

Jaka będzie jutro pogoda ?

Elżbieta Kuligowska

Projekt edukacyjny z fizyki przygotowany w ramach programu
ERASMUS+ nr: 2015-1-PLO1-KA201-016801



Publikacja objęta międzynarodową licencją otwartą CC-BY-SA 4.0 umożliwiającą kopiowanie, rozpowszechnianie, remiksowanie, zmienianie i ulepszanie, również w celach komercyjnych, pod warunkiem oznaczenia autorstwa i udostępniania utworów zależnych na tych samych warunkach.



Publikacja została zrealizowana przy wsparciu finansowym Komisji Europejskiej w ramach programu Erasmus+. Publikacja odzwierciedla jedynie stanowisko jej autorów i Komisja Europejska nie ponosi odpowiedzialności za zamieszczoną w niej zawartość merytoryczną



Erasmus+

OPIS IDEI PROJEKTU

Jak samodzielnie przewidzieć pogodę i uchronić się przed jej skutkami? W jaki sposób meteorolodzy mający dostęp do danych satelitarnych odróżniają chmury burzowe od deszczowych, a śnieg od wysokich, jasnych chmur? Celem ćwiczenia jest zaznajomienie uczniów szkoły średniej z praktycznym wykorzystaniem satelitów meteorologicznych i zbieranych przez nie danych. Jednocześnie proponowane zajęcia mają w zamierzeniu pokazanie na kilku przykładach, że technologie kosmiczne są dosłownie na wyciągnięcie ręki (aktualne dane satelitarne można znaleźć w Internecie) i mają konkretną, wymierną użyteczność - na przykład w tak dobrze znanym z życia codziennego procesie jak prognozowanie pogody.

Uczniowie powinni pracować w grupach, przy czym wskazane są grupy nie większe niż 4 i nie mniejsze niż 3 osoby. Jednym z sugerowanych rozwiązań z zakresu podziału na grupy jest prosty podział na ławki (cztery osoby siedzące w dwóch sąsiadujących ze sobą ławkach łączą stoliki i siadają twarzami do siebie). Podział taki ma następujące zalety: dokonywany jest szybko, daje szansę na pracę w obrębie grup złożonych z osób skłonnych do współpracy ze sobą (lub przynajmniej tolerujących swą bliską obecność), oraz daje szansę w przybliżeniu losowego podziału w zakresie kompetencji i wiedzy uczniów. W przypadku gdy sąsiadujące ławki zajęte są na przykład przez cztery osoby wykazujące ten sam poziom łatwości w przeprowadzaniu obliczeń czy też bardzo zbliżone zainteresowania i umiejętności - nauczyciel ma możliwość dokonania własnych poprawek w podziale na grupy zgodnie z zaobserwowanym poziomem wiedzy uczniów.

Ćwiczenie ma również na celu rozwój szeroko pojętych kompetencji miękkich z zakresu prowadzenia dyskusji, decydowania, wspólnego rozwiązywania problemów złożonych. W każdej grupie wszyscy jej członkowie mają tę samą rangę, a ewentualne różnice zdań co do kolejnych kroków pracy powinny być rozstrzygane przez nauczyciela lub na drodze głosowania. Duży nacisk położony jest na to, by uczniowie w miarę możliwości sami podzielili między sobą wykonywanie różnych czynności w ramach ćwiczenia. Czynności te to typowo: wyszukiwanie danych w sieci, obliczenia matematyczne i ich kontrola przez drugą osobę, obróbka danych cyfrowych, analiza map, prezentacja wyników pracy. Warto, by nie było osób zajmujących się jedną tylko wybraną czynnością przez cały okres trwania zajęć - sugeruje się raczej, by po zakończeniu wykonywania pierwszej części ćwiczenia nauczyciel ogłosił rotację i nowy podział obowiązków w obrębie grupy (przykładowo - osoba dotąd odpowiedzialna za liczenie prezentuje teraz dane przed klasą lub zajmuje się ich wyszukiwaniem).

Zajęcia podzielone są na trzy etapy, z których każdy zajmuje nie mniej niż pół godziny lekcyjnej. W pierwszym nauczyciel wprowadza uczniów w temat teledetekcji satelitarnej, wykorzystując m.in. filmy YT i przygotowane przez autora projektu prezentacje multimedialne. Zadaniem uczniów w grupie jest wybranie najbardziej adekwatnego typu satelity do rozwiązania konkretnego problemu (przykładowo - odbioru danych pogodowych "szybkich", wykonywanych co 15 minut w świetle widzialnym, ale pozbawionych szczegółów dawanych także przez obserwacje na różnych zakresach fal, lub odbioru danych dokładniejszych lub wielobarwnych (multispektralnych) z okrążających Ziemię z pewnym okresem satelitów polarnych. Na tym etapie uczniowie pracujący w grupach mogą korzystać z urządzeń mobilnych i komputerów łączących się z siecią. Ich zadaniem, poza wyborem danego satelity bądź określeniem parametrów idealnego ich zdaniem satelity dla zadanego problemu, jest także wypełnienie karty pracy, w tym udzielenie odpowiedzi na zawarte w niej, konkretne pytania - również obliczeniowe. Obliczana (lub szacowana) jest na przykład wysokość wybranego satelity nad Ziemią oraz jego prędkość orbitalna. Za pomocą dostarczonych przez nauczyciela wzorów i zależności uczniowie próbują wyznaczyć jego okres i pozycję na niebie, a następnie porównują ją z pozycją otrzymaną na bazie dostępnych w Internecie katalogów lub oprogramowania służącego do określania położenia satelitów.

Po pozytywnym zaopiniowaniu przez nauczyciela efektów etapu pierwszego wszystkie grupy przechodzą do etapu drugiego. Zakładane jest w nim, że dane z odpowiedniego satelity są już dostępne. Zadaniem uczniów jest zaplanowanie odpowiedniego czasu (godziny) ich obserwacji (odbioru sygnału) oraz ustawienie symbolicznej anteny (może to być papierowy talerz, mała miska, kółko wycięte z kartonu) na przybliżony kierunek przelotu satelity - można w tym celu wspomóc się na przykład kompasem z sali fizycznej lub kompasem zainstalowanym w urządzeniu mobilnym. Po pomyślnym "odbiorze" nauczyciel przyznaje uczniom faktyczny dostęp do konkretnych satelitarnych map nieba. Zadaniem członków grupy jest teraz ściągnięcie tych danych (mogą być one umieszczone - przykładowo - na serwerze FTP/SFTP, na koncie typu shell, na stronie WWW, lub w dowolnie wybranych, szkolnych lub pozaszkolnych zasobach). W części przypadków może być konieczne przekonwertowanie danego zdjęcia na inny format graficzny, rozkodowanie jego nazwy zgodnie z instrukcją, lub zmiana rozszerzenia. Ostatecznie każda grupa powinna posiadać "swoje" dane satelitarne (mapy pogodowe związane z zachmurzeniem i innymi widocznymi w świetle widzialnym, podczerwieni oraz w innych zakresach widma/liniach absorpcyjnych) do opracowania. Bazując na wcześniej przekazanej podczas zajęć wiedzy (drugi etap ćwiczenia poprzedza kilkuminutowa prezentacja nauczyciela) uczniowie próbują określić aktualnie panujące warunki pogodowe oraz przewidzieć pogodę na najbliższe dni/godziny (przykładowo - opady, zachmurzenie, temperatury, trend zmian temperatur, burze, zawartość ozonu w atmosferze). Praca może tu polegać na współdzieleniu danych pomiędzy grupami – np. na przekazywaniu sobie za pośrednictwem sieci (strona WWW, serwer FTP, inny sposób bezpiecznego udostępniania – zakładamy tu że odebrane już dane meteo są własnością „firmy” lub „uniwersytetu” tworzonego przez grupę, a zatem są poufne, ponieważ posłużą do tworzenia konkretnych produktów pogodowych w ramach danej instytucji) zebranych danych na temat określonego miejsca na Ziemi lub też map na danej długości fali obserwacji. Powinien tu być w miarę możliwości położony nacisk na bezpieczeństwo danych – jak się obronić przed ich kradzieżą lub utratą? Czy wystarczy proste hasło i jak zrobić wartościową kopię zapasową? Ostatecznym celem tego etapu jest wykonanie przez grupy połączonej analizy wielu różnych map pogodowych – w formie publicznej dyskusji.

W ćwiczeniu duży nacisk położony jest również na rozwijanie umiejętności samodzielnego korzystania z dostępnych, surowych danych udostępnianych przez polskie i zagraniczne serwisy meteorologiczne. Ćwiczenie łączy w sobie elementy fizyki (grawitacja, prawa Keplera, okna atmosferyczne, rozpraszanie i pochłanianie na cząstkach atmosfery, widmo elektromagnetyczne i jego praktyczne zastosowania, podczerwień jako źródło ciepła, mieszanie barw) i geografii (budowa i zmienność ziemskiej atmosfery, zmienność temperatury wraz z wysokością, typy chmur), jednocześnie wielokrotnie odwołując się do podstawy programowej dla przedmiotu informatyka (umiejętność wyszukiwania danych w bazach i serwisach, prezentacja danych, przetwarzanie obrazów cyfrowych, współdzielenie danych w sieciach).

