



## Co to jest zanieczyszczenie światłem?



**Szkoła Podstawowa  
Klasy IV - VI  
Doświadczenie konkursowe 1**

**Rok 2024**

## 1. Wstęp teoretyczny

**Zanieczyszczenie świetlne** to zbyt duża ilość oświetlenia nocnego, którego źródłem są różne rodzaje sztucznych światła. Pojęcie to powstało w latach 70. XX wieku, czyli ponad 40 lat temu! Właśnie wtedy ludzie zaczęli powoli rozumieć, jakie mogą być skutki nadmiernego rozświetlenia nieba. Obecnie wiemy już, że zanieczyszczenie światłem ma negatywny wpływ na rośliny i zwierzęta. Niepotrzebne nocne oświetlenie zakłóca aktywność zwierząt takich jak nietoperze, sowy czy jeże, utrudniając im sen, polowanie i nawigację. Sztuczne światło wpływa też na wzrost roślin, zakłóca ich rytm pór roku i zdolność wyczuwania i reagowania na naturalne światło. Co więcej, nadmiar nocnych światła zakłóca tzw. rytm dobowy ludzi, powodując zaburzenia snu. Być może słyszeliście kiedyś, że niebieskie światło ekranów telefonów i komputerów przyczynia się do problemów z zaśnięciem – to właśnie jeden z tych efektów.

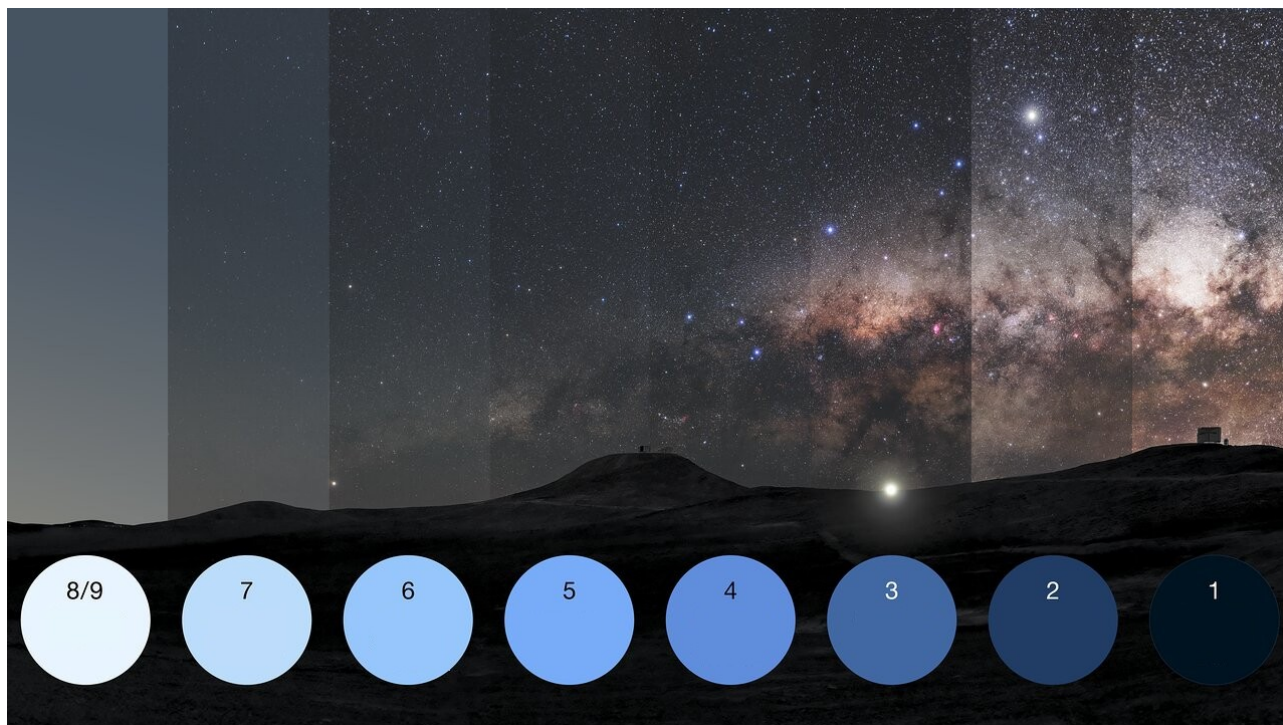
Zanieczyszczenie światłem wpływa również na nocne niebo. Jasność nieba spowodowana nadmiernym oświetleniem miejskim utrudnia obserwacje astronomiczne. Przystają by widoczne słabsze gwiazdy i inne obiekty kosmiczne, co utrudnia pracę zarówno profesjonalnym astronomom, jak i amatorom lubiącym popatrzeć w niebo.



