

Symulacja powstawania dziury ozonowej

Dokumentacja projektu

Norbert Zagożdżon
Kamil Bienek
Piotr Paruch

sem. IV, 2019/2020
Symulacja dyskretna
systemów złożonych

Opis projektu

Celem projektu jest symulacja procesu tworzenia się dziury ozonowej w czasie ostatnich ok. 40 lat, to znaczy od momentu, w którym badacze zwrócili uwagę na ten problem i kiedy to zaobserwowano po raz pierwszy w historii spadek poziomu ozonu w stratosferze poniżej 220 DU(Dobson Unit), czyli właśnie dziurę ozonową.

Opis zjawiska

Dziura ozonowa- zjawisko polegające na redukcji ilości ozonu w stratosferze. Występuje głównie w obszarach podbiegunowych.

Ozon tworzy się i rozpada pod wpływem światła słonecznego, dlatego odnotowuje się jego wahania w skali roku, poza tym naturalny stan ozonosfery zmienia się z zależności od szerokości geograficznej. Mimo to naukowcy odnotowali w latach 80. wyraźny spadek zawartości ozonu w stratosferze. Ustalono, że czynnikiem, który głównie przyczynił się do powstania tego problemu była wzmożona emisja freonów używanych do produkcji aerozoli.

Niestety cząsteczki freonów nie rozpadają się w troposferze i nie reagują z innymi substancjami; mogą krążyć w atmosferze bez żadnego uszczerbku nawet przez 100 lat. Rozkładają się dopiero wtedy, gdy przedostają się do ozonosfery. Obliczono, że zawartość ozonu malała w niepokojącym tempie – na równiku ok. 0,2% rocznie, a w szerokościach umiarkowanych do 0,8% w ciągu roku. Najgorzej było jednak tuż nad Antarktydą, gdzie ubytek powiększył się w krytycznym momencie aż o 15%.

Sprawę dodatkowo utrudnia noc polarna – w związku z długim okresem niedoświetlenia ozon wytwarza się o wiele wolniej, podczas gdy jego rozpad spowodowany przez zanieczyszczenia wcale nie ustaje. Ozon jest więc niszczone

szybciej niż wytwarzany, a to zwiastuje systematyczną redukcję warstwy ozonowej i ekologiczną katastrofę.

Struktura projektu

Projekt składa się z elementów wykonujących niezależne od siebie zadania. Wykorzystane zostały języki Java oraz Python.

W pierwszej kolejności dane historyczne zostały przetworzone na pliki graficzne przedstawiające poziom ozonu w zależności od szerokości geograficznej.

W kolejnym kroku obrazy są nakładane na sferę, w rezultacie czego uzyskujemy wizualizację poziomu ozonu na całej kuli ziemskiej danego dnia - docelowo ma ona służyć do porównania z wynikami symulacji.

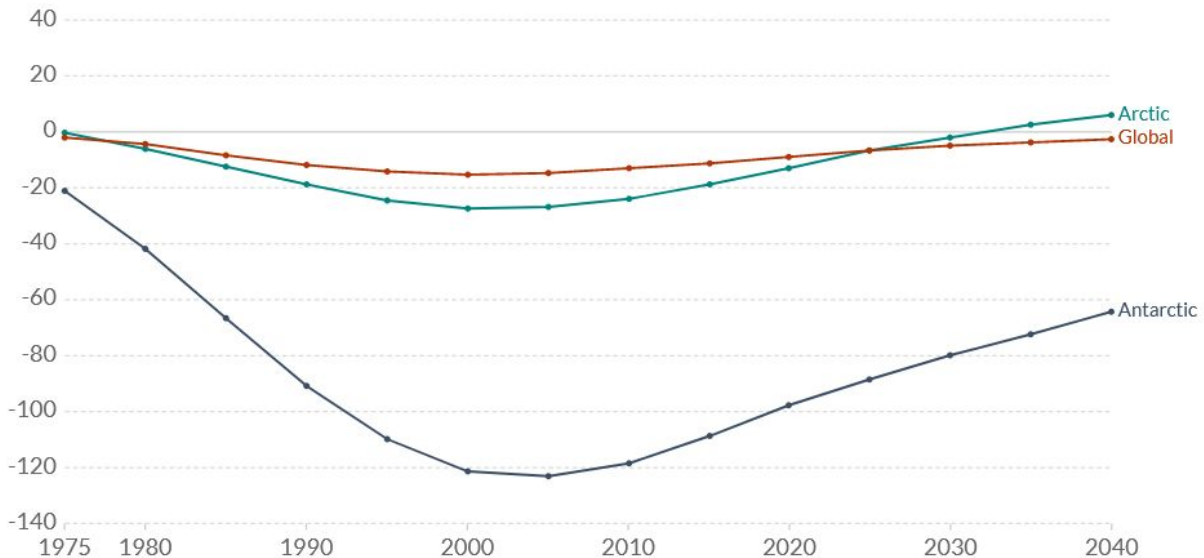
W celu przetwarzania wartości ozonu w latach kolejnych, wybrany jako bazowy został rok 1985. Uzyskane w wyniku symulacji wartości zostają również zwizualizowane(i poddane procesowi „wygładzania”) oraz zestawione z danymi oryginalnymi, tj. zmierzonymi.