Wolne oprogramowanie/nowe technologie:

<http://www.celestia.pl/>

<http://www.stellarium.org/pl/>

<http://www.n2yo.com/?s=33591> (także w wersji mobilnej)

Plik pomocy dla nauczyciela

Satelity meteorologiczne

Satelity meteorologiczne dzielą się na dwa podstawowe rodzaje: satelity geostacjonarne oraz polarne. **Geostacjonarne** są tak zsynchronizowane z ruchem orbitalnym Ziemi, że przez cały czas znajdują się nad jej danym obszarem i dzięki temu mogą go intensywnie skanować (wykonywać jego mapy pogodowe lub zbierać inne dane). Synchronizacja taka wymaga jednak umieszczenia satelity na orbicie o dość dobrze zdefiniowanym promieniu - około 36 tysięcy kilometrów. Orbita geostacjonarna zapewniająca zachowanie stałej pozycji satelity nad wybranym punktem jest orbitą kołową i zawiera się w płaszczyźnie równika. Prędkość satelity na tej orbicie jest równa około 3,08 km/s, a jego czas okrążenia Ziemi - 23 godziny 56 minut i 4 sekundy, czyli dokładnie tyle, co tzw. doba gwiazdowa.

Na satelitę działa wówczas siła dośrodkowa, która jest jednocześnie ziemską siłą przyciągania grawitacyjnego. Wówczas z drugiej zasady dynamiki Newtona wynika następująca zależność: siła grawitacji jest równa sile dośrodkowej, czyli masa satelity razy jego przyspieszenie dośrodkowe $ma_d = ma_g$ - masa satelity pomnożone przez jego przyspieszenie grawitacyjne. Dalej:

$a_d = \omega^2 r$ (kwadrat prędkości kątowej pomnożony przez promień ciała na orbicie),

$a_g = GM/r^2$ (M – masa Ziemi, G – stała grawitacji),

Należy przyrównać do siebie wartości obu tych przyspieszeń, ponieważ masa m satelity występuje po obu stronach równania i skraca się. Wówczas można już dość łatwo wyliczyć promień satelity r – z przekształconego równania:

$$r^3 = GM/\omega^2$$

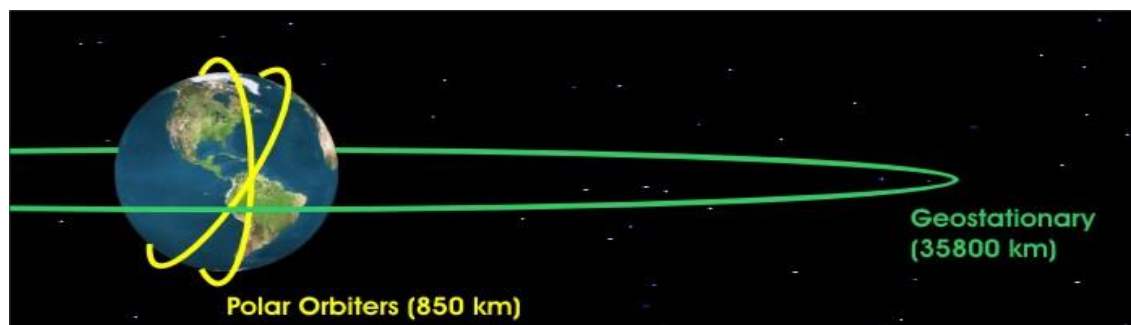
Gdzie GM to tzw. współczynnik grawitacyjny, który dla masy Ziemi wynosi $398\,600 \text{ km}^3\text{s}^{-2}$

Natomiast prędkość kątowa jest równa dobie gwiazdowej, czyli wynosi $2\pi/86164 \text{ s} = 7,29 \cdot 10^{-5} \text{ rad/s}$

Zatem promień orbity (równy odległości do środka Ziemi!) jest równy 42 164 km, co po odjęciu średniego promienia Ziemi (6378 km) daje odległość od powierzchni Ziemi rzędu 35 800 km.

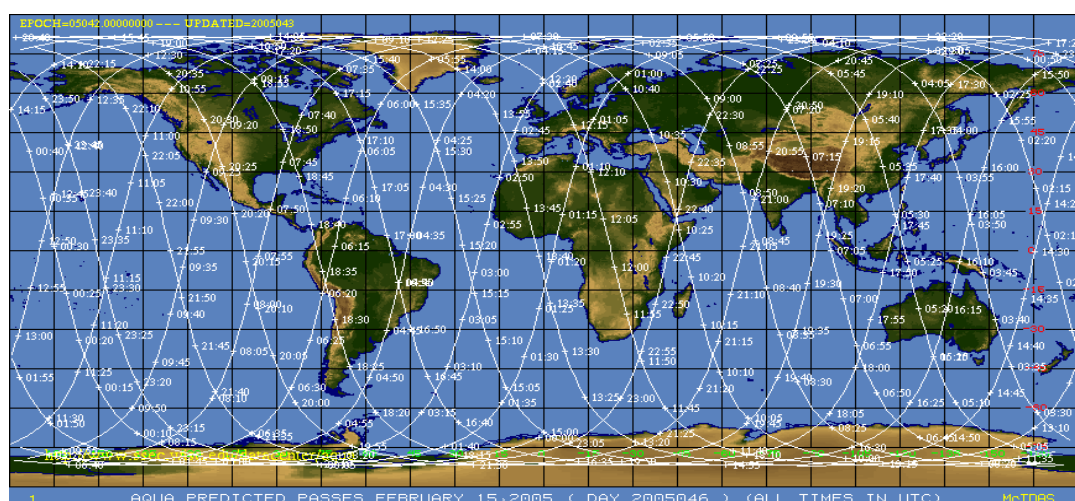
Satelity polarne – biegunowe – nie mają z kolei orbity stałej w tym sensie, że znajdują się cały czas nad tym samym miejsce planety. Ich orbita jest znacznie bardziej wydłużona i odbiega od koła, a sam przelot satelity trwa krócej. Promień orbitalny takich satelitów jest przy tym dużo mniejszy – typowo wynosi około 800 - 1000 km. Daje to satelitom polarnym tę wyższość, że krążą nad Ziemią niżej, a zatem obserwują ją z mniejszej wysokości – rejestrując więcej detali, z wyższą zdolnością rozdzielczą. Tym niemniej ma to miejsce kosztem rozdzielczości czasowej – typowy Satelita polarny NASA, Terra, widzi na przykład obszar Polski jedynie raz na kilka lub nawet kilkanaście godzin, co utrudnia zachowanie ciągłości danych używanych na przykład w precyzyjnym przewidywaniu pogody. Satelity

biegunowe mają jednak z kolei tę zaletę, że ich orbity przebiegają nad biegunami lub w ich pobliżu, umożliwiając obrazowanie tych obszarów Ziemi. Orbity te dodatkowo przecinają płaszczyznę równika przy każdym obrocie w innym miejscu ponad Ziemią – na skutek tego, że sama Ziemia obraca się z pewną prędkością kątową. Pozwala to na ciągłą obserwację całej powierzchni planety – choć z pewnym okresem czasu.



Różnice pomiędzy orbitami geostacjonarnymi i polarnymi

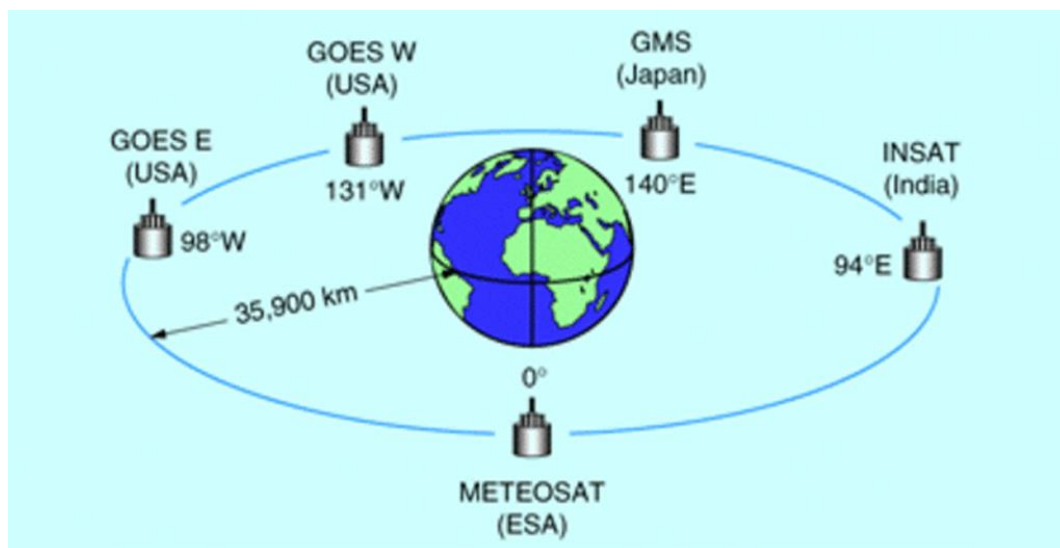
Generalnie dane z satelitów polarnych mają zastosowanie wszędzie tam, gdzie najważniejsza jest dobra rozdzielczość przestrzenna i obserwacja niewielkich struktur w atmosferze lub na powierzchni Ziemi. Z kolei satelity geostacjonarne są „lepsze” w sytuacjach, gdy najważniejszy jest ciągły dopływ danych z tego samego miejsca nad powierzchnią planety – gdy na przykład chcemy sprawnie monitorować rozwój huraganów czy komórek burzowych ponad danym obszarem, z nowymi zdjęciami tego obszaru otrzymywanymi co 30, 10 czy nawet 5 minut.



