



Zbieranie i analiza danych obserwacyjnych

Czas trwania	45-90 minut
Grupa wiekowa	15-19 lat
Cel i cele szczegółowe	<p>Cel główny: zrozumienie, w jaki sposób dane obserwacyjne są zbierane, przetwarzane, analizowane i prezentowane z wykorzystaniem odpowiednich metod naukowych oraz narzędzi wizualizacyjnych.</p> <p>Cele szczegółowe:</p> <p>Uczniowie:</p> <ul style="list-style-type: none">• rozróżniają trzy rodzaje zmiernictwa (cywilny, żeglarski i astronomiczny) oraz nauczą się rozpoznawać je w danych obserwacyjnych,• poznają zjawisko poświaty nocnego nieba (airglow) oraz wpływ promieniowania słonecznego i aktywności Słońca na jego występowanie,• zaplanują i przeprowadzą systematyczne pomiary jasności nieba,• opracują, zredukują i przeanalizują zbiory danych w celu

	<p>identyfikacji naturalnych i sztucznych źródeł zmian jasności nieba,</p> <ul style="list-style-type: none"> • nauczą się wykrywać zachmurzenie, sztuczne źródła światła, wpływ Księżyca oraz poświatę nocnego nieba na podstawie wykresów, • porównają jasność nocnego nieba pomiędzy różnymi nocami, dniami tygodnia i porami roku • zbadają, czy istnieje zależność pomiędzy aktywnością słoneczną a jasnością nocnego nieba, • sklasyfikują lokalne niebo nocne zgodnie ze skalą Bortle'a, • nauczą się krytycznie podsumowywać wyniki oraz analizować niepewności pomiarowe.
<p>Efekty uczenia się zgodne z podstawą programową</p>	<p>Nauki przyrodnicze / Fizyka / Astronomia:</p> <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia naturalne czynniki wpływające na jasność nocnego nieba (zmrzch, poświata nocnego nieba, Księżyc, atmosfera), • identyfikuje fazy zmrzchu cywilnego, żeglarskiego i astronomicznego na podstawie wysokości Słońca pod horyzontem ($h_{\odot} = -6^{\circ}, -12^{\circ}, -18^{\circ}$), • zbiera i porządkuje ilościowe dane obserwacyjne, • rozpoznaje wzorce i zależności na krzywych jasności (np. zachmurzenie, poświata miejska, poświata nocnego nieba). <p>Matematyka / Technologie informacyjno-komunikacyjne (ICT)</p> <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje arkusze kalkulacyjne do wykonywania obliczeń (średnia, minimum, maksimum, linie trendu, korelacje),

- tworzy wykresy punktowe, liniowe oraz wykresy porównawcze,
- interpretuje wartości współczynnika korelacji Pearsona w celu oceny zależności (np. między jasnością nieba a liczbą plam słonecznych).

Edukacja obywatelska / Zrównoważony rozwój

Uczeń:

- rozumie znaczenie ochrony naturalnej ciemności nocnej dla środowiska,
- dostrzega znaczenie przejrzystości i obiektywizmu w prezentowaniu wyników badań.

Kompetencje międzyprzedmiotowe (Kluczowe kompetencje w uczeniu się przez całe życie – Europejskie Ramy Kompetencji):

- **Kompetencje naukowe:** stosowanie rozumowania naukowego do analizy rzeczywistych danych.
- **Kompetencje cyfrowe:** korzystanie z narzędzi internetowych i programów komputerowych do prezentacji danych.
- **Krytyczne myślenie i świadomość kulturowa:** ocena wiarygodności danych oraz ograniczeń wyciąganych wniosków.

Metody nauczania

- **Metody podające:** krótkie wprowadzenia teoretyczne, prezentacja kierowana przez nauczyciela.
- **Metody problemowe:** grupowa analiza przykładowych

zbiorów danych, zadania interpretacyjne.

- **Metody praktyczne:** zbieranie danych, ćwiczenia w arkuszu kalkulacyjnym, tworzenie wizualizacji.
- **Metody interaktywne:** refleksja, dyskusja oraz wzajemna informacja zwrotna między uczniami.