Model symulacyjny

Stratospheric ozone concentration projections, 1975 to 2040

Stratospheric ozone concentrations with projections to 2100 based on chemistry-climate models. Ozone concentrations are measured relative to levels in 1960 (1960 = 0), and measured as the global average, and regional average. Figures represent the mean across a number of model runs; model projections have notable uncertainty around such average trends.

Our World
in Data



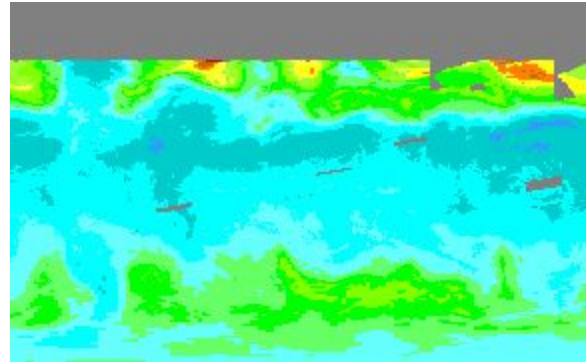
Na podstawie danych pochodzących z projekcji skupienia ozonu, jego poziom każdego dnia zostaje odpowiednio “przeskalowany” w zależności od szerokości geograficznej względem roku bazowego, tj. 1985. W ten sposób uzyskane zostają wartości zbliżone do rzeczywistych, co świadczy o wpływie chlorofluorowęglowodórów na powstanie i zwiększenie się powierzchni dziury ozonowej (główny czynnik przy badaniach nt. koncentracji ozonu).

Działanie symulatora

Python

W tej części projektu zajmujemy się obróbką danych udostępnionych przez NASA oraz zamianą ich na obrazy.

Pierwotny program konwertował dane NASA na obrazy przedstawiające stężenie ozonu w danych miejscach kuli ziemskiej.

[illegible]

Konwertowanie polegało na zamianie danych z plików na listy dwuwymiarowe reprezentujące szerokość i długość geograficzną za pomocą klasy DataScaper.

[illegible]

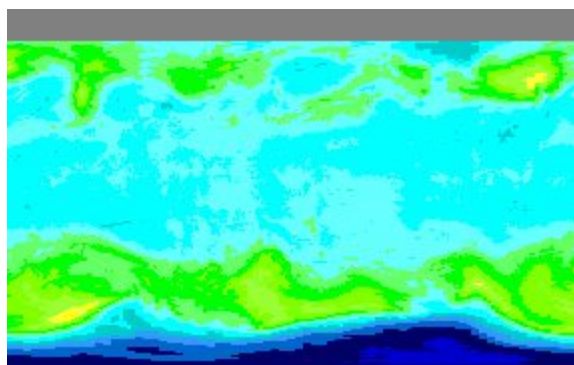
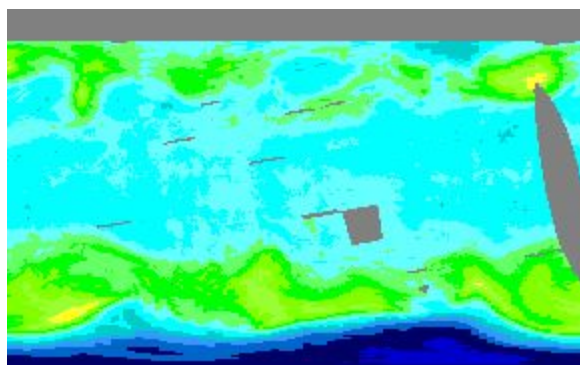
Następnie wartości Dobson unit umieszczone w tych listach zostały odwzorowane w formacie RGB, dzięki czemu dane będą mogły zostać zaprezentowane graficznie. Przełożenie danych na format .png możliwy jest dzięki metodzie `converttopng()`.

```
type year to convert: 1985
255), (102, 255, 255), (0, 255, 255), (0, 255, 255), (0, 255, 255), (0, 255, 255), (0, 255, 255), (0, 204, 204), (0, 255, 255), (0, 255, 255), (0, 255, 255),
success!
[(128, 128, 128), (128, 128, 128), (128, 128, 128), (128, 128, 128), (128, 128, 128), (128, 128, 128), (128, 128, 128), (128, 128, 128), (128, 128, 128), (128, 128, 128), (128,
success!
```