Typowy przebieg orbity satelity polarnego

Przegląd najważniejszych satelitów

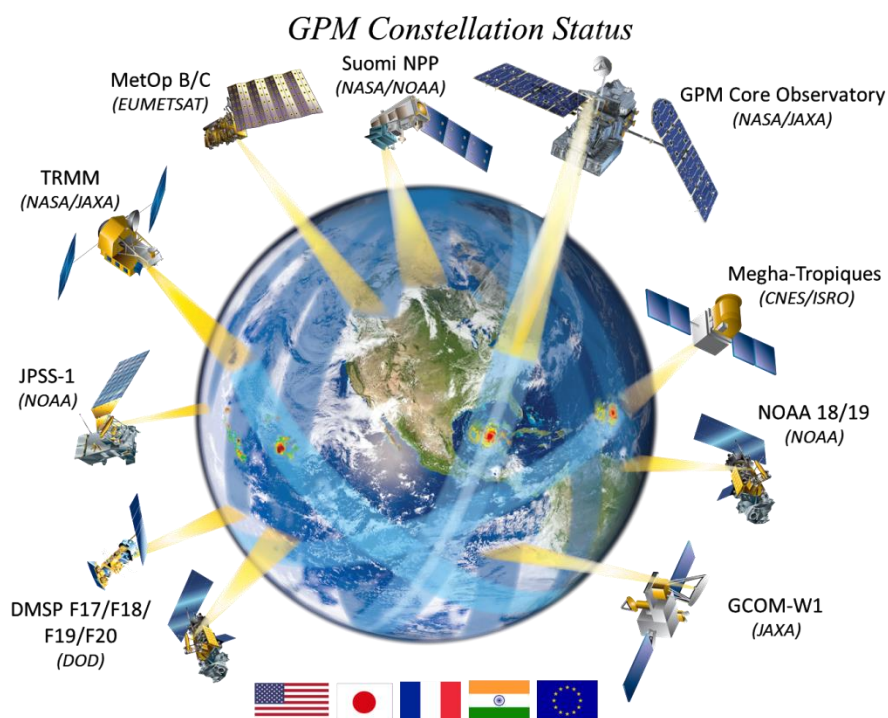
- Geostacjonarne



- METEOSAT 10 (agencja kosmiczna ESA - pokrycie Europy i dużej części Afryki)
- METEOSAT 8 - Ocean Indyjski, dawniej: Europa (zmiana orbity)
- INSAT - Ocean Indyjski
- GMS - Japonia i okolice
- GOES W (NOAA, [National Oceanic and Atmospheric Administration](http://www.noaa.gov)) - zachód Stanów Zjednoczonych, część Ameryki Południowej
- GOES E (NOAA)- wschód Stanów Zjednoczonych, część Ameryki Południowej

• Polarne

- NASA: Terra, Aqua
- Finlandia: Satelita NPP
- NOAA: N15, N18, N19... i inne satelity wchodzące w skład systemu NASA GPM (film: <https://www.nasa.gov/content/goddard/meet-the-members-of-nasas-gpm-constellation>)



Dane na temat satelitów

- <http://pl.allmetsat.com/satelita-meteorologiczny.php> - najważniejsze działające satelity meteorologiczne
- <https://www.n2yo.com/satellites/?c=3> – satelity pogodowe – informacje i aktualne położenie na orbicie
- <http://coldatoms.com/pl/component/content/article/76-mapy-pogodowe-odbieramy-sygnal-satelitow-noaa.html> - satelity NOAA i zasady odbioru danych satelitarnych
- <http://www.satsignal.eu/software/wxtrack.htm> - strona domowa programu typu tracker satelitów – pokazywanie pozycji danego satelity nad danym miejscem Ziemi
- <http://www.sat-net.com/winorbit/> - inny tracker satelitów
- <https://cloudsgate2.larc.nasa.gov/cgi-bin/site/showdoc?docid=22&domain=weuroge&lkdmain=Y> – aktualne dane satelitarne z satelitów NOAA
- http://eumetrain.org/resources/bsc_2014_s1a.html - lekcja „Satellites and orbits”
- <https://www.youtube.com/watch?v=zCxxQcvBwKw> - historia satelitów pogodowych – film Youtube
- <https://www.youtube.com/watch?v=zfVeB4s8WWk> – jak działają europejskie satelity pogodowe - film Youtube

Dane meteorologiczne

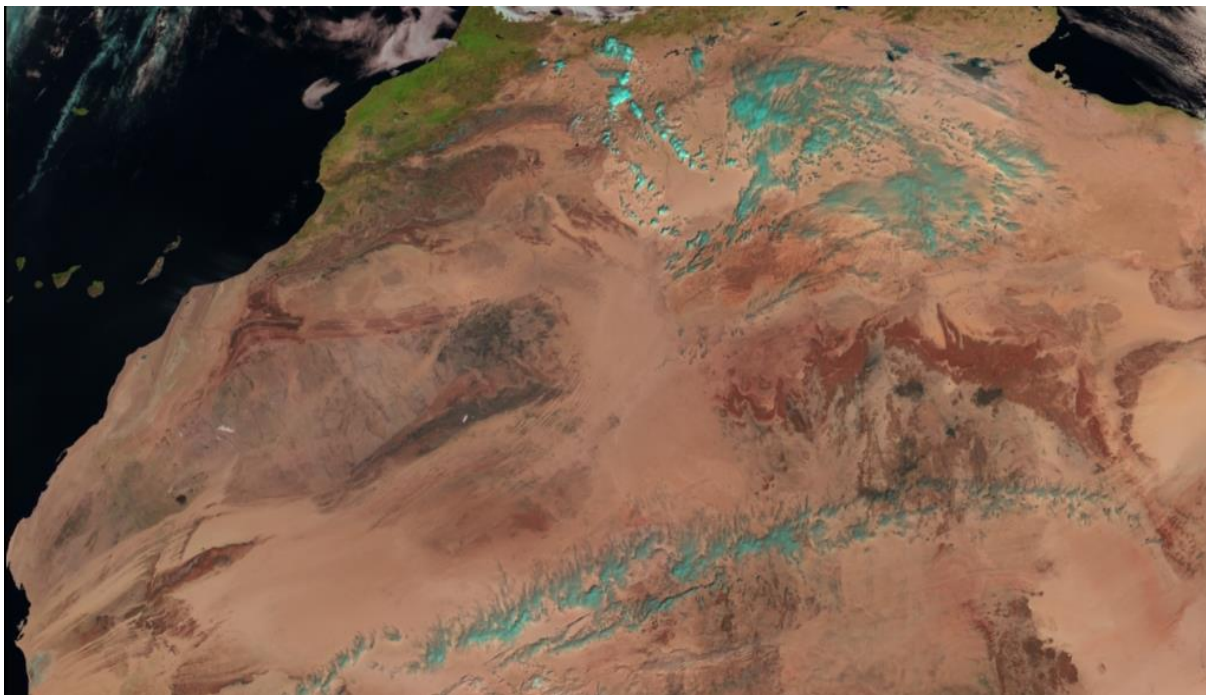
Obecnie mapy meteorologiczne kuli ziemskiej pozyskiwane są w kilku zakresach częstotliwości widma elektromagnetycznego. Najprostsze z tych danych to mapy lądów i oceanów rejestrowane w **świecie widzialnym**. Dają one informacje pozwalające m. in. rozróżnić typy chmur i ich grubość/wysokość, wyróżnić chmury burzowe (w połączeniu z danymi w podczerwieni), rozróżnić struktury powierzchni Ziemi (lądy, oceany, roślinność) czy wykryć pożary u chmury pyłu. Dane te zbierane są w zakresie od około 0,6 do 1,6 mikrometra, przy czym 1,6 to już tak zwane pasmo bliskiej podczerwieni. Oznacza się je czasem w sposób następujący – na przykład dla satelity Meteosat 10:

R = Channel 03 (NIR1.6 μm)

G = Channel 02 (VIS0.8 μm)

B = Channel 01 (VIS0.6 μm)

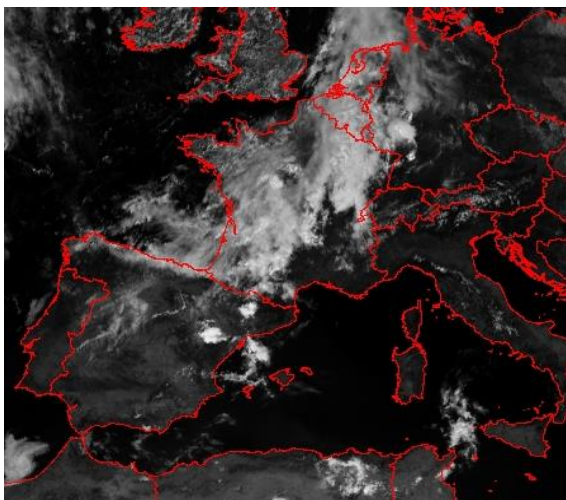
Pomiary w poszczególnych filtrach można przy tym przypisać określonym barwom, a następnie takie niezależne pomiary dla danego obszaru złożyć w kolorową mozaikę, która uwypatnia interesujące nad struktury – w poniższym przykładzie chmury.