Potrzebne materiały

- Wydrukowany lub cyfrowy formularz obserwacji (do zapisywania pomiarów)
- Miernik SQM lub detektor światła zaprogramowany w środowisku TUNIoT (zalecane)
- Komputery lub tablety z arkuszem kalkulacyjnym (Excel, Google Sheets, LibreOffice Calc)
- Dane dotyczące liczby plam słonecznych z serwisu SILSO
- Tabela skali Bortle'a
- Karta obserwacji (załącznik 31)
- Przykładowy plik wyjściowy z ThingSpeak: plik example.csv (załącznik 32)
- Karta pracy do analizy danych (załącznik 33)

Scenariusz warsztatu / lekcji

Czas trwania	Opis	Materiały
10 minut	Wprowadzenie: planowanie obserwacji Uczniowie rozpoczynają od zaplanowania sposobu prowadzenia pomiarów jasności nieba. Pracując w małych grupach, analizują	Karta obserwacji (załącznik 31)

	<p>działanie detektora światła zaprogramowanego podczas wcześniejszych zajęć i dyskutują, jak często należy wykonywać pomiary (np. co 1–5 minut) oraz jak długo powinny trwać obserwacje. Nauczyciel wyjaśnia pojęcie <i>interwału próbkowania</i> oraz znaczenie regularnych pomiarów dla wykrywania wzorców w danych środowiskowych. Uczniowie decydują również, jakie dodatkowe czynniki powinny być odnotowywane podczas obserwacji, np. faza Księżyca, zachmurzenie czy obecność pobliskich źródeł sztucznego światła. Każda grupa wypełnia Kartę obserwacji, określając częstotliwość pomiarów, czas trwania obserwacji i miejsce ich prowadzenia.</p>	
<p>20 minut</p>	<p>Przygotowanie i redukcja danych</p> <p>Uczniowie logują się do platformy ThingSpeak, do której ich detektor światła przesyłał wyniki pomiarów. Otwierają swój kanał i pobierają dane, wybierając opcję <i>Export</i> → <i>CSV file</i>. Nauczyciel wyjaśnia, że plik CSV (Comma Separated Values) przechowuje dane tekstowe, w których wartości w każdym wierszu są oddzielone przecinkami. Typowy zbiór danych może wyglądać następująco:</p> <pre>created_at,entry_id,field1 2026-03-10T19:32:15Z,1,312 2026-03-10T19:37:15Z,2,298 2026-03-10T19:42:15Z,3,287</pre> <p>Uczniowie otwierają plik w programie Excel lub innym arkuszu kalkulacyjnym. Zauważają, że dane zawierają kolumny takie jak <i>created_at</i>, <i>entry_id</i> oraz wartość pomiaru z czujnika</p>	<p>Karta pracy do analizy danych (załącznik 33)</p> <p>Film „Co się dzieje z medianą i średnią, gdy usuniemy ze zbioru danych najmniejszą wartość – przykład“:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=o457sXoJ5yA</p>

(*field*).

Po otwarciu pliku CSV wszystkie dane mogą znajdować się w jednej kolumnie, ponieważ poszczególne wartości są oddzielone przecinkami. Nauczyciel pokazuje, jak rozdzielić dane za pomocą funkcji *Dane* → *Tekst jako kolumny*, wybierając opcję *Rozdzielany* oraz separator *Przecinek*. Arkusz automatycznie podzieli dane na osobne kolumny.

Następnie uczniowie pozostawiają jedynie istotne kolumny: znacznik czasu (*created_at*) oraz pomiar jasności (*field*). Zmieniają nazwy kolumn na *Data i czas* oraz *Jasność nieba*. Sprawdzają dane pod kątem oczywistych błędów (np. bardzo wysokich wartości spowodowanych skierowaniem latarki na detektor) i usuwają nieprawidłowe wpisy. Aby wyjaśnić, dlaczego nietypowe wartości mogą zaburzać analizę danych, nauczyciel może zaprezentować film „Co się dzieje z medianą i średnią, gdy usuniemy ze zbioru danych najmniejszą wartość – przykład”, który omawia wpływ wartości odstających na wyniki analiz statystycznych.