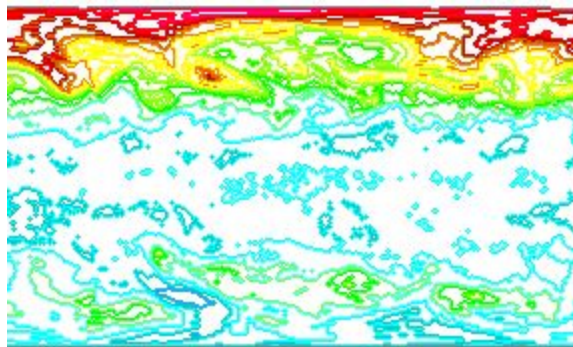
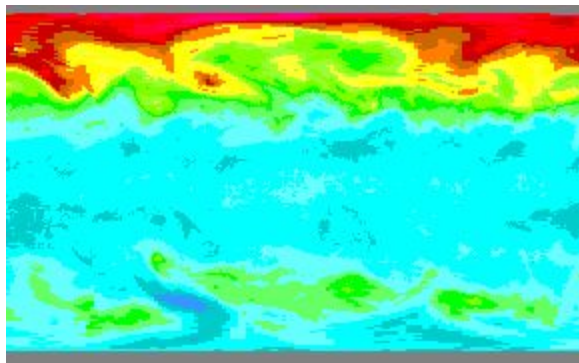
Postanowiliśmy wybrać rok, który będziemy modyfikować na podstawie naszego modelu i próbować upodobnić do innych lat.

Jako bazowy rok został wybrany 1985. Spełniał on nasze oczekiwania względem wielkości dziury, którą chcieliśmy sukcesywnie powiększać.

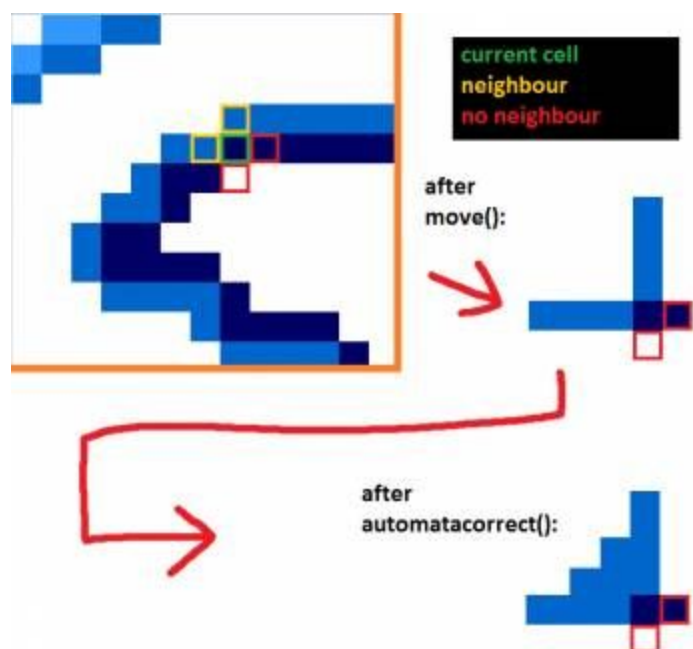
Problemem jednak okazały się dni, w których występował brak danych na obszarach, które nie znajdowały się na biegunach. W celu “załatania” tych dziur powstała funkcja `holefiller()`.



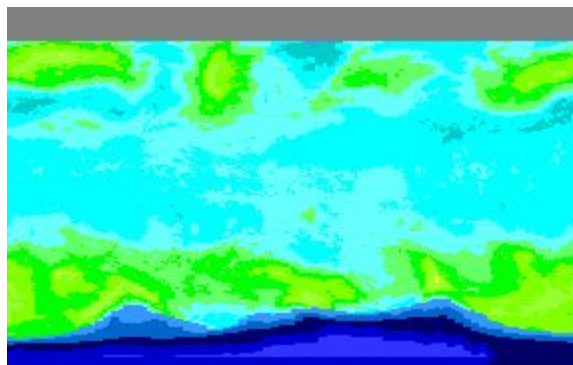
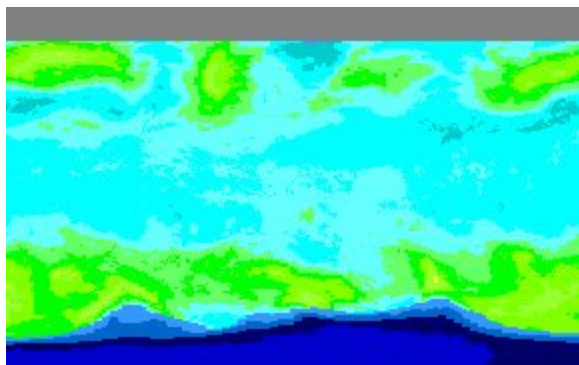
Następnie zadaliśmy sobie pytanie jak “poruszać” ma się nasza dziura? Stworzona została funkcja `areamarker()` zakreślająca obszary o podobnych wartościach ozonu.