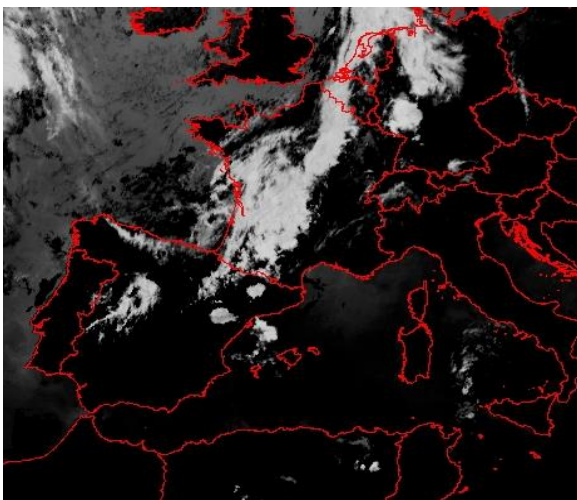
Dane w **podczerwieni** odpowiadają zakresowi częstotliwości 1,6 do około 12 mikrometrów. Mapy podczerwone prezentowane są w tak zwanej skali odwróconej – im jaśniejszy jest punkt na takiej mapie, tym niższa jest temperatura tego obszaru. W praktyce oznacza to, że jasne miejsca są chłodne (są to na przykład chmury), a ciemne – ciepłe (lady). Mapy tego typu pomagają m. in. odróżnić wysokie chmury od niskich. Chmury optycznie cienkie – zwykle cirrusy - słabo kontrastują z tłem powierzchni Ziemi, przez co mogą „ginać” na obrazach widocznych w świetle widzialnym – tak jak na poniższym przykładzie. W podczerwieni jednak znakomicie się odznaczają kolorem białym, ponieważ są to chmury bardzo chłodne, złożone z kryształków lodu. Z kolei na zdjęciach w podczerwieni często nie widać nisko położonych, bliskich powierzchni ziemi chmur wodnych, które stapiają się wówczas z termicznym tłem Ziemi – są one stosunkowo „ciepłe”. Ale na zdjęciach w paśmie widzialnym widać je doskonale.

Uproszczony schemat klasyfikacji chmur w oparciu o dane IR/VIS

PODCZERWIEŃ (IR)		
JASNO	CIENKIE CHMURY	GRUBE CHMURY
CIEMNO	BRAK CHMUR	NISKIE CHMURY
CIEMNO		JASNO
ŚWIATŁO WIDZIALNE (VIS)		



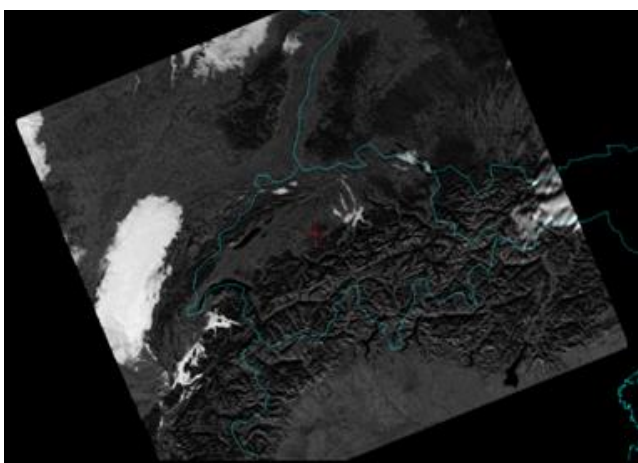
Światło widzialne



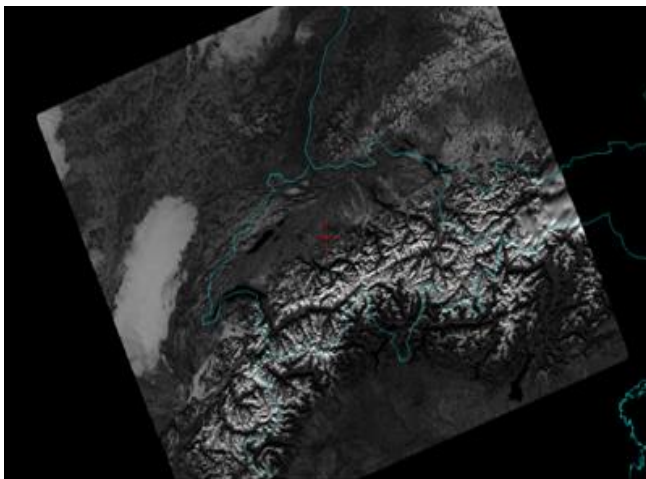
Podczerwień

Powyższe zdjęcia Europy w świetle widzialnym i podczerwieni pokazują różne struktury chmur. Po lewej stronie widzimy na przykład w lewym dolnym rogu (między Hiszpanią a Afryką) jasną strukturę, której nie ma na zdjęciu w podczerwieni. To najprawdopodobniej niska chmura złożona z wody – na przykład typu stratus. Z kolei na zdjęciu w kanale IR widzimy niewielkie jasne plamy tuż ponad wysuniętym na zachód konturem Austrii oraz na prawo od Sardynii i Korsyki. To chłodne, cienkie chmury typu cirrus, zbyt cienkie by dało się je dostrzec w świetle widzialnym.

Obserwacje w tzw. **bliskiej podczerwieni** – pasmo $1,6\ \mu\text{m}$ – pozwalają też odróżnić chmury lodowe wysokie (cirrusy) od śniegu leżącego na Ziemi. Na zdjęciu w świetle widzialnym śnieg i takie chmury będą mieć podobną, jasną lub wręcz białą barwę. Jednak w bliskiej podczerwieni śnieg ma bardzo niską zdolność odbijania promieni słonecznych, czyli albedo. Jawi się więc jako czarny lub ciemnoszary – ciemniejszy od wszystkich chmur. Warto dodać, że śnieg można również identyfikować zgodnie z miejscami jego typowego występowania w rzeźbie terenu (wysokie góry, lodowce, obszary subpolarne). Widać to dość dobrze na poniższym przykładzie: wystrzępiona struktura widoczna na zdjęciu dolnym (światło widzialne) na dole zdjęcia to śnieg zalegający w dolinach górskich. Na zdjęciu w bliskiej podczerwieni go nie widać – jest czarny - jednak widzimy tam z kolei wyróżniające się, niewielkie, jasne kłęby w pobliżu dolnego lewego rogu obrazka. To chmury, ponieważ w podczerwieni są niemal białe.



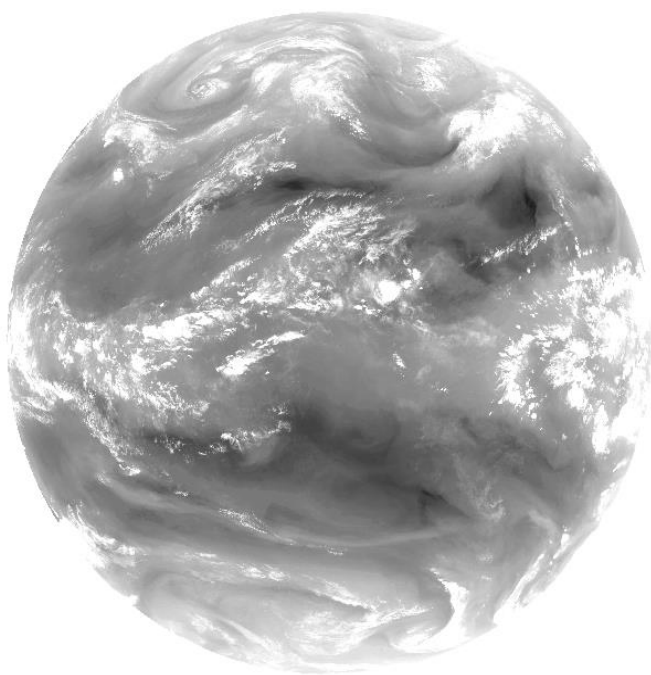
Kanał NIR $1,6\ \mu\text{m}$



Kanał **VIS 0.8 μm**

Podczerwień ma jeszcze jedną ciekawą cechę – pozwala na obserwacje powierzchni ziemi i chmur nocą. W świetle widzialnym jest to niemożliwe, bowiem obserwujemy wtedy tak naprawdę światło Słońca odbijane od Ziemi i chmur. Nocą, w podczerwieni, mamy jednak do czynienia z energią rozproszoną, ciepłą. Warto szerzej przedyskutować to zagadnienie z uczniami na przykładzie widma elektromagnetycznego, nauki o cieple czy elementów fizyki atomowej – a także optyki (odbicie, rozproszenie, załamanie światła).

Ciekawym kanałem rejestrowanym przez detektory satelity Meteosat 10 jest również **pasmo parowania wody** – ang. *water vapour*, w skrócie WV na długości fali **7.3 μm** . Para wodna obecna w atmosferze pochodzi z parowania wody oraz sublimacji, a jej zawartość jest zmienna w czasie i silnie wiąże się z temperaturą powietrza. Poziome zróżnicowanie tej zawartości zależy głównie od intensywności parowania i przenoszenia pary wodnej przez wiatr. Śledząc rozkład pary wodnej możemy przede wszystkim prześledzić pionowe ruchy powietrza (wiatry, cyklony) – szczególnie mając do dyspozycji zapętlone zdjęcia wykonywane co na przykład godzinę. Daje on nam też informację o wilgotności powietrza nad danym obszarem (im jaśniejsze miejsce na zdjęciu, tym większa wilgotność i tym większe prawdopodobieństwo opadów) oraz o występujących tam chmurach (chmury wysokie jawią się nam wówczas na zdjęciu jako bardzo jasne, ponieważ mają w sobie wysoką zawartość pary wodnej z górnej warstwy troposfery).



