

3. Analiza i interpretacja informacji o środowisku geograficznym na podstawie obrazów satelitarnych

Obrazy satelitarne umożliwiają obserwację zmian zachodzących na powierzchni naszej planety w niewyobrażalnej dotąd skali. Dzięki wykorzystaniu techniki timelapse uczniowie mogą prowadzić analizę tych zmian w sali lekcyjnej.

■ Odniesienie do podstawy programowej

Zakres

Podstawa programowa z geografii dla liceum ogólnokształcącego (w zakresie podstawowym i rozszerzonym), technikum oraz branżowej szkoły II stopnia.

Cele kształcenia – wymagania ogólne

Zakres podstawowy

- I. Wiedza geograficzna.
 2. Zaznajomienie z różnorodnymi źródłami i metodami pozyskiwania informacji geograficznej.
 6. Rozumienie zasad racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody i zachowania dziedzictwa kulturowego.

Zakres rozszerzony

- I. Wiedza geograficzna.
 3. Identyfikowanie sieci powiązań przyrodniczych, społecznych, kulturowych, gospodarczych i politycznych w przestrzeni geograficznej.
 4. Zaznajomienie z geoinformacyjnymi narzędziami analizy danych geograficznych.
 5. Rozumienie możliwości wykorzystania technologii geoinformacyjnych w poznawaniu świata i identyfikowaniu złożonych problemów środowiska geograficznego.
- II. Umiejętności i stosowanie wiedzy w praktyce.
 7. Waloryzowanie zjawisk i procesów przyrodniczych oraz wartościowanie zachowań i działalności człowieka w środowisku geograficznym.
 8. Wykorzystywanie zdobytej wiedzy i umiejętności geograficznych w analizie i ocenie przemian przestrzeni geograficznej.
- III. Kształtowanie postaw.
 3. Rozumienie pozautilitarnych wartości elementów środowiska geograficznego i krajobrazów.
 4. Docenianie znaczenia dóbr kultury i zasobów przyrody w życiu człowieka, rozumienie konieczności racjonalnego ich użytkowania i ochrony.

5. Rozwijanie poczucia odpowiedzialności za stan i jakość środowiska geograficznego, kształtowanie ładu przestrzennego oraz przyszły rozwój społeczno-kulturowy i gospodarczy własnego regionu, Polski i świata

Treści kształcenia – wymagania szczegółowe

- XIII. Człowiek a środowisko geograficzne – konflikty interesów: wpływ działalności człowieka na atmosferę na przykładzie smogu, inwestycji hydrologicznych na środowisko geograficzne, rolnictwa, górnictwa i turystyki na środowisko geograficzne, transportu na warunki życia i degradację środowiska przyrodniczego, zagospodarowania miast i wsi na krajobraz kulturowy, konflikt interesów człowiek–środowisko, procesy rewitalizacji i działania proekologiczne. Uczeń:
- 2) ocenia wpływ wielkich inwestycji hydrologicznych (np. Zapory Trzech Przełomów na Jangcy, Wysokiej Tamy na Nilu, zapory na rzece Omo zasilającej jezioro Turkana) na środowisko geograficzne;
 - 4) wyjaśnia wpływ górnictwa na środowisko przyrodnicze na przykładzie odkrywkowych i głębinowych kopalni w Polsce i na świecie oraz dostrzega konieczność rekultywacji terenów pogórnicznych;
 - 8) identyfikuje konflikty interesów w relacjach człowiek–środowisko i rozumie potrzebę ich rozwiązywania zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju oraz podaje własne propozycje sposobów rozwiązania takich konfliktów.

■ Słowa kluczowe

Obrazy satelitarne, Google Earth Engine, timelapse, antropopresja, wylesianie, deglacja, urbanizacja.

■ Liczba lekcji, miejsce realizacji

2 lekcje; sala z komputerem i projektorem lub tablicą interaktywną oraz z dostępem do Internetu.