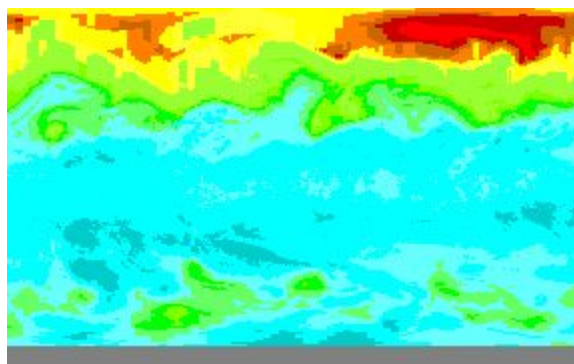
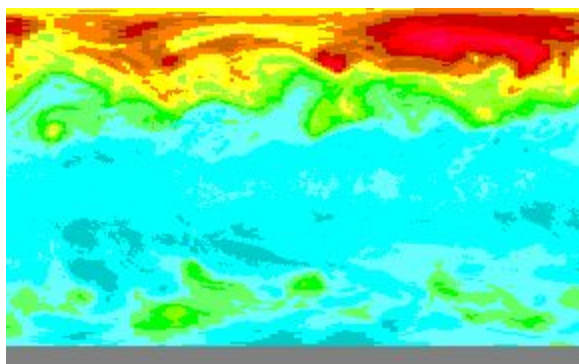
Na podstawie tych obszarów byliśmy w stanie wyznaczyć kierunki rozszerzania się dziury. Wyznaczyliśmy graniczną ilość DU, którą uznaliśmy za naszą dziurę i szukaliśmy tzw. “sąsiadów” czyli wartości nie kwalifikujących się do dziury. W ich stronę wykonywane zostawało następnie powiększanie.



W przypadkach, gdy dziura powiększała się o większe rozmiary zdecydowaliśmy się dodawać kolejne warstwy kolorystyczne, by możliwie najlepiej odwzorować rozrastające się zjawisko.