Uczniowie porządkują dane chronologicznie. W razie potrzeby rozdzielają znacznik czasu na osobne kolumny *Data* i *Godzina*, ponownie korzystając z funkcji *Tekst jako kolumny*. Sprawdzają, czy odstępy między pomiarami są zgodne z założonym harmonogramem oraz czy detektor rejestrował dane z oczekiwaną częstotliwością. Na koniec omawiają możliwe przyczyny brakujących lub nieregularnych pomiarów.

15 minut	<p>Analiza danych</p> <p>Ucniowie wykonują podstawowe obliczenia statystyczne z wykorzystaniem funkcji arkusza kalkulacyjnego. Obliczają: średnią jasność, wartość minimalną, wartość maksymalną oraz opcjonalnie odchylenie standardowe. Nauczyciel demonstruje działanie funkcji takich jak =ŚREDNIA(), =MIN() i =MAX(). Ucniowie interpretują otrzymane wyniki i dyskutują, co wartości te mówią o jasności nieba podczas okresu obserwacji.</p> <p>Ucniowie tworzą wykres liniowy przedstawiający zależność Jasność nieba vs Czas w programie Excel lub Google Sheets. Oznaczają osie i dodają tytuł wykresu. Nauczyciel wyjaśnia, w jaki sposób wykresy liniowe pomagają ujawniać wzorce czasowe. Ucniowie analizują krzywą jasności i identyfikują okresy szybkich oraz wolnych zmian jasności.</p>	
15 minut	<p>Identyfikacja faz zmierzchu</p> <p>Ucniowie wykorzystują wykres jasności nieba do oszacowania momentów przejścia pomiędzy zmierzchem cywilnym, żeglarskim i astronomicznym. Nauczyciel wyjaśnia, że fazy zmierzchu odpowiadają określonym wysokościami Słońca poniżej horyzontu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6° – koniec zmierzchu cywilnego • 12° – koniec zmierzchu żeglarskiego • 18° – koniec zmierzchu astronomicznego <p>Ucniowie analizują swój wykres, aby określić, kiedy prawdopodobnie wystąpiły te przejścia.</p> <p>Najpierw ucniowie badają nachylenie krzywej jasności, które pokazuje, jak szybko niebo</p>	timeanddate.com

ciemnieje po zachodzie Słońca. Zmierzch zwykle przebiega w trzech etapach. Podczas zmierzchu cywilnego jasność spada bardzo szybko, a niebo pozostaje jeszcze stosunkowo jasne, co na wykresie widoczne jest jako strome opadanie krzywej. W czasie zmierzchu żeglarskiego niebo nadal ciemnieje, ale wolniej, dlatego nachylenie krzywej staje się mniej strome. Podczas zmierzchu astronomicznego jasność zmienia się już tylko nieznacznie, a krzywa staje się niemal płaska. Po zakończeniu tej fazy wykres zazwyczaj pokazuje stabilnie niską jasność, co oznacza wystąpienie pełnych warunków nocnych.

Uczniowie zaznaczają na swoich wykresach trzy punkty, w których nachylenie krzywej wyraźnie się zmienia:

- przejście od szybkiego ciemnienia do wolniejszego ciemnienia (przybliżony koniec zmierzchu cywilnego),
- przejście od umiarkowanego ciemnienia do bardzo powolnych zmian (przybliżony koniec zmierzchu żeglarskiego),
- moment, w którym jasność staje się niemal stała (przybliżony koniec zmierzchu astronomicznego).

Aby zweryfikować swoje oszacowania, uczniowie porównują wyniki obserwacji z danymi astronomicznymi dostępnymi na stronie timeanddate.com. Otwierają stronę internetową i wpisują nazwę swojego miasta, aby przejść do strony lokalizacji. Następnie wybierają kolejno:

Sun, Moon & Space → Night Sky → Sun & Moon Today → Night, Twilight, and Daylight Times.

Na tej stronie znajduje się tabela

przedstawiająca godziny, o których Słońce osiąga kluczowe wysokości odpowiadające końcowi zmierzchu cywilnego, żeglarskiego i astronomicznego.

Uczniowie porównują te wyliczone godziny z punktami na wykresie jasności, w których zmienia się nachylenie krzywej. Takie porównanie pomaga zrozumieć, w jaki sposób dane obserwacyjne odpowiadają obliczeniom astronomicznym.