Rysunek 1. Po lewej: zdjęcie gwiazdozbioru Oriona wykonane w miejscu, gdzie zanieczyszczenie światłem jest bardzo małe. Po prawej: ten sam gwiazdozbiór sfotografowany ponad wielkim miastem. Źródło: Jeremy Stanley

Zanieczyszczenie światłem jest największe w obszarach dużych miast. Ma wiele przyczyn. W jego skład wchodzi między innymi rozświetlenie nieba przez światło rozproszone w atmosferze, oświetlenie miasta poza miejscami do tego przeznaczonymi, niepotrzebne lub nadmierne oświetlenie ulic, czy świecące reklamy neonowe. Do mierzenia wielkości zanieczyszczenia nocnego

nieba wykorzystuje się między innymi **skale Bortle’a**. Można dzięki niej określić, do której z 9 „klas” czystości nieba (czyli braku zanieczyszczenia światłem) należy niebo w miejscu, w którym je aktualnie obserwujemy. Każda z tych klas mówi o tym, jakie obiekty na niebie można dostrzec.



Rysunek 2. Reprezentacja skali Bortle’a i widoczności nieba przy danej klasie jego „czystości”.  
Źródło: ESO/P. Horálek, M. Wallner

### Uproszczony opis klas w skali Bortle’a<sup>1</sup>

**Klasa 1. Nadzwyczajnie ciemne niebo.** Widoczne jest dobrze światło zodiakalne<sup>2</sup>, przy czym nie widać dokładnie obiektów znajdujących się na powierzchni Ziemi. Najjaśniejsze obszary widocznego na niebie pasa naszej Galaktyki, czyli Drogi Mlecznej, rzucają wyraźne cienie na ziemię. Widzimy nawet najślabsze widoczne gołym okiem gwiazdy – ogromne ich ilości! Niebo takie występuje w ciemnych okolicach okołorównikowych.

**Klasa 2. Typowe ciemne niebo.** Chmury są widoczne jako ciemne plamy na tle gwiazd. Wyraźnie jest widoczna struktura Drogi Mlecznej oraz liczne, bardzo słabo świecące gwiazdy. Ziemskie otoczenie jest słabo widoczne w postaci zarysów na tle nieba. W Polsce warunki takie występują m. in. w niektórych miejscach w Bieszczadach.

**Klasa 3. Niebo wiejskie.** Horyzont jest wyraźnie jaśniejszy od zenitu (czyli punktu na niebie

<sup>1</sup> Na podstawie: <https://lightpollution.pk.edu.pl/SOCN/metody.php>

<sup>2</sup> Światło zodiakalne to słaba poświata, która może być widoczna na nocnym niebie jako pas przebiegający wzdłuż ekliptyki (pozornej drogi Słońca po niebie), w pobliżu Słońca. Najlepsze warunki do jej obserwacji mają miejsce wiosną po zachodzie Słońca i jesienią przed wschodem Słońca.



położonego najwyżej nad naszymi głowami)<sup>3</sup> – Rysunek 3. Światło zodiakalne bywa wyraźnie widoczne na wiosnę i jesienią. Wciąż widzimy mnóstwo gwiazd i bardzo słabo widzimy bliskie otoczenie. Niebo tej klasy można znaleźć na terenach wiejskich, czyli zwykle w odległości kilkudziesięciu kilometrów od wielkich miast.

