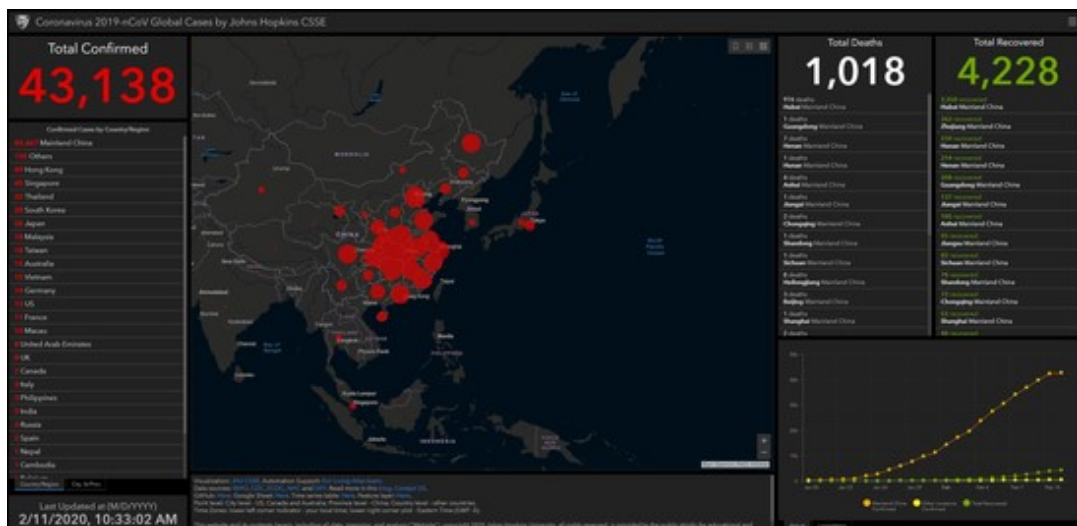


Mapy epidemii wczoraj i dziś

Kartografowie mapują przypadki zachorowań na koronawirusa w bardziej wyrafinowany sposób niż poprzednie epidemie. Ale początki wizualizowania pandemii miały miejsce już podczas wystąpień cholery i żółtej febry.

Ponieważ przypadki wystąpienia koronawirusa mnożą się, interaktywne mapy pomagają zrozumieć rozprzestrzenianie się choroby i panikę z nią związaną.

Jednym z najlepszych przykładów jest [kokpit menedżerski](#) o uderzającej czerwono-czarnej konstrukcji, zbudowany przez Center for Systems Science and Engineering na Uniwersytecie Johnsa Hopkinsa (JHU). Korzystając z narzędzi firmy Esri, JHU gromadzi w czasie rzeczywistym dane z ośrodków służby zdrowia na całym świecie. Im dla danego obszaru geograficznego większa jest czerwona bańka, tym więcej przypadków zachorowań tam zidentyfikowano. Śmiertelność w wyniku epidemii w tygodniu prezentowanym na poniższej ilustracji wyniosła ponad 1 000 osób, co czyni ją groźniejszą niż [epidemia SARS w 2003 roku](#).



Rys. 1. Internetowy kokpit menedżerski JHU zbudowany w celu śledzenia rozprzestrzeniania się epidemii COVID19, według Esri, na dzień 31 stycznia 2020 roku miał 52 miliony wejść.

Metabiota, firma specjalizująca się w zarządzaniu zagrożeniami pandemicznymi, dodała koronawirus COVID19 do swojej listy ponad 130 patogenów, które już śledzi na całym świecie. Utworzyła mapę korzystającą z palety stonowanych kolorów – wyjątek stanowią migające pomarańczowe kropki, które sygnalizują na bieżąco obecność wirusa w danym kraju.



Rys. 2. Metabiota zestawia dane z wielu organizacji służby zdrowia w celu śledzenia trwających epidemii. Posiada również informacje o tysiącach poprzednich epidemii. (Metabiota, Epidemic Tracker)

Ale czy to naprawdę jest coś nowego?

Przestrzenne wizualizacje epidemii sięgają wieków wstecz. Próbowano to robić od XVII wieku. Ale w ostatnich dziesięcioleciach kartografia medyczna rozwinęła się i zdemokratyzowała dzięki postępowi technologicznemu, który umożliwiły komputery. Przyczynia się do tego również internet, który – oprócz coraz wydajniejszych urzędów – umożliwia szybkie gromadzenie i udostępnianie danych.

Przez wieki geografowie i pracownicy służby zdrowia wykorzystywali tzw. systemy informacji geograficznej (GIS) do tworzenia teorii na temat przyczyn wystąpienia danego wybuchu

choroby w oparciu o grupowanie ofiar. A teraz mogą oni również przewidzieć w czasie rzeczywistym, w jaki sposób trwająca epidemia może ewoluować, a także ustalić politykę w oparciu o modele przewidywanych trendów.