Ciekawe strony

- <http://meteo.org.pl/radary> - prognoza opadów
- <http://awiacja.imgw.pl/index.php?product=burze> - radar burzowy IMGiW wraz z opisem
- <http://www.pogodynka.pl/radary> - radary pogodowe
- http://pl.blitzortung.org/live_lightning_maps.php?map=15 Radar burzowy – cały świat
- http://www.cumulus.nazwa.pl/teoria/laboratorium/l_tempodcz.htm - obliczanie temperatury odczuwalnej

Typy chmur

Chmury generalnie dzielą się na wodne i lodowe, a także na niskie, pośrednie i wysokie – oraz pierzaste, warstwowe i kłębiaste. Ich rodzajów jest sporo, a każdy z nich może być zwiastunem zmiany pogody, w tym burz. Szczegółowa klasyfikacja chmur w języku polskim, wraz opisem związanych z nimi warunków pogodowych, przedstawiona jest przykładowo na stronie:

http://www.cumulus.nazwa.pl/teoria/wiedza/w_chmurypodz.htm

Atlas chmur – przykłady

<http://www.cumulus.nazwa.pl/atlas/wbilder.htm>

Satelitarna detekcja chmur burzowych

W przypadku prognozowania występowania burz lub obrazowania chmur burzowych nad danym terenem często wykorzystuje się połączenie danych meteo zebranych w świetle widzialnym oraz w podczerwieni.

Co zapowiada burze? Silna konwekcja, czyli unoszenie się ciepłych mas powietrza do góry (na skutek ich wyższej temperatury). Wskaźnikiem postępującej konwekcji może być silna różnica (gradient) temperatury, na przykład pomiędzy wschodnią a zachodnią częścią Polski. Towarzyszy temu silny wiatr. Na zdjęciach satelitarnych w świetle widzialnym możemy wówczas rozpoznać grube i

wypiętrzone chmury typu Cumulonimbus – przez ich dużą głębokość optyczna rosnącą wraz z wysokością (są bardzo jasne) oraz dzięki rzucanym przez nie cieniom. Chmury te charakteryzują się dodatkowo obecnością struktur typu **Overshooting Top**, czyli kopulastych wypukłości w górnej części komórki burzowej, wystającej ponad poziom kowadła tej chmury. Na zdjęciach satelitarnych można je łatwo dostrzec poprzez nałożenie zdjęcia w podczerwieni (IR) na obraz optyczny w świetle widzialnym. Wówczas podczerwona temperatura takich wierzchołków zmienia się w ich obrębie dynamicznie, przechodząc od wartości powyżej 0 stopni do mniejszej od zera (zakres ten odpowiada temperaturze z zakresu 200 – 240 Kelvinów).

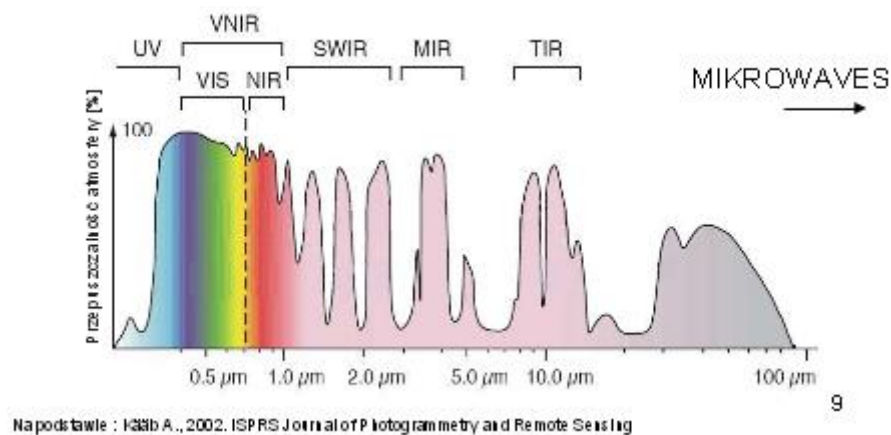


Okna atmosferyczne

Atmosfera naszej planety przepuszcza prawie całkowicie tylko wybrane zakresy (długości) fal. Okno atmosferyczne to zakres promieniowania elektromagnetycznego słabo pochłaniany przez atmosferę. Przypada on na przykład dla fal o długości 8 – 14 mikrometrów (w zakresie promieniowania podczerwonego) i umożliwia emisję promieniowania cieplnego z powierzchni i atmosfery Ziemi w przestrzeń kosmiczną. W zakresach fal słabo pochłanianych przez atmosferę możliwa jest obserwacja powierzchni Ziemi za pomocą kamer IR umieszczonych na satelitach.

Lista okien atmosferycznych:

- UV – ultrafiolet (w małej części przepuszczalny)
- VIS – zakres widzialny
- NIR – bliska podczerwień
- IR – podczerwień
- TIR – podczerwień termalna
- MICROWAVES – mikrofale



Kompresowanie i udostępnianie plików (map pogodowych) na potrzeby ćwiczenia

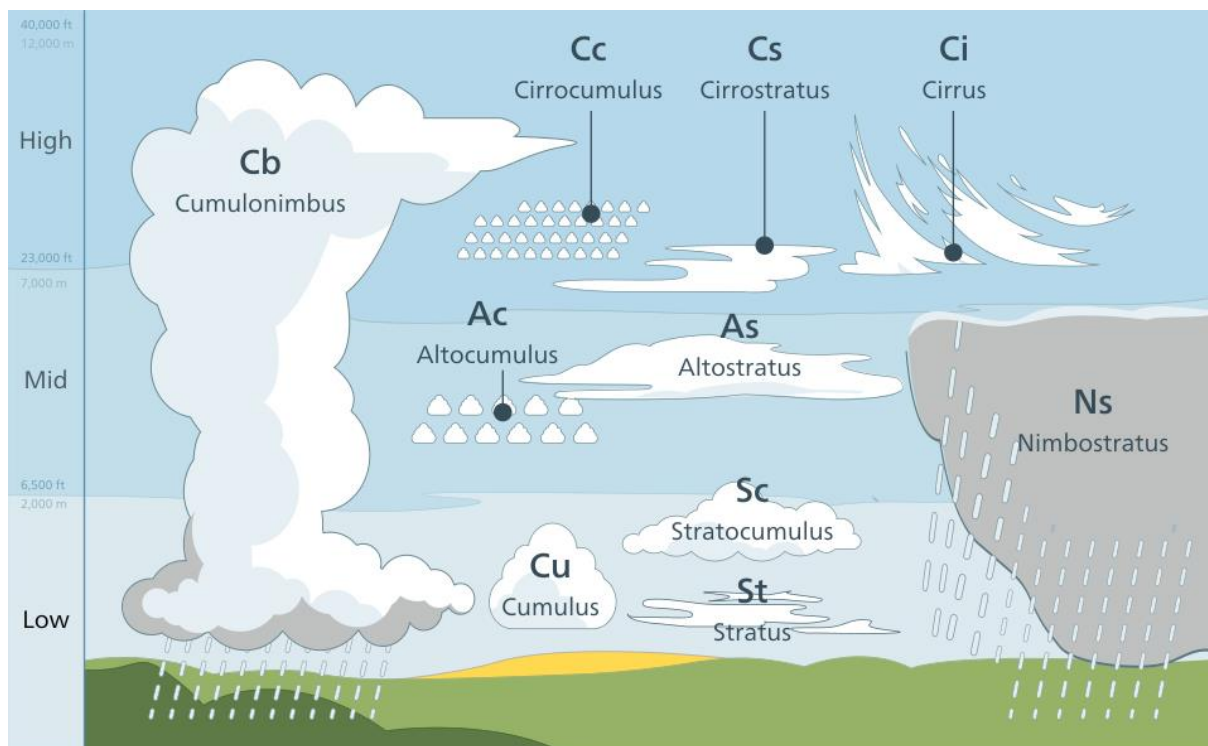
Metody kompresji są szczegółowo opisane w poradniku: <http://softonet.pl/publikacje/poradniki/Jak.skompresowac.plik,525>

Plik/pliki dla utrudnienia zadania – przed lub zamiast kompresji – można też „ukryć” zmieniając ich rozszerzenie ręcznie, na przykład z tar lub JPG, bmp na xtar, xpif (popularny format danych meteo) lub po prostu usuwając z nich rozszerzenie znajdujące się po znaku kropki.

Przykładowe sposoby udostępniania map pogodowych:

- Wysłanie mailem na konkretne adresy mailowe uczniów
- Umieszczenie na stronie WWW szkoły lub innej, z obsługą hasła dostępowego lub nie
- Umieszczenie na serwerze ftp szkoły, podanie danych logowania i hasła
- umieszczenie na koncie typu Shell w systemie Unix

Czynność ta może i powinna być przeprowadzana przez nauczyciela prowadzącego przy pomocy i w porozumieniu z nauczycielem informatyki lub zarządcą szkolnej sieci komputerowej – administratorem. Nauczyciel może też zamieścić pliki przykładowo na własnym serwerze, według posiadanej wiedzy i umiejętności.