■ Cele lekcji

Uczeń:

- analizuje za pomocą obrazów satelitarnych zmiany, jakie są spowodowane działalnością człowieka w środowisku geograficznym;
- ocenia na wybranych przykładach wpływ działalności człowieka na środowisko geograficzne;
- identyfikuje konflikty interesów w relacjach człowiek–środowisko i rozumie potrzebę ich rozwiązywania zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju;
- wykorzystuje obrazy satelitarne w technice poklatkowej.

■ Środki dydaktyczne, źródła danych

- komputer z dostępem do Internetu;
- projektor multimedialny lub tablica interaktywna.

Wykorzystywane strony internetowe:

- animacje zdjęć satelitarnych w aplikacji Google Earth Engine <https://earthengine.google.com/timelapse/>;
- serwis <http://apps.agi.com/SatelliteViewer> przedstawiający rozmieszczenie satelitów okrążających Ziemię;
- serwis Amerykańskiej Służby Geologicznej <https://earthnow.usgs.gov/observer> umożliwiający śledzenie powstawania obrazów satelitarnych w czasie rzeczywistym;
- serwis Amerykańskiej Służby Geologicznej <https://earthexplorer.usgs.gov> do przeglądania i pobierania zdjęć satelitarnych;
- strona <http://www.floodmap.net> pokazująca obszary zatopione podczas podnoszenia się poziomu morza;
- serwis <http://www.worldometers.info/pl/> prezentujący różnorakie dane statyczne w czasie rzeczywistym.

■ Metody

Dyskusja, burza mózgów, praca ze stronami internetowymi.

■ Przebieg lekcji

Wprowadzenie

Nauczyciel przy wykorzystaniu strony <http://apps.agi.com/SatelliteViewer/> uświadamia uczniom liczbę satelitów na orbitach okołoziemskich. Omawia krótko ich funkcje, skupiając się na satelitach wykonujących obrazy satelitarne (Landsat, Sentinel, Terra, Aqua). Na stronie <https://earthnow.usgs.gov/observer> uczniowie śledzą powstawanie obrazów satelitarnych w czasie rzeczywistym. Nauczyciel uświadamia uczniom, że znaczna część tych materiałów jest ogólnodostępna i darmowa (np. na portalu <https://earthexplorer.usgs.gov/>).

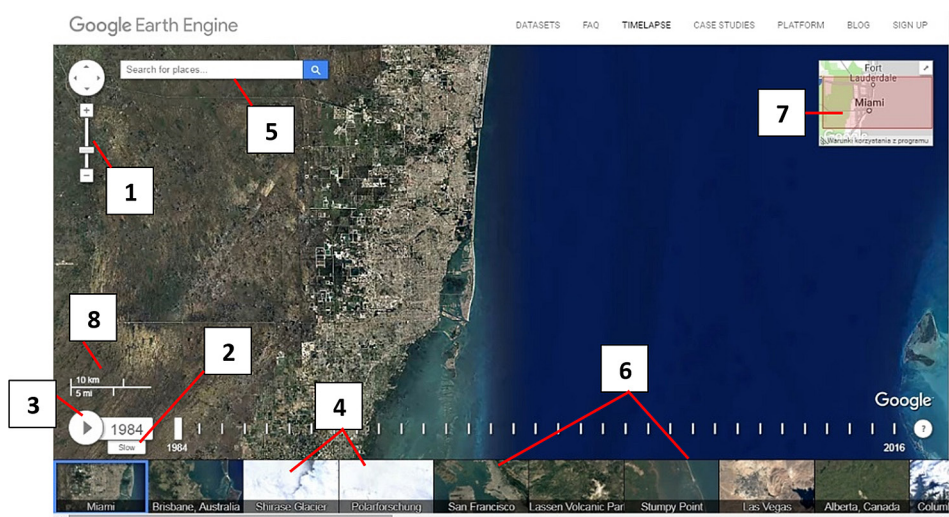
Realizacja lekcji

Nauczyciel w oparciu o stronę <http://www.worldometers.info/pl/> omawia wzrost populacji ludzkiej oraz antropopresji, wskazując takie pozycje, jak np. populacja ludzi na świecie, powierzchnia lasów wycięta w tym roku, grunty orne utracone w wyniku erozji, emisja CO₂, pustynnienie, emisja toksycznych związków chemicznych, ilość zużytej wody, zużyta energia (w tym z nieodnawialnych źródeł).