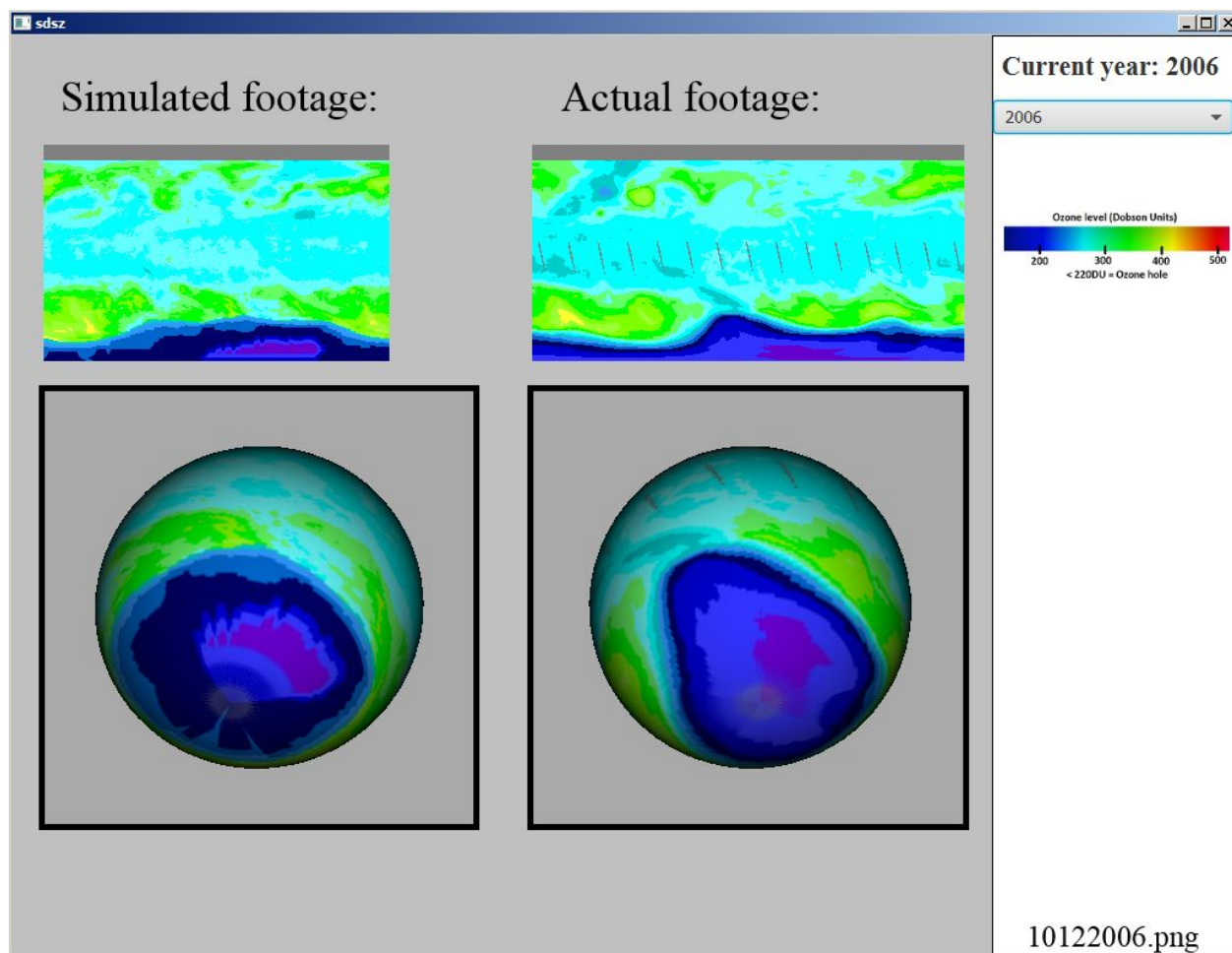


Po próbach manipulacji dziurą zwróciliśmy uwagę na obszary, których nasze główne zjawisko nie obejmuje. W okolicach równika oraz na biegunie północnym stężenie ozonu jednak również przechodziło pewne modyfikacje na przestrzeni lat. Do odzwierciedlenia tej sytuacji wykorzystane zostały `delthebiggest()` oraz `movedown()`. Metoda `delthebiggest()` pozbywa się