Karta odpowiedzi

Ćwiczenie – wersja 1

Etap I		Możliwe odpowiedzi
1.	Waszym zadaniem jest wybór satelity meteorologicznego, który będzie obserwował powierzchnię całej Polski w sposób ciągły i skanował ją w świetle widzialnym nie rzadziej niż co 15 minut. Co musi go cechować?	- częsta powtarzalność skanów - odbiornik na światło widzialne (czułość na ten zakres widma) - obecność nad tym samym miejscem Ziemi (Satelita geostacjonarny)
2.	Czy będzie to satelita geostacjonarny, czy polarny? Odpowiedź proszę uzasadnić	Satelita geostacjonarny – wymusza to skanowanie tego samego obszaru w czasie nie krótszym niż 15 minut
3.	Jakiego (jakie) z istniejących obecnie satelitów pogodowych zaproponujecie do odbioru danych?	Przykładowo: Meteosat 10 (Eumetsat)
4.	Jak często znajduje się on nad Polską?	Przez cały czas
5.	Obliczcie jego przybliżony promień orbitalny oraz prędkość w ruchu orbitalnym wokół Ziemi	Wg. Wzorów z pliku pomocy dla nauczyciela
6.	* Obliczcie, jak dużą prędkość lub energię trzeba było dostarczyć wybranemu przez Was satelicie, by umieścić go na stałej orbicie (w	Z I Prędkości kosmicznej, zasady zachowania energii, energii w polu grawitacyjnym

przybliżeniu np. kołowej) wokół Ziemi.	
*Zadanie dodatkowe „na 6”	

Etap II		
	1. Z pomocą nauczyciela odkodujcie plik zawierający dane satelitarne do analizy.	Pliki (archiwa) „JakaPogoda_Dane_dla_uczniów.zip”, JakaPogoda_Dane_dla_uczniów.rar, JakaPogoda_Dane_dla_uczniów.7z
2.	Z dostępnych zasobów wyselekcjonujcie mapę Polski . Prześledźcie zmiany pogodowe (chmury, prawdopodobny rozkład mas powietrza, ewentualne opady) na wybranym obszarze Polski w skali czasowej kilku ostatnich godzin. W tym celu należy wykorzystać dostępną mapę satelitarną kraju wykonaną w świetle widzialnym (możliwe oznaczenia: <i>VIS</i> , <i>visual</i> , <i>wzrokowy</i>).	Strona http://pl.sat24.com/pl -> menu górne -> zakładka „Satelitarna”-> należy wybrać interesujący nas kontynent i kraj -> poniżej wyświetli się mapa w świetle widzialnym („wzrokowa”), tuż pod nią znajduje się przycisk umożliwiający przejście na tę samą mapę (tego samego lub pokrywającego się z nim obszaru) w podczerwieni.
3.	Przyjrzyjcie się następnie mapie tego samego obszaru i w tej samej skali czasowej, ale zarejestrowanej w paśmie podczerwieni. Czy są tu jakieś istotne różnice w stosunku do obrazu w świetle widzialnym? Podajcie (należy wylistować wraz z określeniem położenia – na przykład „tuż ponad Warszawą, w Tatrach, na Pojezierzu Mazurskim, na zachodzie kraju itp.) te struktury lub układy chmur, które są widoczne w świetle widzialnym oraz te, które widzimy jedynie w podczerwieni. Jakie wnioski wyciągniecie z ich obecności?	Analiza samych map – jak w pliku pomocy dla nauczyciela oraz prezentacji multimedialnej.
4.	Czym różnią się obserwacje satelitarne w świetle widzialnym i podczerwieni? Czym różnią się te dwa zakresy widma? Proszę uzasadnić odpowiedź.	Analiza map – jak w pliku pomocy dla nauczyciela oraz prezentacji multimedialnej. Uczniowie powinni również podać zakresy fal widzialnych i podczerwonych i umieć powiązać podczerwień z danymi na temat temperatury (im więcej podczerwieni, tym cieplej), a także wiedzieć, które fale są dłuższe.
5.	Na podstawie przybliżonego kierunku i prędkości ruchów chmur postarajcie się przewidzieć pogodę na następne godziny i/lub dni.	Uczniowie mogą np. wysnuć wniosek, że nad dany obszar przyjdzie duża ilość chmur, obserwując przemieszczające się stopniowo w jego kierunku fronty złożone z chmur lub duże masy chmur.
6.	Jakie typy chmur są waszym zdaniem na badanych zdjęciach satelitarnych? Spróbujcie to odgadnąć, a następnie powiązać dany typ chmur z typową dla nich pogodą (deszcze, śnieg, burze, pogodne niebo itp.)	Miejsce na inwencję twórczą grupy. Np. – jeśli chmury są widoczne tylko w podczerwieni, z dużym prawdopodobieństwem SA to niegroźne, cienkie chmury typu Cirrus. Jeśli tylko w świetle widzialnym ale już nie w podczerwieni – mogą być to niskie chmury przynoszące deszcz. Jest tu szerokie pole do spekulacji ze względu na ograniczenie się tylko do dwóch zakresów obserwacji atmosfery.

7.	Porównajcie swoją „prognozę pogody” z danymi burzowymi udostępnionymi na stronie podanej przez nauczyciela (lub np. http://pl.blitzortung.org/live_lightning_maps.php?map=10). Czy wasze przewidywanie są zgodne z aktualnym rozkładem burz w ostatnich godzinach? Jeśli nie, co mogło pójść źle	Serwis Blitzortung prezentuje dla danego wycinka Ziemi aktualny stan burz – wyładowania z ostatnich godzin rejestrowane w czasie rzeczywistym. Są one oznaczone odpowiednimi kolorami, zgodnie ze skalą dostępną na stronie.
8.	W pliku z danymi satelitarnymi znajdziecie również dwa zdjęcia archiwalne z „Grupa 1” w nazwie. Przedstawiają one Europę w świetle widzialnym oraz obraz tego samego terenu wykonany w tym samym czasie w podczerwieni. Czy dostrzegacie pomiędzy nimi jakieś istotne różnice? Czy da się na ich podstawie wyróżnić konkretne typy chmur, które nad danym obszarem mogą być związane z konkretnym rodzajem pogody? Gdzie są jakie temperatury?	Miejsce na inwencję twórczą grupy. Np. – jeśli chmury są widoczne tylko w podczerwieni, z dużym prawdopodobieństwem są to niegroźne, cienkie chmury typu Cirrus. Jeśli tylko w świetle widzialnym ale już nie w podczerwieni – mogą być to niskie chmury przynoszące deszcz. Jest tu szerokie pole do spekulacji ze względu na ograniczenie się tylko do dwóch zakresów obserwacji atmosfery.
9.	Ostatnim analizowanym zdjęciem jest Ziemia obserwowana w paśmie pary wodnej (ang. Water Vapour WV). Na jego podstawie wskaż możliwe kierunki przepływu mas powietrza (wiatrów) oraz obszary o niższych i wyższych temperaturach atmosfery.	Generalna zasada: im jaśniejsze są obszary atmosfery w tym paśmie, tym większa jest tam wilgotność powietrza i tym wyższe chmury znajdują się ponad tymi miejscami na Ziemi. Mapa ta znakomicie „śledzi” również ruchy poziome mas powietrza (fronty, wiatry) – można wskazać przynajmniej przybliżony kierunek takich przepływów.

Ćwiczenie – wersja 2

Etap I		
1.	Waszym zadaniem jest wybór satelity meteorologicznego, który będzie obserwował powierzchnię całej Europy w sposób ciągły i skanował ją w świetle widzialnym nie rzadziej niż co 15 minut. Co musi go cechować?	<ul style="list-style-type: none"> - częsta powtarzalność skanów - odbiornik na światło widzialne (czułość na ten zakres widma) - obecność nad tym samym miejscem Ziemi (Satelita geostacjonarny) - objęcie swym zasięgiem terenu całej Europy
2.	Czy będzie to satelita geostacjonarny, czy polarny? Odpowiedź proszę uzasadnić	Satelita geostacjonarny – wymusza to skanowanie tego samego obszaru w czasie nie krótszym niż 15 minut
3.	Jakiego (jakie) z istniejących obecnie satelitów pogodowych zaproponujecie do odbioru danych?	Przykładowo: Meteosat 10 (Eumetsat)

4.	Jak często znajduje się on nad Polską?	Przez cały czas
5.	Obliczcie jego przybliżony promień orbitalny oraz prędkość w ruchu orbitalnym wokół Ziemi	Wg. wzorów z pliku pomocy dla nauczyciela
6.	* Obliczcie, jak dużą prędkość lub energię trzeba było dostarczyć wybranemu przez Was satelicie, by umieścić go na stałej orbicie (w przybliżeniu np. kołowej) wokół Ziemi. *Zadanie dodatkowe „na 6”	Z I Prędkości kosmicznej, zasady zachowania energii, energii w polu grawitacyjnym

Etap II		
	1. Z pomocą nauczyciela odkodujcie plik zawierający dane satelitarne do analizy.	Pliki (archiwa) „JakaPogoda_Dane_dla_uczniów.zip”, „JakaPogoda_Dane_dla_uczniów.rar”, „JakaPogoda_Dane_dla_uczniów.7z”
2.	Z dostępnych zasobów wyselekcjonujcie mapę Włoch . Prześledźcie zmiany pogodowe (chmury, prawdopodobny rozkład mas powietrza, ewentualne opady) na wybranym obszarze w skali czasowej kilku ostatnich godzin. W tym celu należy wykorzystać dostępną mapę satelitarną kraju wykonaną w świetle widzialnym (możliwe oznaczenia: <i>VIS</i> , <i>visual</i> , <i>wzrokowy</i>).	Strona http://pl.sat24.com/pl -> menu górne -> zakładka „Satelitarna”-> należy wybrać interesujący nas kontynent i kraj -> poniżej wyświetli się mapa w świetle widzialnym („wzrokowa”), tuż pod nią znajduje się przycisk umożliwiający przejście na tę samą mapę (tego samego lub pokrywającego się z nim obszaru) w podczerwieni.
3.	Przyjrzyjcie się następnie mapie tego samego obszaru i w tej samej skali czasowej, ale zarejestrowanej w paśmie podczerwieni. Czy są tu jakieś istotne różnice w stosunku do obrazu w świetle widzialnym? Podajcie (należy wylistować wraz z określeniem położenia – na przykład „tuż ponad Rzymem, na Sycylii, na zachodzie kraju itp.) te struktury lub układy chmur, które są widoczne w świetle widzialnym oraz te, które widzimy jedynie w podczerwieni. Jakie wnioski wyciągniecie z ich obecności?	Analiza samych map – jak w pliku pomocy dla nauczyciela oraz prezentacji multimedialnej.
4.	Czym różnią się obserwacje satelitarne w świetle widzialnym i podczerwieni? Czym różnią się te dwa zakresy widma? Proszę uzasadnić odpowiedź.	Analiza map – jak w pliku pomocy dla nauczyciela oraz prezentacji multimedialnej. Uczniowie powinni również podać zakresy fal widzialnych i podczerwonych i umieć powiązać podczerwień z danymi na temat temperatury (im więcej podczerwieni, tym cieplej), a także wiedzieć, które fale są dłuższe.
5.	Na podstawie przybliżonego kierunku i prędkości ruchów chmur postarajcie się przewidzieć pogodę na następne godziny i/lub dni.	Uczniowie mogą np. wysnuć wniosek, że nad dany obszar przyjdzie duża ilość chmur, obserwując przemieszczające się stopniowo w jego kierunku fronty złożone z chmur lub duże masy chmur.