Najważniejszym etapem lekcji jest analiza zmian zachodzących na powierzchni Ziemi pod wpływem działalności człowieka, w oparciu o obrazy satelitarne. W czasie zajęć wykorzystywana jest technika timelapse, która polega na tworzeniu krótkich filmów poklatkowych, ze zdjęć wykonywanych z tych samych ujęć, w określonych odstępach czasu. Na stronie Google Earth Engine (<https://earthengine.google.com/timelapse/>) w technice tej opracowano obrazy satelitarne, umożliwiając śledzenie zmian zachodzących na powierzchni kuli ziemskiej w latach 1984–2016.

Nauczyciel krótko omawia nawigację po stronie, skupiając się na takich aspektach, jak (ryc. 1):

1. przybliżanie lub oddalanie obrazu (możliwe także za pomocą myszki);
2. ustalanie tempa odtwarzania filmów poklatkowych (slow/medium/fast);
3. zatrzymywanie lub wznawianie odtwarzania filmów;
4. wyświetlanie obrazów satelitarnych z wybranych lat (po uprzednim zatrzymaniu filmu);
5. wyszukiwanie miejsc;
6. odtwarzanie gotowych przykładów;
7. mapa obszaru widocznego na zdjęciu satelitarnym;
8. skala mapy.



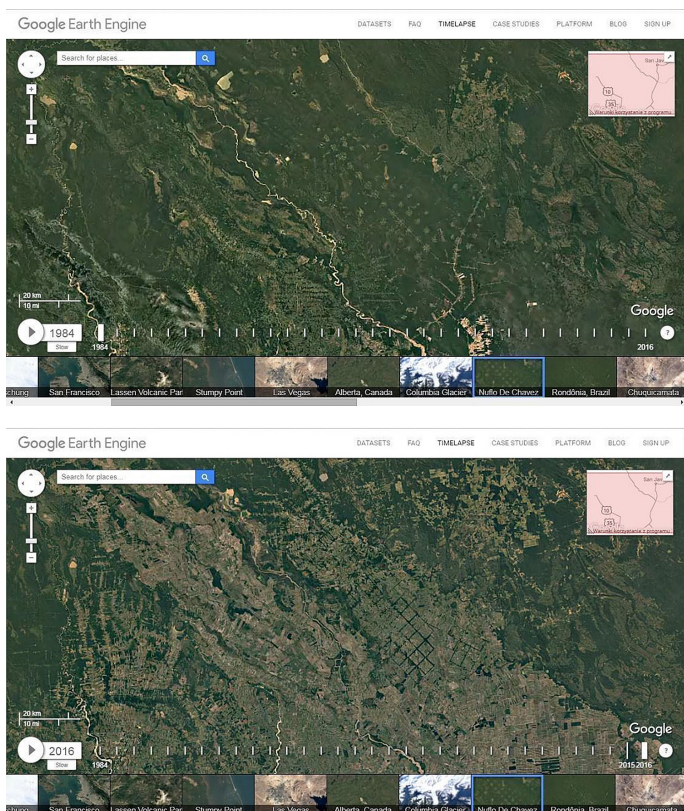
Ryc. 1. Nawigacja po stronie <https://earthengine.google.com/timelapse/> (opisy numerów w tekście głównym – powyżej rysunku)

Następnie w oparciu o przykłady ze strony Google Earth Engine omawiane są zmiany w wyniku antropopresji rejestrowane na powierzchni Ziemi na obrazach satelitarnych. Miejsca wymienione w opisie zlokalizować można przy wykorzystaniu wyszukiwarki.