Dla bardziej zaawansowanych uczniów nauczyciel może wprowadzić podejście ilościowe polegające na obliczaniu zmiany jasności pomiędzy kolejnymi pomiarami w arkuszu kalkulacyjnym:

$$\text{zmiana jasności} = \text{jasność}(n) - \text{jasność}(n-1)$$

Duże wartości zmian wskazują na szybkie ciemnienie charakterystyczne dla zmierzchu cywilnego, natomiast bardzo małe zmiany oznaczają stabilne warunki nocne po zakończeniu zmierzchu astronomicznego.

Prosta zasada interpretacji wykresu:

- Zmierzch cywilny → gwałtowny spadek jasności,
- Zmierzch żeglarski → umiarkowany spadek jasności,
- Zmierzch astronomiczny → niemal płaska krzywa.

10 minut

Rozpoznawanie wzorców na krzywych jasności

Uczniowie analizują swoje wykresy i identyfikują wzorce spowodowane czynnikami środowiskowymi. Nauczyciel przedstawia typowe przykłady: nagłe skoki jasności

	<p>wywołane przez sztuczne źródła światła, stopniowe wzrosty jasności związane ze wschodem Księżyca, duże wahania spowodowane przez chmury odbijające światło miejskie oraz niewielkie naturalne zmiany, które mogą być związane z poświatą nocnego nieba. Uczniowie nanoszą adnotacje na swoje wykresy i wyjaśniają zaobserwowane wzorce.</p>	
20 minut	<p>Wpływ aktywności słonecznej</p> <p>Uczniowie pobierają dzienne wartości liczby plam słonecznych z bazy danych SILSO i dodają je do swojego zbioru danych:</p> <p><i>Daily Estimated Sunspot Number -> CSV</i></p> <p>Ponieważ pomiary jasności nieba są wykonywane co 5 minut (lub w podobnych odstępach czasu), natomiast liczba plam słonecznych jest raportowana raz dziennie, uczniowie muszą najpierw zagregować pomiary jasności do średnich dziennych, aby możliwe było ich sensowne porównanie.</p> <p><u>Krok 1 – Agregacja jasności</u></p> <p>Upewnij się, że Twój zbiór danych zawiera co najmniej dwie kolumny: <i>Data i czas</i> oraz <i>Jasność</i>.</p> <p>Jeżeli znacznik czasu zawiera zarówno datę, jak i godzinę, utwórz kolumnę <i>Data</i>, wyodrębniając część zawierającą datę. Dla znaczników czasu zapisanych tekstowo, np. YYYY-MM-DD HH:MM, użyj formuły:</p>	<p>https://www.sidc.be/SILSO/datafiles</p>

=DATA.WARTOŚĆ(LEWY(A2;10))

Formuła ta przekształca pierwsze 10 znaków znacznika czasu w prawidłową datę programu Excel.

Zaznacz dane i wybierz:

Wstaw → *Tabela przestawna*

Przeciągnij kolumnę *Data* do obszaru *Wiersze*.

Przeciągnij kolumnę *Jasność* do obszaru *Wartości* i w ustawieniach pola wartości wybierz *Średnia*.

Tabela przestawna pokazuje teraz średnią dzienną jasność dla każdego dnia.

Krok 2 – Przetwarzanie danych SILSO w formacie CSV

Plik danych SILSO (EISN_current.csv) jest udostępniany w formacie CSV:

Kolumna	Opis
1	Rok gregoriański
2	Miesiąc gregoriański
3	Dzień gregoriański
4	Data dziesiętna
5	Szacowana liczba plam słonecznych
6	Szacowane odchylenie standardowe
7	Liczba stacji wykorzystanych do obliczeń
8	Liczba dostępnych stacji

Instrukcja przygotowania zbioru danych o plamach słonecznych do porównania:

Otwórz plik CSV w programie Excel (lub

podobnie).

Jeżeli wszystkie dane pojawią się w jednej kolumnie, rozdziel je na osobne kolumny za pomocą funkcji: *Dane* → *Tekst jako kolumny* → *Rozdzielany* → *Przecinek*, tak samo jak wcześniej w przypadku pliku CSV z pomiarami jasności.