6.	Jakie typy chmur są waszym zdaniem na badanych zdjęciach satelitarnych? Spróbujcie to odgadnąć, a następnie powiązać dany typ chmur z typową dla nich pogodą (deszcze, śnieg, burze, pogodne niebo itp.)	Miejsce na inwencję twórczą grupy. Np. – jeśli chmury są widoczne tylko w podczerwieni, z dużym prawdopodobieństwem są to niegroźne, cienkie chmury typu Cirrus. Jeśli tylko w świetle widzialnym ale już nie w podczerwieni – mogą być to niskie chmury przynoszące deszcz. Jest tu szerokie pole do spekulacji ze względu na ograniczenie się tylko do dwóch zakresów obserwacji atmosfery.
7.	Porównajcie swoją „prognozę pogody” z danymi burzowymi udostępnionymi na stronie podanej przez nauczyciela (lub np. http://pl.blitzortung.org/live_lightning_maps.php?map=10). Czy wasze przewidywanie są zgodne z aktualnym rozkładem burz w ostatnich godzinach? Jeśli nie, co mogło pójść źle	Serwis Blitzortung prezentuje dla danego wycinka Ziemi aktualny stan burz – wyładowania z ostatnich godzin rejestrowane w czasie rzeczywistym. Są one oznaczone odpowiednimi kolorami, zgodnie ze skalą dostępną na stronie.
8.	W pliku z danymi satelitarnymi znajdziecie również dwa zdjęcia archiwalne z „Grupa 2” w nazwie. Przedstawiają one Europę w świetle widzialnym oraz obraz tego samego terenu wykonany w tym samym czasie w podczerwieni. Czy dostrzegacie pomiędzy nimi jakieś istotne różnice? Czy da się na ich podstawie wyróżnić konkretne typy chmur, które nad danym obszarem mogą być związane z konkretnym rodzajem pogody? Gdzie są jakie temperatury?	Miejsce na inwencję twórczą grupy. Np. – jeśli chmury są widoczne tylko w podczerwieni, z dużym prawdopodobieństwem są to niegroźne, cienkie chmury typu Cirrus. Jeśli tylko w świetle widzialnym ale już nie w podczerwieni – mogą być to niskie chmury przynoszące deszcz. Jest tu szerokie pole do spekulacji ze względu na ograniczenie się tylko do dwóch zakresów obserwacji atmosfery.
9.	Ostatnim analizowanym zdjęciem jest Ziemia obserwowana w paśmie pary wodnej (ang. Water Vapour WV). Na jego podstawie wskaż możliwe kierunki przepływu mas powietrza (wiatrów) oraz obszary o niższych i wyższych temperaturach atmosfery.	Generalna zasada: im jaśniejsze są obszary atmosfery w tym paśmie, tym większa jest tam wilgotność powietrza i tym wyższe chmury znajdują się ponad tymi miejscami na Ziemi. Mapa ta znakomicie „śledzi” również ruchy poziome mas powietrza (fronty, wiatry) – można wskazać przynajmniej przybliżony kierunek takich przepływów.

Ćwiczenie – wersja 3

Etap I		
1.	Waszym zadaniem jest wybór satelity meteorologicznego, który będzie obserwował powierzchnię całej Europy Centralnej z dużą rozdzielczością przestrzenną (szczegóły powierzchni) i skanował ją	<ul style="list-style-type: none"> - powtarzalność skanów nie mniejsza niż raz na 24h - odbiornik na światło widzialne (czułość na ten zakres widma) - orbita obejmująca przelotami obszar Europy - niewielki promień orbity: satelita musi lecieć dosyć nisko ponad powierzchnią Ziemi, by mógł fotografować ją z wystarczająco dużą precyzją

	w świetle widzialnym nie rzadziej niż dwa razy na dobę. Co musi go cechować?	
2.	Czy będzie to Satelita geostacjonarny, czy polarny? Odpowiedź proszę uzasadnić	Satelita polarny – orbita biegunowa, niewielki promień orbity
3.	Jakiego (jakie) z istniejących obecnie satelitów pogodowych zaproponujecie do odbioru danych?	Przykładowo: Aqua, Terra (NASA), seria satelitów NOAA
4.	Jak często znajduje się on nad Polską?	Kilka razy na dobę, zależnie od satelity i jego konkretnej orbity w danym dniu
5.	Obliczcie jego przybliżony promień orbitalny oraz prędkość w ruchu orbitalnym wokół Ziemi	Wg. wzorów z pliku pomocy dla nauczyciela
6.	* Obliczcie, jak dużą prędkość lub energię trzeba było dostarczyć wybranemu przez Was satelicie, by umieścić go na stałej orbicie (w przybliżeniu np. kołowej) wokół Ziemi. *Zadanie dodatkowe „na 6”	Z I Prędkości kosmicznej, zasady zachowania energii, energii w polu grawitacyjnym

Etap II		
	1. Z pomocą nauczyciela odkodujecie plik zawierający dane satelitarne do analizy.	Pliki (archiwa) „JakaPogoda_Dane_dla_uczniów.zip”, JakaPogoda_Dane_dla_uczniów.rar, JakaPogoda_Dane_dla_uczniów.7z
2.	Z dostępnych zasobów wyselekcjonujecie mapę Grecji . Prześledźcie zmiany pogodowe (chmury, prawdopodobny rozkład mas powietrza, ewentualne opady) na wybranym obszarze w skali czasowej kilku ostatnich godzin. W tym celu należy wykorzystać dostępną mapę satelitarną kraju wykonaną w świetle widzialnym (możliwe oznaczenia: <i>VIS</i> , <i>visual</i> , <i>wzrokowy</i>).	Strona http://pl.sat24.com/pl -> menu górne -> zakładka „Satelitarna”-> należy wybrać interesujący nas kontynent i kraj -> poniżej wyświetli się mapa w świetle widzialnym („wzrokowa”), tuż pod nią znajduje się przycisk umożliwiający przejście na tę samą mapę (tego samego lub pokrywającego się z nim obszaru) w podczerwieni.
3.	Przjrzyjcie się następnie mapie tego samego obszaru i w tej samej skali czasowej, ale zarejestrowanej w paśmie podczerwieni. Czy są tu jakieś istotne różnice w stosunku do obrazu w świetle widzialnym? Podajcie (należy wylistować wraz z określeniem położenia – na przykład „tuż ponad Atenami, na Krecie, na wschodzie kraju itp.) te struktury lub układy chmur, które są widoczne w świetle widzialnym oraz te, które widzimy jedynie w podczerwieni.	Analiza samych map – jak w pliku pomocy dla nauczyciela oraz prezentacji multimedialnej.

	Jakie wnioski wyciągniecie z ich obecności?	
4.	Czym różnią się obserwacje satelitarne w świetle widzialnym i podczerwieni? Czym różnią się te dwa zakresy widma? Proszę uzasadnić odpowiedź.	Analiza map – jak w pliku pomocy dla nauczyciela oraz prezentacji multimedialnej. Uczniowie powinni również podać zakresy fal widzialnych i podczerwonych i umieć powiązać podczerwień z danymi na temat temperatury (im więcej podczerwieni, tym cieplej), a także wiedzieć, które fale są dłuższe.
5.	Na podstawie przybliżonego kierunku i prędkości ruchów chmur postarajcie się przewidzieć pogodę na następne godziny i/lub dni.	Uczniowie mogą np. wysnuć wniosek, że nad dany obszar przyjdzie duża ilość chmur, obserwując przemieszczające się stopniowo w jego kierunku fronty złożone z chmur lub duże masy chmur.
6.	Jakie typy chmur są waszym zdaniem na badanych zdjęciach satelitarnych? Spróbujcie to odgadnąć, a następnie powiązać dany typ chmur z typową dla nich pogodą (deszcze, śnieg, burze, pogodne niebo itp.)	Miejsce na inwencję twórczą grupy. Np. – jeśli chmury są widoczne tylko w podczerwieni, z dużym prawdopodobieństwem są to niegroźne, cienkie chmury typu Cirrus. Jeśli tylko w świetle widzialnym ale już nie w podczerwieni – mogą być to niskie chmury przynoszące deszcz. Jest tu szerokie pole do spekulacji ze względu na ograniczenie się tylko do dwóch zakresów obserwacji atmosfery.
7.	Porównajcie swoją „prognozę pogody” z danymi burzowymi udostępnionymi na stronie podanej przez nauczyciela (lub np. http://pl.blitzortung.org/live_lightning_maps.php?map=10). Czy wasze przewidywanie są zgodne z aktualnym rozkładem burz w ostatnich godzinach? Jeśli nie, co mogło pójść źle	Serwis Blitzortung prezentuje dla danego wycinka Ziemi aktualny stan burz – wyładowania z ostatnich godzin rejestrowane w czasie rzeczywistym. Są one oznaczone odpowiednimi kolorami, zgodnie ze skalą dostępną na stronie.
8.	W pliku z danymi satelitarnymi znajdziecie również dwa zdjęcia archiwalne z „Grupa 3” w nazwie. Przedstawiają one Europę w świetle widzialnym i są wykonane z odstępem czasu 15 minut. Czy dostrzegacie pomiędzy nimi jakieś istotne różnice? Czy da się na ich podstawie wyróżnić konkretne zmiany w pogodzie (rozkład chmur i czystego nieba, nadciągające deszcze?)	Miejsce na inwencję twórczą grupy. Jest tu szerokie pole do spekulacji ze względu na ograniczenie się tylko do dwóch zdjęć w stosunkowo małym odstępie czasu i do tylko jednej częstotliwości obserwacji atmosfery. Uczniowie powinni umieć wskazać miejsca pokryte chmurami i ocenić przybliżoną grubość tych chmur oraz wskazać, gdzie nadciągają jakie struktury złożone z chmur.
9.	Ostatnim analizowanym zdjęciem jest Ziemia obserwowana w paśmie pary wodnej (ang. Water Vapour WV). Na jego podstawie wskaż możliwe kierunki przepływu mas powietrza (wiatrów) oraz obszary o niższych i wyższych temperaturach atmosfery.	Generalna zasada: im jaśniejsze są obszary atmosfery w tym paśmie, tym większa jest tam wilgotność powietrza i tym wyższe chmury znajdują się ponad tymi miejscami na Ziemi. Mapa ta znakomicie „śledzi” również ruchy poziome mas powietrza (fronty, wiatry) – można wskazać przynajmniej przybliżony kierunek takich przepływów.