Wylesianie

W celu przedstawienia efektów wylesiania i skali tego zjawiska nauczyciel posługuje się gotowymi przykładami ze strony Google Earth Engine – Nuflo De Chavez (Boliwia) i Rôndonia (Brazylia) (ryc. 2).

Do przyczyn wylesiania zalicza się m.in. wzrost powierzchni obszarów wykorzystywanych rolniczo (pastwisk, plantacji i pól) lub wycinka drzew na potrzeby przemysłu drzewnego. Skutkiem deforestacji jest wzrost zawartości CO_2 w atmosferze, niszczenie naturalnych ekosystemów (wymieranie gatunków roślin i zwierząt), wzrost erozji gleb, obniżenie się poziomu wód gruntowych i podwyższenie zagrożenia powodziowego. Czasami deforestacja dokonuje się poprzez gospodarkę żarową (wypalanie lasów), co dodatkowo przyczynia się do emisji gazów cieplarnianych na dużą skalę oraz zabijania wielu roślin i zwierząt.

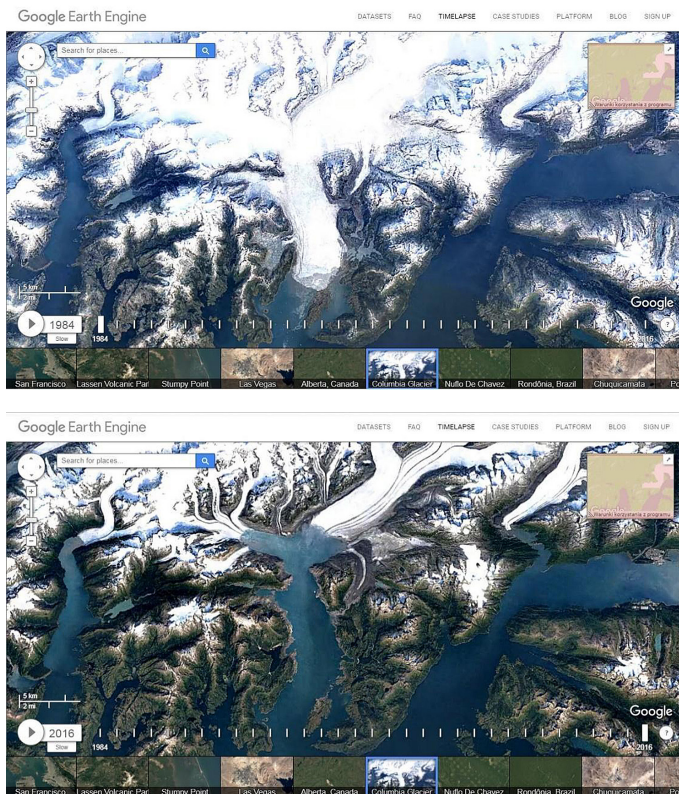


Ryc. 2. Zmiany wywołane przez wylesianie terenów w rejonie Nuflo De Chavez (Boliwia; ciemna zieleń to lasy, a jaśniejsze barwy to obszary wylesione). Obraz satelitarny u góry został wykonany w 1984, a na dole w 2016 r.

Deglacjacja

Deglacjacja jest zmniejszaniem się powierzchni lodowców na skutek ocieplania się klimatu. Nauczyciel prezentuje efekt deglacjacji na przykładzie lodowca Columbia (ang. *Columbia Glacier*) (ryc. 3).