**Klasa 4. Niebo obszarów przejściowych, czyli na granicy między wsią a przedmieściami.** Nad horyzontem widoczne są łuny pochodzące od pobliskich miast. Droga Mleczna jest słabo widoczna, widać znacznie mniej gwiazd, a nasze ziemskie otoczenie jest już wyraźnie widoczne. W okolicy Krakowa do tej klasy można zaliczyć np. niebo w odległych od niego o 22 km Jerzmanowicach.

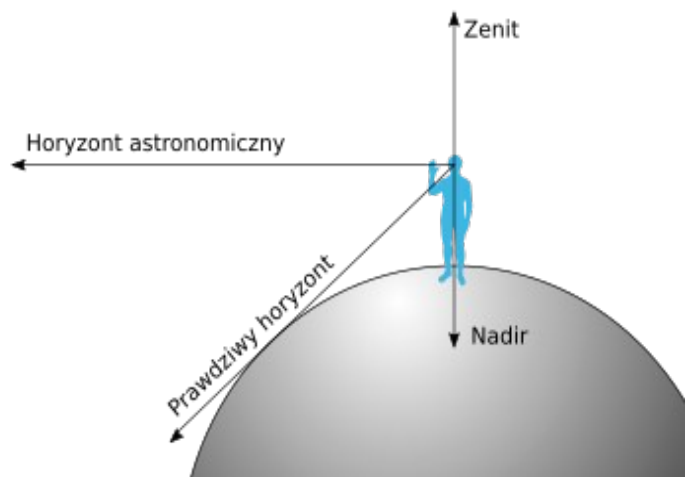
**Klasa 5. Niebo podmiejskie.** Światło zodiakalne widoczne jest tylko częściowo w najciemniejsze noce, wiosną i jesienią. Droga Mleczna widoczna jest bardzo niewyraźnie i tylko wysoko nad horyzontem. Źródła sztucznego światła widoczne są we wszystkich kierunkach, podobnie szczegóły obiektów na Ziemi. Widać nadal sporo gwiazd.

**Klasa 6. Jasne niebo podmiejskie.** Światło zodiakalne nie jest widoczne, Droga Mleczna może być jedynie częściowo widoczna w pobliżu zenitu. Niebo nad horyzontem jest szaro-białe. Widać znacznie mniej gwiazd.

**Klasa 7. Niebo obszarów przejściowych: na granicy między miastem a przedmieściami.** Całe niebo ma szaro-biały odcień. Silne źródła światła są widoczne we wszystkich kierunkach. Obłoki są jasno oświetlone. Widać niewiele gwiazd.

**Klasa 8. Niebo miejskie.** Niebo świeci światłem białym lub pomarańczowym, można w nocy czytać przy nim tytuły artykułów w gazetach i inne duże napisy. Widać tylko najjaśniejsze z gwiazd, przez co większość gwiazdozbiorów jest nierozpoznawalna. Warunki te spełnia obecnie większość osiedli mieszkaniowych w dużych metropoliach.

**Klasa 9. Niebo w centrach miast.** Całe niebo jest jasno rozświetlone, nawet to w zenicie. Z obiektów na niebie widoczne są tylko Księżyc, najjaśniejsze planety (Jowisz, Saturn, Wenus) i najjaśniejsze z najjaśniejszych gwiazdy. Warunki takie są np. w centrum Warszawy lub Krakowa.



Rysunek 3. Zenit – punkt położony najwyżej na niebie nad naszymi głowami.