Ćwiczenie – wersja 4

Etap I		
1.	Waszym zadaniem jest wybór satelity meteorologicznego, który będzie obserwował powierzchnię Afryki Północnej i Centralnej z dużą rozdzielczością czasową w podczerwieni, nie rzadziej niż co pół godziny. Co musi go cechować?	<ul style="list-style-type: none"> - powtarzalność skanów nie mniejsza niż 30 minut - odbiornik na podczerwień (czułość na ten zakres widma) - satelita geostacjonarny widzący Afrykę
2.	Czy będzie to Satelita geostacjonarny, czy polarny? Odpowiedź proszę uzasadnić	Satelita geostacjonarny – wymusza to skanowanie tego samego obszaru w czasie nie krótszym niż 30 minut
3.	Jakiego (jakie) z istniejących obecnie satelitów pogodowych zaproponujecie do odbioru danych?	Przykładowo: Meteosat 10, Meteosat 8
4.	Czy widzi on także Polskę? Jak często znajduje się nad Polską?	Meteosat 10 widzi także Europę i Polskę, w przypadku innych satelitów wskazanych przez uczniów może być jednak inaczej – należy sprawdzić zasięg w sieci, na podanych (załączonych w ćwiczeniu) stronach
5.	Obliczcie jego przybliżony promień orbitalny oraz prędkość w ruchu orbitalnym wokół Ziemi	Wg. wzorów z pliku pomocy dla nauczyciela
6.	<p>* Obliczcie, jak dużą prędkość lub energię trzeba było dostarczyć wybranemu przez Was satelicie, by umieścić go na stałej orbicie (w przybliżeniu np. kołowej) wokół Ziemi.</p> <p>*Zadanie dodatkowe „na 6”</p>	Z I Prędkości kosmicznej, zasady zachowania energii, energii w polu grawitacyjnym

Etap II		
	1. Z pomocą nauczyciela odkodujcie plik zawierający dane satelitarne do analizy.	Pliki (archiwa) „JakaPogoda_Dane_dla_uczniów.zip”, JakaPogoda_Dane_dla_uczniów.rar, JakaPogoda_Dane_dla_uczniów.7z
2.	Z dostępnych zasobów wyselekcjonujcie mapę Skandynawii . Prześledźcie zmiany pogodowe (chmury, prawdopodobny rozkład mas powietrza, ewentualne opady) na wybranym obszarze w skali czasowej kilku ostatnich godzin. W tym celu należy wykorzystać dostępną mapę satelitarną kraju wykonaną w świetle widzialnym (możliwe oznaczenia: <i>VIS</i> , <i>visual</i> , <i>wzrokowy</i>).	Strona http://pl.sat24.com/pl -> menu górne -> zakładka „Satelitarna”-> należy wybrać interesujący nas kontynent i kraj -> poniżej wyświetli się mapa w świetle widzialnym („wzrokowa”), tuż pod nią znajduje się przycisk umożliwiający przejście na tę samą mapę (tego samego lub pokrywającego się z nim obszaru) w podczerwieni.
3.	Przyjrzyjcie się następnie mapie tego	Analiza samych map – jak w pliku pomocy dla nauczyciela oraz

	<p>samego obszaru i w tej samej skali czasowej, ale zarejestrowanej w paśmie podczerwieni. Czy są tu jakieś istotne różnice w stosunku do obrazu w świetle widzialnym? Podajcie (należy wylistować wraz z określeniem położenia – na przykład „tuż ponad Danią, na wschodzie Szwecji itp.) te struktury lub układy chmur, które są widoczne w świetle widzialnym oraz te, które widzimy jedynie w podczerwieni. Jakie wnioski wyciągniecie z ich obecności?</p>	<p>prezentacji multimedialnej.</p>
4.	<p>Czym różnią się obserwacje satelitarne w świetle widzialnym i podczerwieni? Czym różnią się te dwa zakresy widma? Proszę uzasadnić odpowiedź.</p>	<p>Analiza map – jak w pliku pomocy dla nauczyciela oraz prezentacji multimedialnej. Uczniowie powinni również podać zakresy fal widzialnych i podczerwonych i umieć powiązać podczerwień z danymi na temat temperatury (im więcej podczerwieni, tym cieplej), a także wiedzieć, które fale są dłuższe.</p>
5.	<p>Na podstawie przybliżonego kierunku i prędkości ruchów chmur postarajcie się przewidzieć pogodę na następne godziny i/lub dni.</p>	<p>Uczniowie mogą np. wysnuć wniosek, że nad dany obszar przyjdzie duża ilość chmur, obserwując przemieszczające się stopniowo w jego kierunku fronty złożone z chmur lub duże masy chmur.</p>
6.	<p>Jakie typy chmur są waszym zdaniem na badanych zdjęciach satelitarnych? Spróbujcie to odgadnąć, a następnie powiązać dany typ chmur z typową dla nich pogodą (deszcze, śnieg, burze, pogodne niebo itp.)</p>	<p>Miejsce na inwencję twórczą grupy. Np. – jeśli chmury są widoczne tylko w podczerwieni, z dużym prawdopodobieństwem SA to niegroźne, cienkie chmury typu Cirrus. Jeśli tylko w świetle widzialnym ale już nie w podczerwieni – mogą być to niskie chmury przynoszące deszcz. Jest tu szerokie pole do spekulacji ze względu na ograniczenie się tylko do dwóch zakresów obserwacji atmosfery.</p>
7.	<p>Porównajcie swoją „prognozę pogody” z danymi burzowymi udostępnionymi na stronie podanej przez nauczyciela (lub np. http://pl.blitzortung.org/live_lightning_maps.php?map=10). Czy wasze przewidywanie są zgodne z aktualnym rozkładem burz w ostatnich godzinach? Jeśli nie, co mogło pójść źle</p>	<p>Serwis Blitzortung prezentuje dla danego wycinka Ziemi aktualny stan burz – wyładowania z ostatnich godzin rejestrowane w czasie rzeczywistym. Są one oznaczone odpowiednimi kolorami, zgodnie ze skalą dostępną na stronie.</p>
8.	<p>W pliku z danymi satelitarnymi znajdziecie również dwa zdjęcia archiwalne z „Grupa 4” w nazwie.</p> <p>Przedstawiają one Europę w świetle widzialnym i podczerwieni - są wykonane z w tym samym czasie.</p> <p>Czy dostrzegacie pomiędzy nimi jakieś istotne różnice? Czy da się na ich podstawie wyróżnić konkretne typy chmur, które nad danym obszarem mogą być związane z konkretnym rodzajem pogody?</p>	<p>Miejsce na inwencję twórczą grupy. Np. – jeśli chmury są widoczne tylko w podczerwieni, z dużym prawdopodobieństwem są to niegroźne, cienkie chmury typu Cirrus. Jeśli tylko w świetle widzialnym ale już nie w podczerwieni – mogą być to niskie chmury przynoszące deszcz. Jest tu szerokie pole do spekulacji ze względu na ograniczenie się tylko do dwóch zakresów obserwacji atmosfery.</p>

	Gdzie są jakie temperatury?	
9.	Ostatnim analizowanym zdjęciem jest Ziemia obserwowana w paśmie pary wodnej (ang. Water Vapour WV). Na jego podstawie wskaż możliwe kierunki przepływu mas powietrza (wiatrów) oraz obszary o niższych i wyższych temperaturach atmosfery.	Generalna zasada: im jaśniejsze są obszary atmosfery w tym paśmie, tym większa jest tam wilgotność powietrza i tym wyższe chmury znajdują się ponad tymi miejscami na Ziemi. Mapa ta znakomicie „śledzi” również ruchy poziome mas powietrza (fronty, wiatry) – można wskazać przynajmniej przybliżony kierunek takich przepływów.