Człowiek pośrednio oddziałuje na ten proces poprzez np. emisję gazów cieplarnianych i wycinanie lasów. Najpoważniejszym skutkiem deglacjacji jest podnoszenie się poziomu oceanu światowego. Zagrożenia będące efektem tego procesu nauczyciel może zaprezentować w oparciu o informacje na stronie <http://www.floodmap.net/>. Inne skutki deglacjacji to wzrost dostępności złóż surowców mineralnych i zmniejszenie się albedo powierzchni ziemi (co poprzez sprzężenie zwrotne także przyczynia się do ocieplania klimatu i wzrostu tempa deglacjacji).

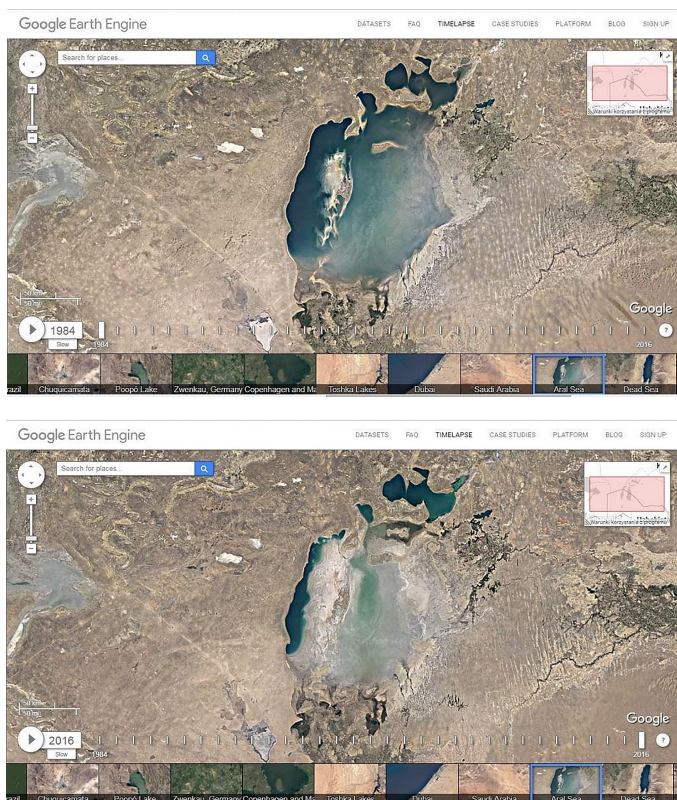


Ryc. 3. Zarejestrowana recesja lodowca Columbia na Alasce. Obraz u góry wykonany w 1984, na dole w 2016 r.

Wysychanie jezior

Proces ten może zostać przedstawiony w oparciu o przykłady Jeziora Aralskiego i Poopó (Jezioro Aralskie na ryc. 4 – gotowy przykład ze strony; jezioro Poopó można zlokalizować z zastosowaniem okna wyszukiwarki).

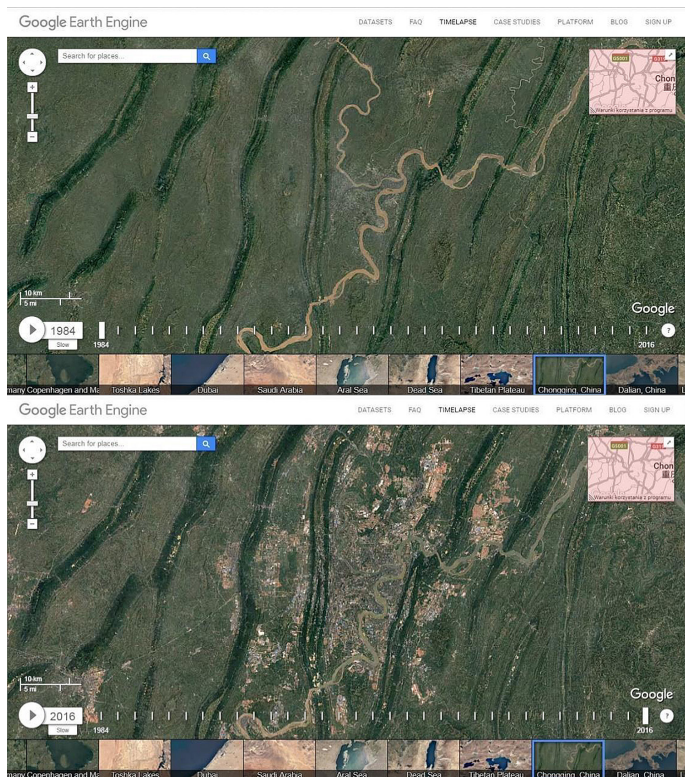
Przyczyną zaniku Jeziora Aralskiego było rabunkowe wykorzystywanie wody z rzek Amu-darii i Syr-darii zasilających ten zbiornik wodny. Woda za pomocą gęstej sieci kanałów trafiała na pola bawełny. Skutkiem wysychania Jeziora Aralskiego był m.in. upadek rybołówstwa, zmniejszenie ilości plonów, wzrost kontynentalizmu klimatu i pustynnienie obszarów. W przypadku jeziora Poopó główną przyczyną wysychania były zmiany klimatyczne.