Źródło: Wikipedia / [DTR](#) - Praca własna / Wikiman 1m80.svg and [Horizons.svg](#)

<sup>3</sup> Więcej o zenicie: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Zenit\\_\(astronomia\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Zenit_(astronomia))



Rysunek 4. Światło zodiakalne sfotografowane nad Laguna Verde w Chile.  
Źródło: [Manel Soria / http://apod.pl/apod/ap091029.html](http://apod.pl/apod/ap091029.html)

Jednym z głównych powodów silnego zanieczyszczenia światłem w miastach jest nieprawidłowe oświetlenie miejskie. Na rysunku 5 przedstawiono lepsze, średnie, gorsze i najgorsze przykłady lamp (latarni) ulicznych. Ze schematu wynika, że lampy nie powinny świecić w niebo (jak na przykład ładne, ale silnie zanieczyszczające światłem ozdobne lampy - kule), a ich światło należy maksymalnie kierować w stronę tych obszarów, gdzie faktycznie oświetlenie jest potrzebne: a zatem na powierzchnię ulic, chodników, skwerów i placów. Czy w swojej okolicy (mieście, wsi, dzielnicy, ulicy) możesz podać przykłady prawidłowego i nieprawidłowego oświetlenia?



Rysunek 5. Przykłady prawidłowego i nieprawidłowego oświetlenia miejskiego.

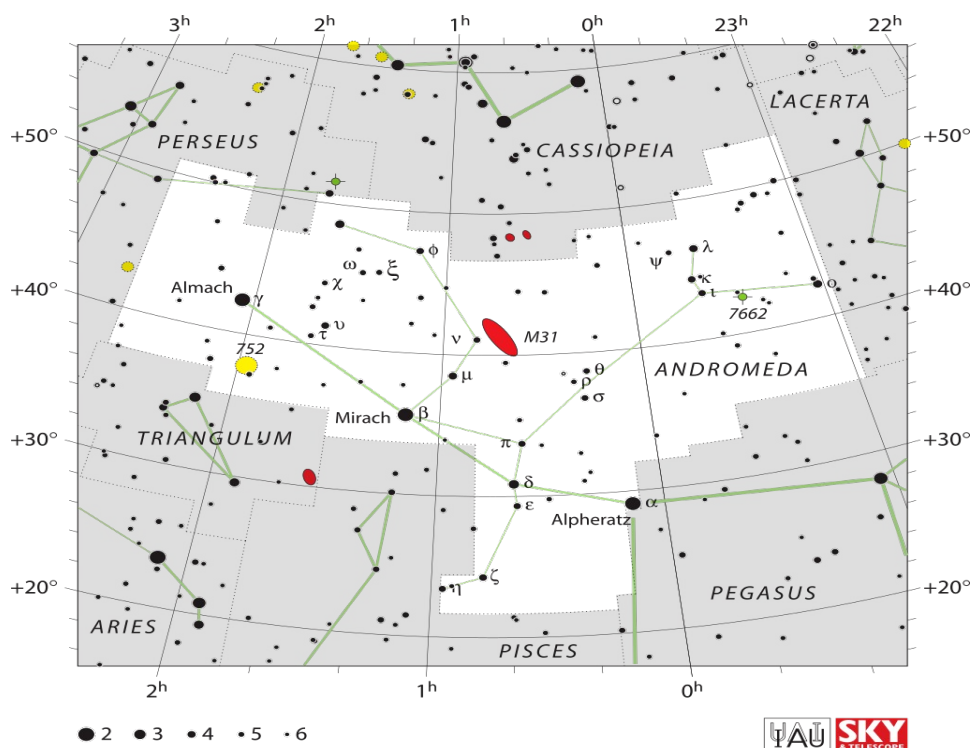
## 2. Cel doświadczenia

Celem doświadczenia jest zapoznanie się z problemem zanieczyszczenia światłem oraz ocena nasilenia tego zjawiska w miejscu przeprowadzanych obserwacji, czyli w najbliższym otoczeniu ucznia: domu, szkole, ulicy. Uczniowie poznają skutki zanieczyszczenia świetlnego ważne dla nich samych, a także jego wpływ na przyrodę i badania z zakresu astronomii.