nadmiarowych wartości DU względem danego roku, zaś `movedown()` zmniejsza obszar danej warstwy ozonowej



Java

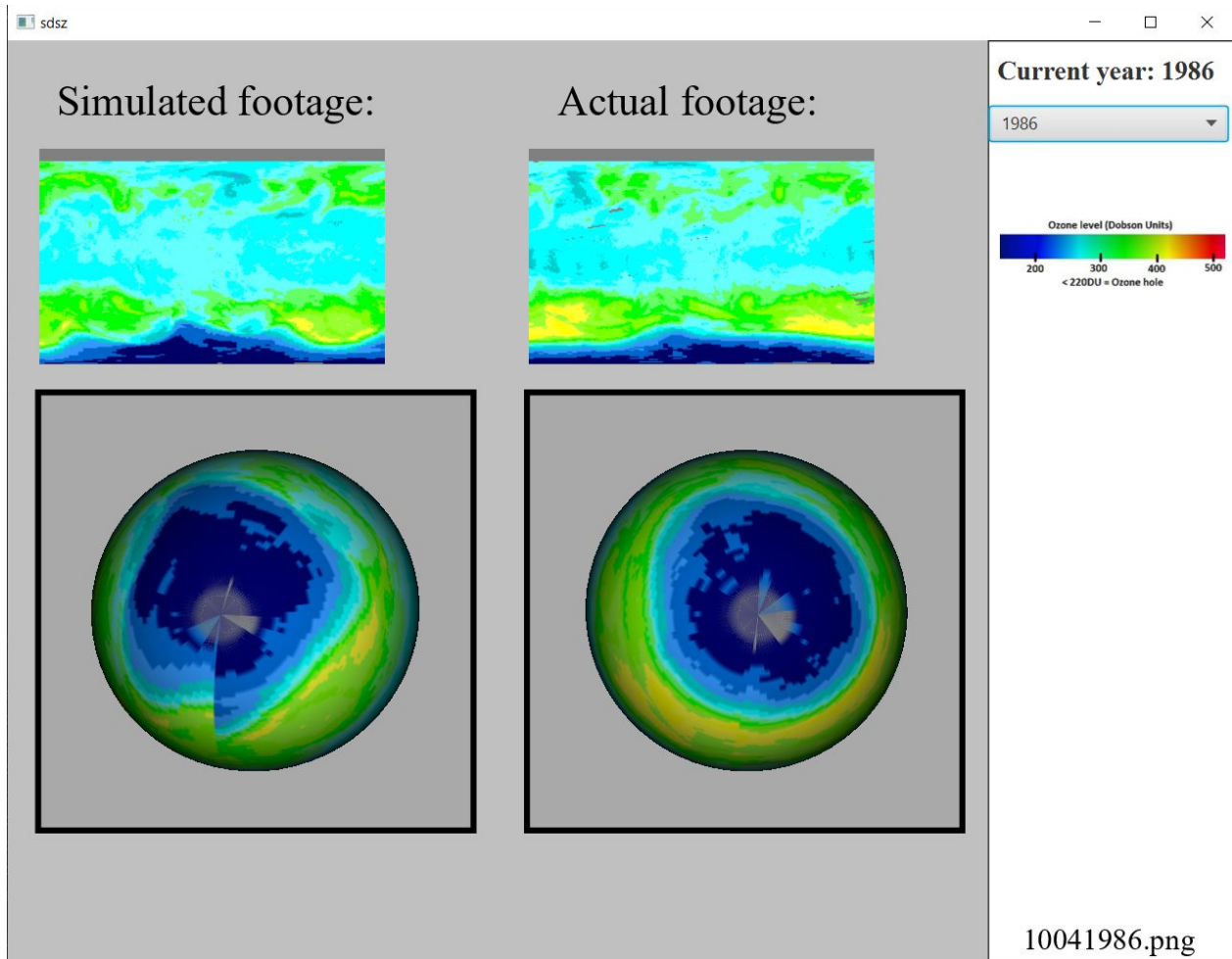
Finalne obrazy utworzone w poprzedniej części projektu prezentowane są za pomocą biblioteki JavaFX. W niej stworzone zostały dwa modele kuli ziemskiej, na których porównywane zostały wyniki symulacji wraz z rzeczywistymi pomiarami stężenia ozonu w atmosferze.