Ryc. 4. Wysychanie Jeziora Aralskiego. U góry stan z 1984, a na dole z 2016 r.

Zwiększanie się powierzchni obszarów miejskich

Współczynnik urbanizacji wzrósł od 2,4% na początku XIX w. do ponad 50% współcześnie. Wzrost powierzchni obszarów miejskich wiąże się z całkowitym przekształceniem przez człowieka wszystkich elementów środowiska przyrodniczego na danym obszarze. Zmianie ulega albedo powierzchni, rzeźba terenu, stosunki wodne. Wzrasta zanieczyszczenie środowiska (także światłem) i zużycie wody. Proces ten może zostać zaprezentowany na przykładach: Las Vegas (USA) (gotowy przykład z listy w serwisie Google Earth Engine), Dubaju (Zjednoczone Emiraty Arabskie) i Chongqin (Chińska Republika Ludowa) (ryc. 5).



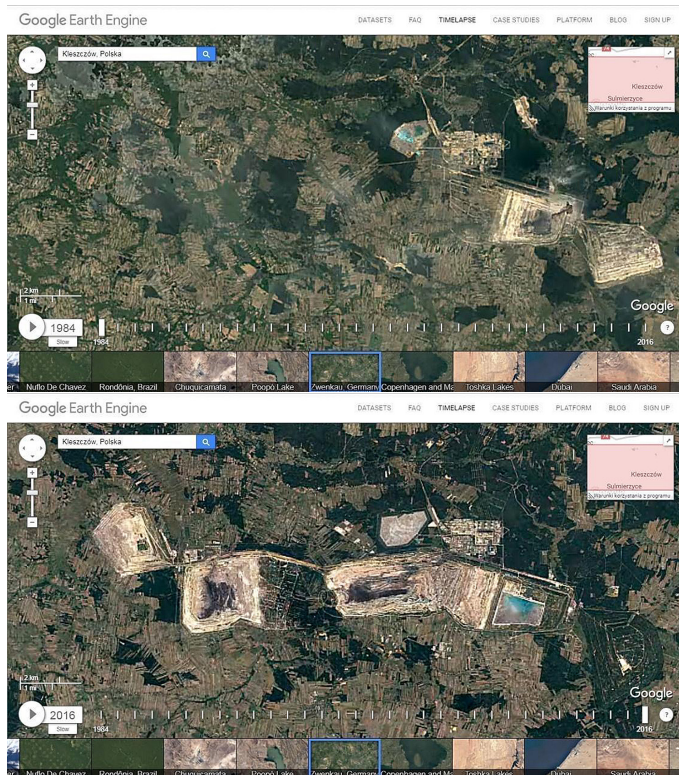
Ryc. 5. Rozwój miasta Chongqing. U góry wielkość miasta w 1984, a u dołu w 2016 r.