## 3. Opis wykonania doświadczenia

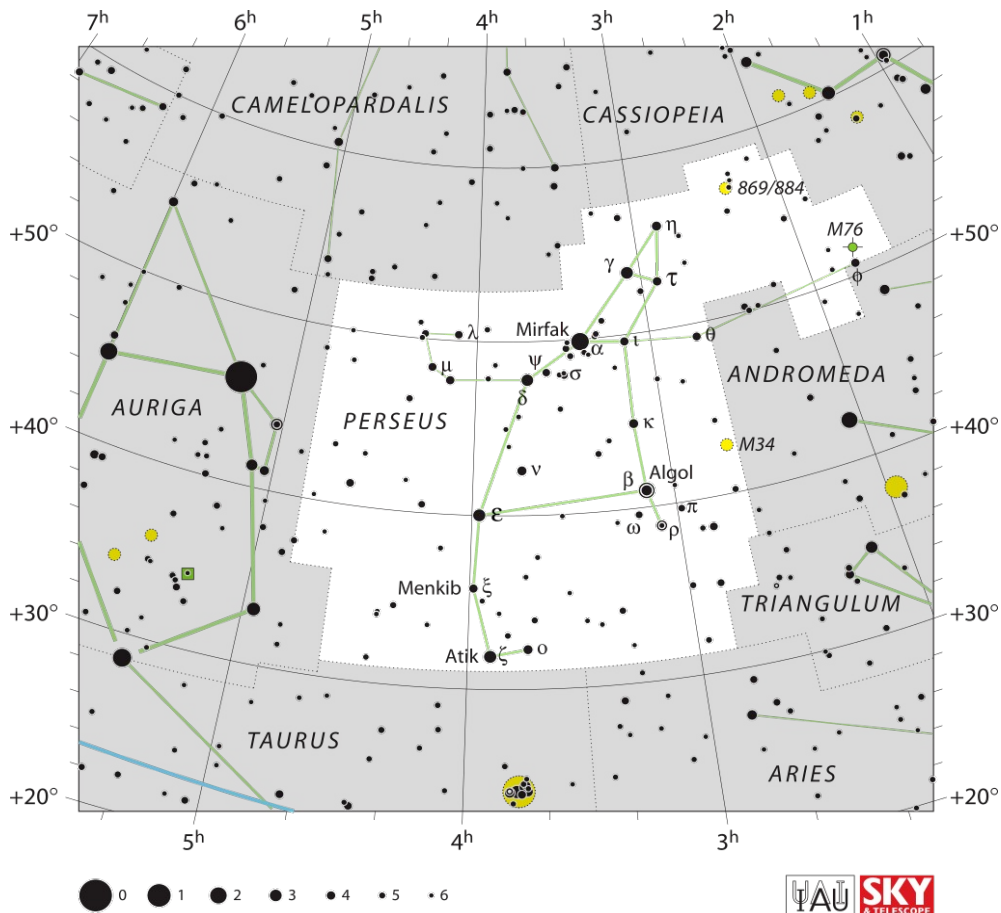
1. Wejdź na stronę <https://puzzlefactory.pl/pl/puzzle/graj/edukacja/602680-nocne-niebo-w-skali-bortle-a-klasy-jasno%C5%9Bci#8x6> i ułóż znajdujące się na niej internetowe puzzle obrazujące różne stopnie zanieczyszczenia nieba światłem. Jeśli masz z tym problem, możesz wspomóc się opcją „Wskazówka”, widoczną na niebieskim pasku powyżej puzzli, po lewej stronie. Spójrz na ułożone puzzle. Czy układanie puzzli było trudne? Zastanów się, które fragmenty nieba były najtrudniejsze do ułożenia – te z niebem klas 1, 2 i 3, czy dla klas 8, 9? Dlaczego tak było?