„Podstawowym celem stosowania GIS w przeszłości było lepsze zrozumienie tego, co się wydarzyło oraz niektórych podstawowych przyczyn”, powiedziała Este Geraghty, dyrektor ds. medycznych i rozwiązań zdrowotnych w Esri. „Ale dzisiaj, GIS ewoluował, więc możemy zrobić o wiele więcej”.

Mapy w czasach cholery

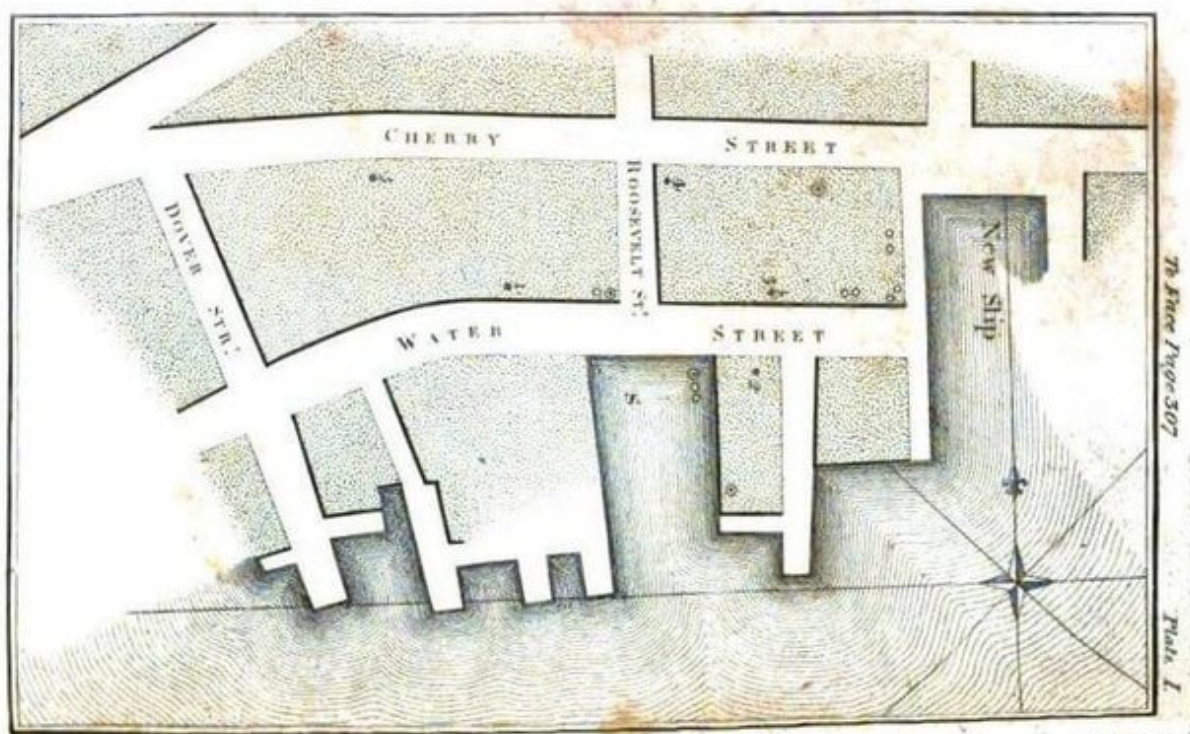


Rys. 3. Na najwcześniejszej udokumentowanej mapie zachorowań Fillipo Arrieta przedstawił strategię powstrzymywania rozprzestrzeniania się choroby w regionie Bari, Włochy 1690-92. (Controlling the Geographical Spread of Infectious Disease: Plague in Italy, 1347-1851)

Według Toma Kocha, profesora geografii na Uniwersytecie Kolumbii Brytyjskiej i autora książki „[Kartografia chorób](#)”, pierwsze mapowanie chorób datuje się na rok 1692. W tym czasie w całej Europie siała spustoszenie dżuma, a Fillippo Arrieta,

włoski królewski audytor, przedstawił przestrzennie [strategie powstrzymania rozprzestrzeniania się choroby](#) w regionie Bari we Włoszech. Na mapie Arriety, Bari jest oddzielone od reszty kraju przerywaną linią, która reprezentuje „cordon sanitaire”. Na terenie zamkniętej prowincji znajdują się dwa mniejsze obszary, oddzielone od reszty grubszą linią. Uważny czytelnik widzi duże litery „D” na górze prawego obszaru, co oznacza, że prowincja jest zarażona dżumą.