Zmiany powodowane górnictwem

Górnictwo odkrywkowe węgla brunatnego prowadzi do powstawania wielkich wyrobisk i całkowitego zniszczenia środowiska przyrodniczego na danym obszarze. Powstawanie takich wielkich wyrobisk można zaprezentować na przykładach kopalni w Bełchatowie (ryc. 6), w Zwenkau i Chociebużu (Niemcy).

Z kolei skutkiem górnictwa głębinowego węgla kamiennego jest powstawanie licznych szkód na powierzchni. W rejonie m.in. Jastrzębia-Zdroju można obserwować np. powstawanie wielu zalewisk wodnych w nieckach z osiadania gruntu lub wielkich hałd pokopalnianych. Na potrzeby górnictwa węgla kamiennego wydobywa się także piasek podsadzkowy. Powstawanie takich wyrobisk można obserwować na przykładzie Pogorii w Dąbrowie Górniczej.

Destrukcyjne dla środowiska jest też wydobywanie bituminów. Przekształcenia środowiska na dużą skalę można zobaczyć w okolicach Fortu McMurray (Kanada).



Ryc. 6. Rozrastanie się kopalni odkrywkowej węgla brunatnego w Bełchatowie (żółta barwa to kopalnia odkrywkowa). U góry stan z 1984, na dole z 2016 r.

Tworzenie sztucznych zbiorników wodnych

Sztuczne zbiorniki wodne tworzone są m.in. w celu produkcji energii elektrycznej, przeciwdziałania powodziom lub retencjonowania wody pitnej. Jednak ich budowa często wiąże się z wysiedlaniem ludności oraz niszczeniem cennych przyrodniczo i kulturowo obszarów. Czasami nieprzemysłane inwestycje tego typu prowadzą do katastrof o dużych rozmiarach (np. Vajont, Włochy – gdzie falowanie zbiornika doprowadziło do podmycia stoków i powstania wielkich osuwisk, których skutkiem było przelanie się wody przez koronę zapory, ogromne zniszczenia i straty w ludziach). Powstawanie takich zbiorników można zaprezentować na przykładach Zapory Trzech Przełomów w Chinach lub Zbiornika Czorsztyńskiego w Polsce (Zaporę Trzech Przełomów zlokalizować można, wpisując w wyszukiwarkę Yichang; Zbiornik Czorsztyński – Czorsztyń).

Podsumowanie

Na koniec lekcji nauczyciel prowadzi z uczniami dyskusję na temat wpływu rosnącej populacji ludzi i konsumpcjonizmu na środowisko. Zwraca im uwagę, że obszarów,

które moglibyśmy określić mianem środowiska naturalnego, ubywa w zastraszającym tempie, a ludzie zmieniając często pojedyncze elementy środowiska, uruchamiają mechanizmy, których sami nierzadko do końca nie rozumieją. Nauczyciel prowadzi burzę mózgów, podczas której uczniowie zastanawiają się, w jaki sposób, utrzymując rozwój gospodarczy, możemy minimalizować nasz negatywny wpływ na środowisko.

Praca domowa

Opcja 1. W oparciu o filmy poklatkowe ze strony Google Earth Engine wyszukaj przykład rekultywacji terenu zdegradowanego uprzednio przez człowieka. Krótko opisz, co było przyczyną jego degradacji i jak wykorzystywany jest po zrehabilitowaniu.

Opcja 2. W oparciu o filmy poklatkowe ze strony Google Earth Engine przeanalizuj zmiany, które zaszły na powierzchni terenu w twojej okolicy.

Uwaga: Zarówno w przypadku gotowych przykładów z listy, jak i miejsc zlokalizowanych z wykorzystaniem wyszukiwarki, często korzystne jest oddalenie obrazu, aby w pełni móc ocenić skalę zmian, które zaszły na powierzchni terenu (bądź zatrzymanie przybliżania poprzez kliknięcie w okno).