2. Wybierz bezchmurną noc na obserwacje. Spróbuj odnaleźć na niebie dwa gwiazdozbiory – **Andromedę** oraz **Perseusza** (łac. *Perseus*). Są to jedne z dobrze widocznych gwiazdozbiorów jesiennego nieba. Aby ustalić, o której godzinie i w którym kierunku najlepiej obserwować, przydatna może okazać się np. darmowa aplikacja Stellarium (<https://stellarium.org/pl/>), dostępna zarówno w wersji instalowanej, jak i przeglądarkowej. Na jednej z następujących stron umieszczono zrzut ekranu z tego programu, ukazujący niebo widoczne nad Warszawą około godz. 21:00 na początku listopada z oznaczonymi gwiazdozbiorami. Z kolei poniżej znajdują się schematyczne ilustracje linii łączących poszczególne gwiazdy oraz granic gwiazdozbiorów Andromedy i Perseusza.



Rysunek 6. Gwiazdozbiór Andromedy z zaznaczoną galaktyką M31.

Źródło: IAU / Sky & Telescope



Rysunek 7. Gwiazdozbiór Perseusza. Źródło: IAU / Sky & Telescope

3. Ile jasnych gwiazd na powyższych mapach, a ile w aplikacji Stellarium widzisz w gwiazdozbiórach Andromedy i Perseusza? Zanotuj następnie, ile z nich widzisz Ty, obserwując te konstelacje na prawdziwym nocnym niebie.

4. Za pomocą strony [www.lightpollutionmap.info/](http://www.lightpollutionmap.info/) sprawdź, jakiej klasy Bortle'a niebo występuje w Twojej okolicy (miejscu, skąd obserwujesz Andromedę i Perseusza).