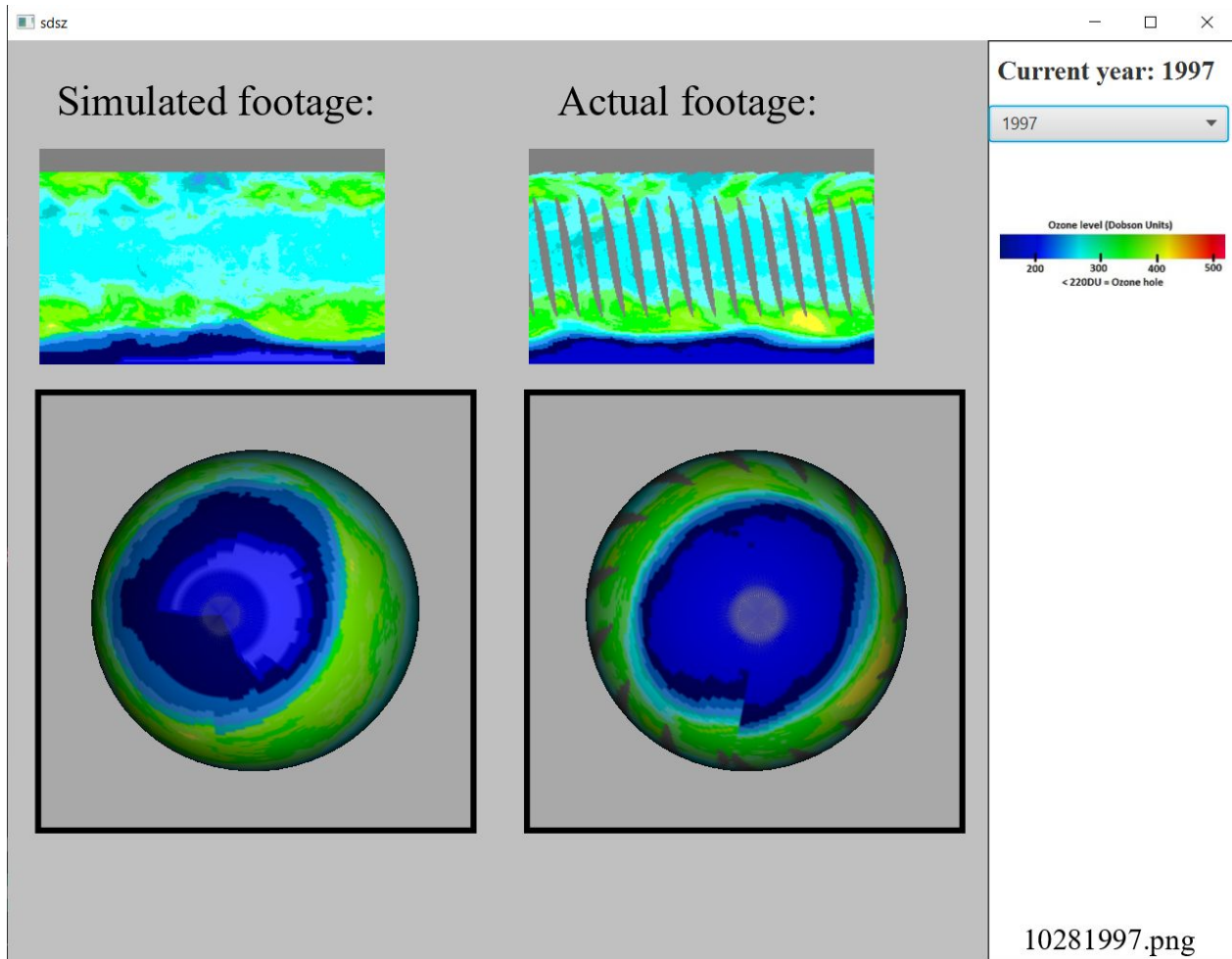


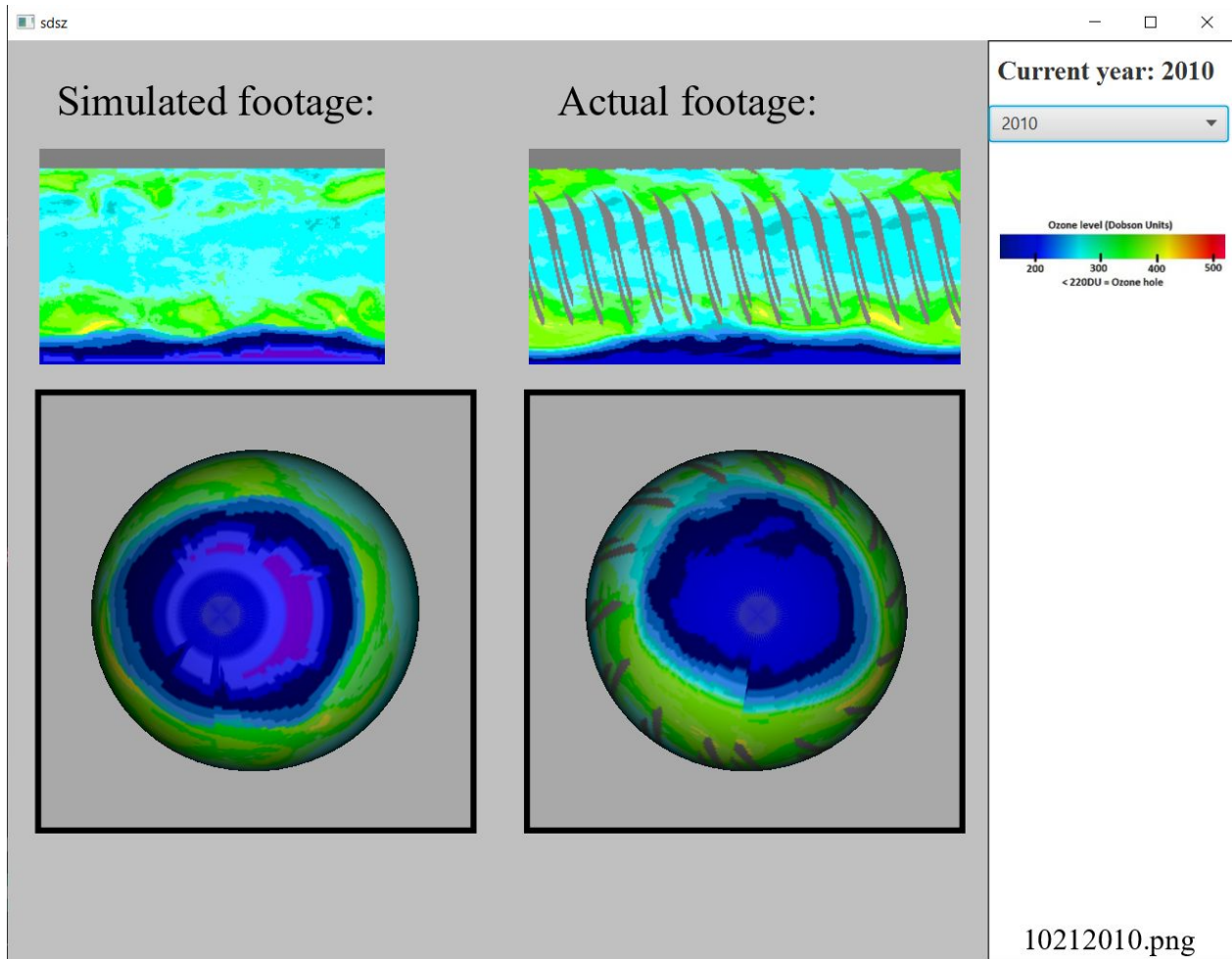
Wyniki symulacji

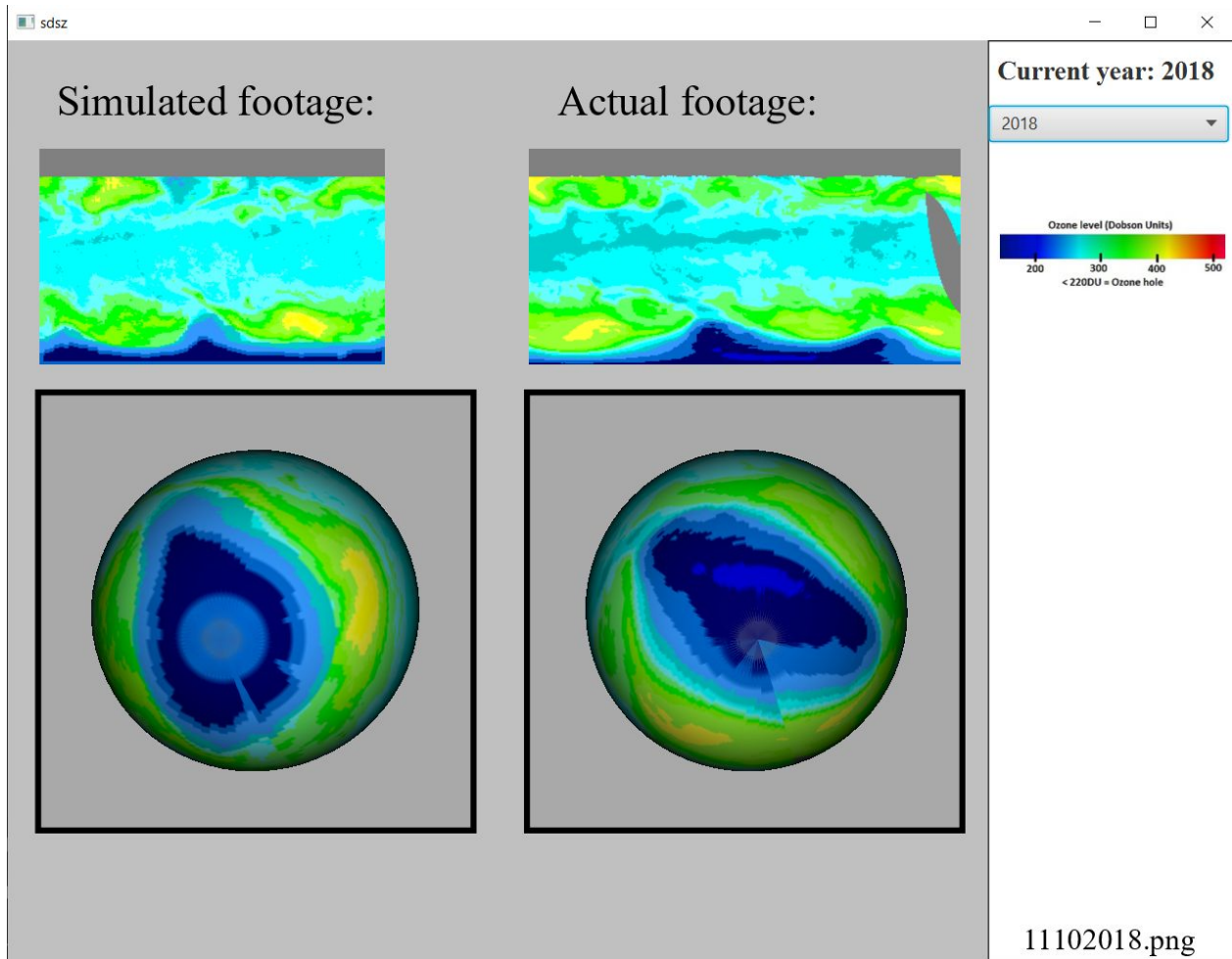
Podczas testowania naszej symulacji stworzone zostały obrazy prezentujące poprzednie 35 lat. Zważając na fakt, z jak nieprzewidywalnym zjawiskiem mieliśmy do czynienia, nasze wyniki uważamy za poprawne. Zwracaliśmy uwagę głównie na to jaki obszar w danym roku zajmowała dziura, oraz jak zmieniały się wartości ozonu na obszarach nie obejmowanych przez nasze zjawisko.

Oto porównanie jak symulowana i rzeczywista dziura zmieniała się na przestrzeni lat:









Wnioski symulacji

O złym wpływie freonów na atmosferę wiemy już od wielu lat. Chcieliśmy jednak sprawdzić w jakim stopniu ten fakt wpływał na naszą codzienność. Po analizie sytuacji dziury ozonowej na przestrzeni wielu lat zarówno prezentowanej przez oficjalne dane NASA jak i przez naszą symulacje zdaliśmy sobie sprawę jak ogromnej katastrofy uniknęliśmy.

Naukowcy przewidują, że warstwa ozonowa może zregenerować się całkowicie do 2060 roku, ale gdybyśmy tak szybko nie zareagowali, do 2060 roku sytuacja mogłaby się już wymknąć spod kontroli.

Bibliografia

<https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/data/> - historyczne dane dot. poziomu ozonu
począwszy od 1978 r.

<https://ourworldindata.org/ozone-layer> - ozone-depleting substance emissions

https://pl.wikipedia.org/wiki/Dziura_ozonowa

<https://airly.eu/pl/dziura-ozonowa-o-co-w-tym-wszystkim-chodzi-przyczyny-i-skutki-przerzedzania-sie-ozonosfery>