Jednak [według badań Kocha](#) pierwsze prawdziwie szczegółowe badanie przestrzenne epidemii pojawiło się dopiero około roku 1797 w Medical Repository (Repozytorium Medycznym), w publikacji Valentine’a Seamana prezentującej mapy epidemii żółtej febry w Nowym Jorku. Seaman nałożył na lokalizację przypadków żółtej febry (kropki na poniższej) położenie wysypisk śmieci i kanalizacji na dolnym Manhattanie. Zaznaczył te miejsca grubą literą „S.” Zastanawiając się nad swoimi spostrzeżeniami, [Seaman](#) doszedł do wniosku, że śmiertelny wybuch epidemii był związany z tymi obszarami i ich zgubnymi wyziewami.



Rys. 4. Valentine Seaman, badanie przyczyny występowania

żółtej febry w Nowym Jorku, w *Medical Repository*, 1797.
(Brian Altonen).

A nawet jeśli teoria Seamana nie była do końca słuszna – żółta febra jest przenoszona przez komary, które rozmnażały się w tych wysypiskach śmieci – właśnie wtedy narodziło się na poważnie mapowanie chorób. Z czasem technologia się rozwinęła, a dane dotyczące chorób stały się bardziej dostępne, jak pisze Koch. Jednak dopiero w połowie XIX wieku, kiedy epidemia cholery masowo uderzyła w Europę, a szczególnie w Wielką Brytanię, nastąpiła eksplozja mapowania chorób.

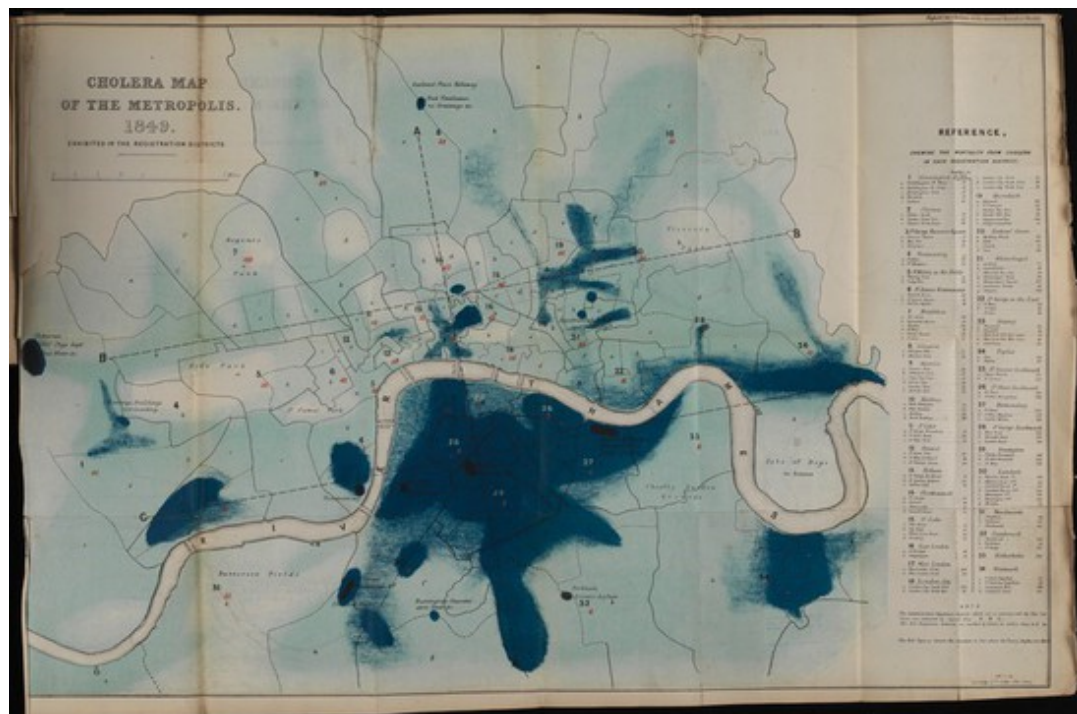


Rys. 5. John Snow, mapa pokazująca stwierdzone przypadki zgonów z powodu cholery. Czarne kreski przedstawiają pojedyncze zgony. (archiwa online Wellcome Collection)