Zachowaj tylko istotne kolumny.

Pozostaw kolumny: Rok (1), Miesiąc (2), Dzień (3) oraz Szacowana liczba plam słonecznych (5). Usuń pozostałe kolumny, aby uprościć zbiór danych.

Przekształć rok, miesiąc i dzień w pojedynczą datę programu Excel. W nowej kolumnie użyj formuły:

=DATA(A2,B2,C2) gdzie:

A2 = Rok, B2 = Miesiąc, C2 = Dzień.

Program Excel utworzy datę w swoim wewnętrznym formacie liczbowym (np. 45959).

Zmień format komórki na *Ogólne*, aby upewnić się, że data jest przechowywana jako liczba, zgodna z formatem dat zagregowanych pomiarów jasności.

Upewnij się, że dane są zgodne z danymi o jasności.

Daty średnich dziennych wartości jasności również muszą być zapisane w postaci liczbowych dat programu Excel.

Step 3 – Połączenie zbiorów danych

Dodaj liczby plam słonecznych.

Skopiuj dzienne wartości liczby plam słonecznych z przetworzonego pliku SILSO CSV obok średnich dziennych wartości jasności znajdujących się w tabeli przestawnej.

Upewnij się, że daty są prawidłowo dopasowane.

Ponieważ oba zbiory danych wykorzystują teraz liczbowy format dat programu Excel, każdej średniej dziennej jasności odpowiada właściwa wartość liczby plam słonecznych.

Krok 4 – Utworzenie wykresu rozrzutu i obliczenie korelacji

Wstaw wykres rozrzutu:

- oś X: liczba plam słonecznych,
- oś Y: średnia dzienna jasność nieba.

Oblicz współczynnik korelacji Pearsona.

Użyj formuły programu Excel:

=WSP.KORELACJI(zakres_liczb_plam_słonecznych;zakres_średnich_dziennych_jasności)

Interpretacja współczynnika korelacji (r):

Wartość r	Siła korelacji
0.0 – 0.2	Bardzo słaba / zaniedbywalna
0.2 – 0.4	Słaba
0.4 – 0.6	Średnia
0.6 – 0.8	Silna

	<p>0.8 – 1.0 Bardzo silna</p> <p>Negatywne wartości Odwrotna korelacja (wyższe X → niższe Y)</p> <p>Dodatnia wartość r oznacza, że większa liczba plam słonecznych jest związana z większą jasnością nieba, natomiast ujemna wartość r wskazuje zależność przeciwną.</p> <p><u>Krok 5 – Analiza i dyskusja</u></p> <p>Uczniowie oceniają, czy wyższa aktywność słoneczna odpowiada większej lub mniejszej jasności nieba.</p> <p>Omów potencjalne źródła zmienności:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zachmurzenie lub warunki pogodowe, • lokalne zanieczyszczenie światłem, • błędy pomiarowe lub wartości odstające w danych. 	
15 minut	<p>Porównawcza wizualizacja danych</p> <p>Uczniowie porównują pomiary jasności wykonane podczas różnych nocy lub przez różne grupy. Tworzą wykres porównawczy (na przykład wykres liniowy przedstawiający dwie noce obserwacyjne lub dwie lokalizacje). Następnie omawiają różnice wynikające z zachmurzenia, fazy Księżyca lub obecności lokalnych sztucznych źródeł światła.</p>	
10 minut	<p>Refleksja i interpretacja naukowa</p> <p>Uczniowie podsumowują wyniki przeprowadzonego badania. Dyskutują, które</p>	

czynniki miały największy wpływ na jasność nieba oraz czy zaobserwowano jakąkolwiek korelację pomiędzy aktywnością słoneczną a jasnością nocnego nieba. Nauczyciel podkreśla znaczenie długoterminowych pomiarów oraz starannej interpretacji danych obserwacyjnych.	
--	--

Pytania do refleksji

- Jakie wzorce lub trendy zauważyłeś/-aś podczas analizy danych w arkuszu kalkulacyjnym?
- W jaki sposób uporządkowanie danych w tabelach lub przedstawienie ich na wykresach pomogło Ci zrozumieć wyniki?
- Czy któryś z uzyskanych wyników był zaskakujący lub różnił się od Twoich oczekiwań?
- W jaki sposób podobne pomiary mogą być wykorzystywane przez naukowców do monitorowania zmian zachodzących w środowisku?
- Jakie umiejętności rozwinąłeś/-aś podczas tego zadania (np. wykonywanie pomiarów, analiza danych, wizualizacja danych)?
- Jakie dodatkowe pytania badawcze lub dalsze analizy można byłoby przeprowadzić na podstawie uzyskanych wyników?