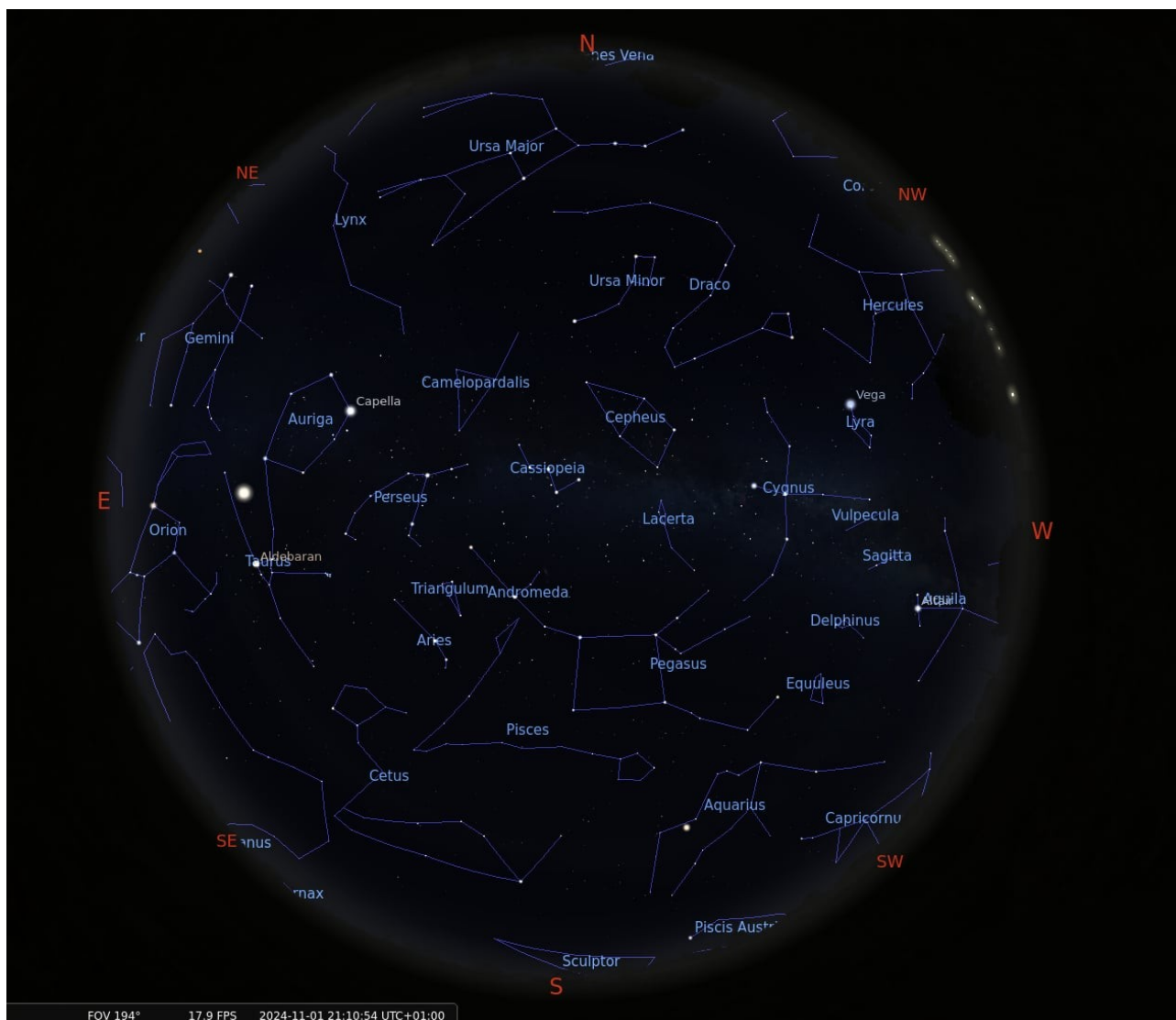
5. Galaktyka M31 w gwiazdozbiorze Andromedy znajduje się w odległości około 2,5 miliona lat świetlnych od Ziemi. To także największa i najjaśniejsza galaktyka możliwa do zobaczenia na niebie ponad półkulą północną – widać ją już przez niewielką lornetkę. Możesz ją też dostrzec bez żadnego przyrządu optycznego, ale tylko wtedy, gdy niebo nie jest silnie zanieczyszczone światłem, czyli najczęściej powyżej klasy 5 lub 6. Możliwość jej obserwacji zależy jednak też od Twojego wzroku. Czy jej widoczność (lub niewidoczność) mniej więcej pokrywa się z wyznaczoną w punkcie 4 klasą w skali Bortle'a?

5. Opisz oświetlenie w miejscu Twoich obserwacji. Co można tam zmienić, aby obserwacje astronomiczne były łatwiejsze, a zanieczyszczenie światłem zmniejszyło się? Zastanów się, jak te zmiany mogłyby też wpłynąć na rośliny, zwierzęta i komfort oraz zdrowie ludzi.



Wskazówka: więcej informacji na temat skutków zanieczyszczenia światłem znajdziesz m.in. pod tymi adresami:

<https://ciemnieniebo.pl/mapy-sztucznego-swiatla>  
<https://www.urania.edu.pl/ciemne-niebo/zanieczyszczenie-swietlne-wplyw-srodowisko-spoleczo-przyrodnicze.html>



Rysunek 8. Przykładowe okno programu Stellarium, przedstawiające nocne jesienne niebo nad Warszawą.  
Źródło: Stellarium.org

6. Obejrzyj film z serii [Astronarium – „Ochrona ciemnego nieba”](#), by zapamiętać i usystematyzować informacje zdobyte w tym doświadczeniu. Link do filmu: <https://www.youtube.com/watch?v=zicrM7JRuME>





Ochrona ciemnego nieba - Astronarium odc. 85



Astronarium  
178 tys. subskrybentów



Subskrybujesz

1,3 tys.



Udostępnij

Klip

Zapisz



Miejsce na Twoje notatki