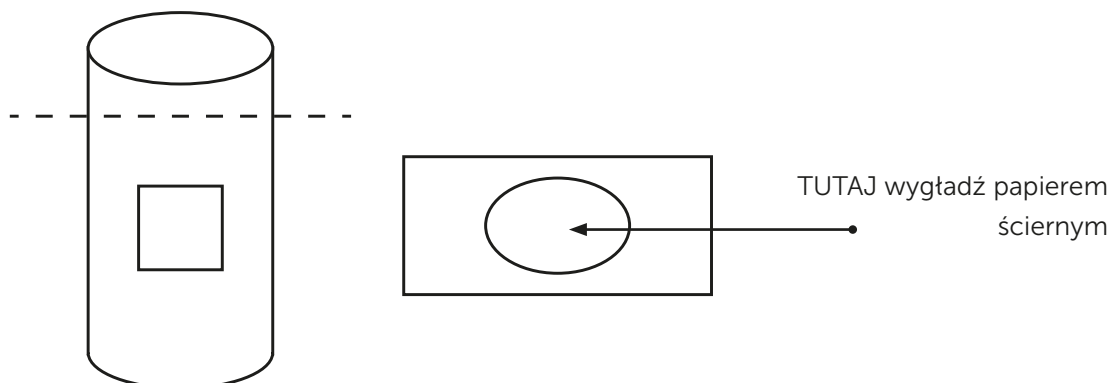
1. Włóż rękawiczki. Używając nożyka do tapet, odetnij od puszki wieczko – linia cięcia powinna przebiegać ok. 1 cm poniżej wieczka.
2. W połowie wysokości puszki wytnij nożykiem niewielki kwadrat (o boku ok. 1–1,5 cm).



#### Uwaga!

Podczas cięcia zachowaj szczególną ostrożność. Krawędzie przeciętej blachy będą ostre.

3. Weź przygotowaną wcześniej wyciętą blaszkę i zetrzyj środkową część jej zadrukowanej strony papierem ściernym.



# Załącznik 4

## Model solarygrafu



4. Delikatnie naktuj blaszkę na środku igłą od glukometru. Najlepiej, jeśli igła nie przejdzie na wylot, tylko powstanie zagłębienie w blaszce. Powstałe po drugiej stronie uwypuklenie zeszlifuj papierem ściernym, aby uzyskać mały otwór. Jeśli igła przejdzie na wylot, zeszlifuj otwór z obydwu stron blaszki, zmniejszając nieco jego średnicę. Otwór ma być ledwie widoczny, lecz powinien przepuszczać światło słoneczne.
5. Przyklej tak przygotowaną blaszkę taśmą izolacyjną na wycięty w puszcze kwadratowy otwór.
6. Oklej szczelnie taśmą izolacyjną całą pozostałą część puszek (pomijając otwór), aby uniknąć przenikania do środka promieni słonecznych.
7. Zaklej otworek tymczasową przestonką z taśmy izolacyjnej (najlepiej oznakuj ten fragment, aby nie było problemu z jego odnalezieniem).
8. Umieść papier światłoczuły w puszcze, dokładnie na ścianie naprzeciwko otworka, światłoczułą stroną na zewnątrz (warstwę światłoczułą można rozpoznać po tym, że jest bardziej śliska i nieco „klejąca”). Przyklej go do puszek taśmą izolacyjną.



### Uwaga!

Podczas cięcia zachowaj szczególną ostrożność. Krawędzie przeciętej blachy będą ostre.

9. Używając taśmy izolacyjnej, przyklej z powrotem wieczko, zaklejając także otwór powstały po otwarciu puszek. Solarygraf musi być szczelny, aby promienie słoneczne nie wniknęły przez inne otwory niż przewidziany, a także aby zapobiec jego zamoknięciu.
10. Tak wykonany aparat ustaw pionowo na kilka miesięcy w miejscu niedostępnym dla nikogo, zabezpieczając go przed wiatrem. Najlepiej, gdyby otwór solarygrafu był skierowany na południe. Odklej zaślepkę, aby twój aparat mógł rejestrować światło słoneczne. Jeśli planujesz wykonać zdjęcia analemmy, nie odklejaj zaślepek na stałe, ale rób to raz dziennie lub raz w tygodniu, o tej samej porze, na tak samo długi odcinek czasu (np. 60 sekund) i zaklejaj z powrotem.
11. Po upływie odpowiedniego czasu – więcej niż 3, a mniej niż 12 miesięcy (12 miesięcy w przypadku fotografowania analemmy) – zdemontuj aparat. Otwórz go i wyciągnij papier światłoczuły (najlepiej rób to przy sztucznym świetle i nie wystawiaj papieru długo na jego działanie). Jeżeli wilgoć nie dostała się do środka ani aparat nie uległ zniszczeniu, powinnaś/powinieneś mieć własną fotografię ścieżek Słońca. Zeskanuj papier, aby utrwalić zdjęcie w formie cyfrowej.