Kahoot Quiz

1. Która jednostka jest najczęściej używana do pomiaru natężenia oświetlenia (światła docierającego do powierzchni)?

- A. Lumen
- B. Kandela
- C. Luks
- D. Wat

Poprawnie: C.

2. Co oznacza wyższa wartość luksów?

- A. Niższe natężenie światła
- B. Wyższe natężenie światła na powierzchni
- C. Wyższą temperaturę źródła światła
- D. Dłuższą długość fali światła

Poprawnie: B

3. Który czynnik może najsilniej zniekształcać nocne pomiary światła na zewnątrz?

- A. Faza Księżyca
- B. Liczba drzew w pobliżu
- C. Temperatura powietrza
- D. Wysokość obserwatora nad poziomem morza

Poprawnie: A

4. 6. Czym jest wartość odstająca?

- A. Średnia wartość zbioru danych
- B. Wartość znacząco różniąca się od pozostałych
- C. Najmniejszy pomiar
- D. Najczęściej występująca wartość

Poprawnie: B

5. Która wartość statystyczna reprezentuje wartość centralną uporządkowanego zbioru danych?

- A. Zakres
- B. Mediana
- C. Maksimum
- D. Odchylenie

Poprawnie: B

6. Przy jakiej wysokości Słońca kończy się zmierzch astronomiczny?

- A. -6° poniżej horyzontu
- B. -12° poniżej horyzontu
- C. -18° poniżej horyzontu
- D. -24° poniżej horyzontu

Poprawnie: C

7. Co zwykle oznacza wysoka liczba plam słonecznych?

- A. Niższą aktywność słoneczną
- B. Wyższą aktywność słoneczną
- C. Niższą temperaturę Słońca
- D. Mniejszą średnicę Słońca

Poprawnie: B

8. Czym jest poświata atmosferyczna?

- A. Światło odbite od Księżyca
- B. Słaba naturalna emisja światła z górnych warstw atmosfery Ziemi
- C. Światło wytwarzane przez satelity
- D. Promieniowanie od odległych galaktyk

Poprawnie: B

9. Co mierzy współczynnik korelacji Pearsona (r) na wykresie korelacji?

- A. Liczbę pomiarów w zbiorze danych
- B. Siłę i kierunek liniowej zależności między dwiema zmiennymi
- C. Średnią wartość zbioru danych
- D. Różnicę między dwoma pomiarami

Poprawnie: B

10. Co oznacza współczynnik Pearsona bliski 0?

- A. Doskonałą dodatnią korelację
- B. Silną ujemną korelację
- C. Brak istotnej liniowej korelacji
- D. Identyczne wartości w zbiorze danych

Poprawnie: C

Dodatkowe materiały

- Przykłady wizualizacji danych: <https://datavizcatalogue.com>
- Materiały edukacyjne NASA o Słońcu, aktywności słonecznej i ziemskiej atmosferze: <https://science.nasa.gov/sun>
- Tutoriale Excel / Google Sheets: <https://edu.gcfglobal.org/en/excel>
- Stellarium – darmowe planetarium: <https://stellarium.org>

Autorka: Agnieszka Mirocha, Fundacja Antares

Projekt “Zgaśmy światło” (2024-2-PL01-KA220-YOU-000278243): 01.06.2025 – 31.07.2027

Sfinansowane ze środków UE. Wyrażone poglądy i opinie są jedynie opiniami autora lub autorów i niekoniecznie odzwierciedlają poglądy i opinie Unii Europejskiej lub Europejskiej Agencji Wykonawczej ds. Edukacji i Kultury (EACEA). Unia Europejska ani EACEA nie ponoszą za nie odpowiedzialności.



**Współfinansowane przez
Unię Europejską**