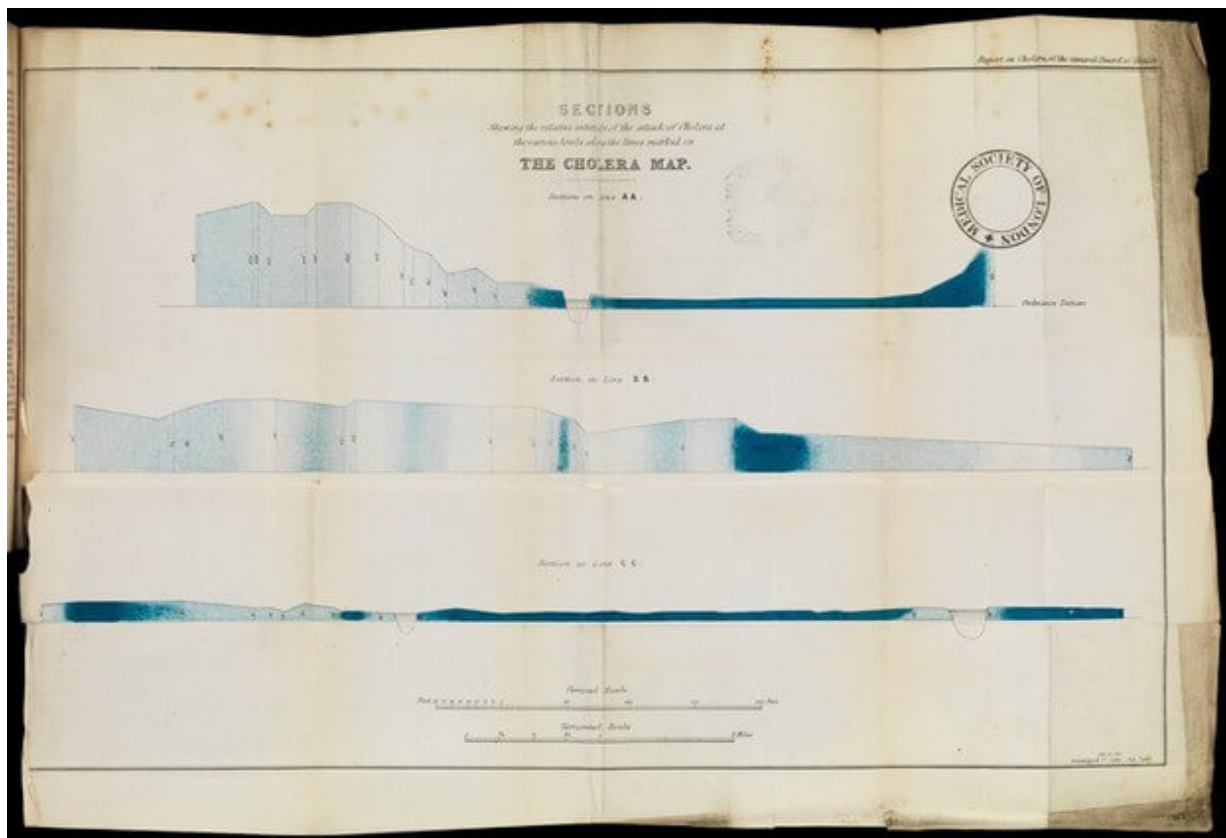
Słynna mapa Johna Snow dotycząca wybuchu cholery w Londynie w 1854 roku pozostaje najbardziej popularnym przykładem boomu w wizualizacji przestrzennej epidemii cholery, ponieważ Brytyjczycy desperacko starali się zrozumieć jej korzenie. Snow nałożył na lokalizację zgonów położenie pomp wodnych w

mieście, i na tej podstawie prawidłowo wydedukował pochodzenie choroby od wody.

Nie był jednak jedynym, który odwzorował wybuch epidemii.



Rys. 6. Richard Grainger, Mapa cholery w Londynie 1849-1850. (archiwa online Wellcome Collection)



Rys. 7. Przekroje pokazujące względne natężenie ataku cholery na różnych wysokościach wzdłuż linii zaznaczonych na mapie. (archiwa online Wellcome Collection)

Wśród znalezisk z okresu występowania cholery w Londynie w połowie XIX wieku jest mapa Richarda Grainger'a, który postawił hipotezę o związku między chorobą a wysokością terenu. Grainger bardzo dokładnie odwzorował miasto, rysując wszystkie jego dzielnice i osiedla, a także dodał do swojej mapy lokalizacje kanałów i studni. Nałożył informacje o wysokości terenu i zacienił obszary w zależności od intensywności epidemii cholery: im ciemniejszy odcień błękitu, tym bardziej niszczycielski efekt choroby. I rzeczywiście, jak Koch pisze w swojej książce, rzesze ludzi mieszkających w pobliżu brzegów Tamizy w południowym Londynie zmagają się z ogólnie mniej czystym powietrzem niż londyńczycy, którzy żyli wyżej.

Mapy w czasach Big data

Przenieśmy się o kilka wieków. Wynalezienie komputera

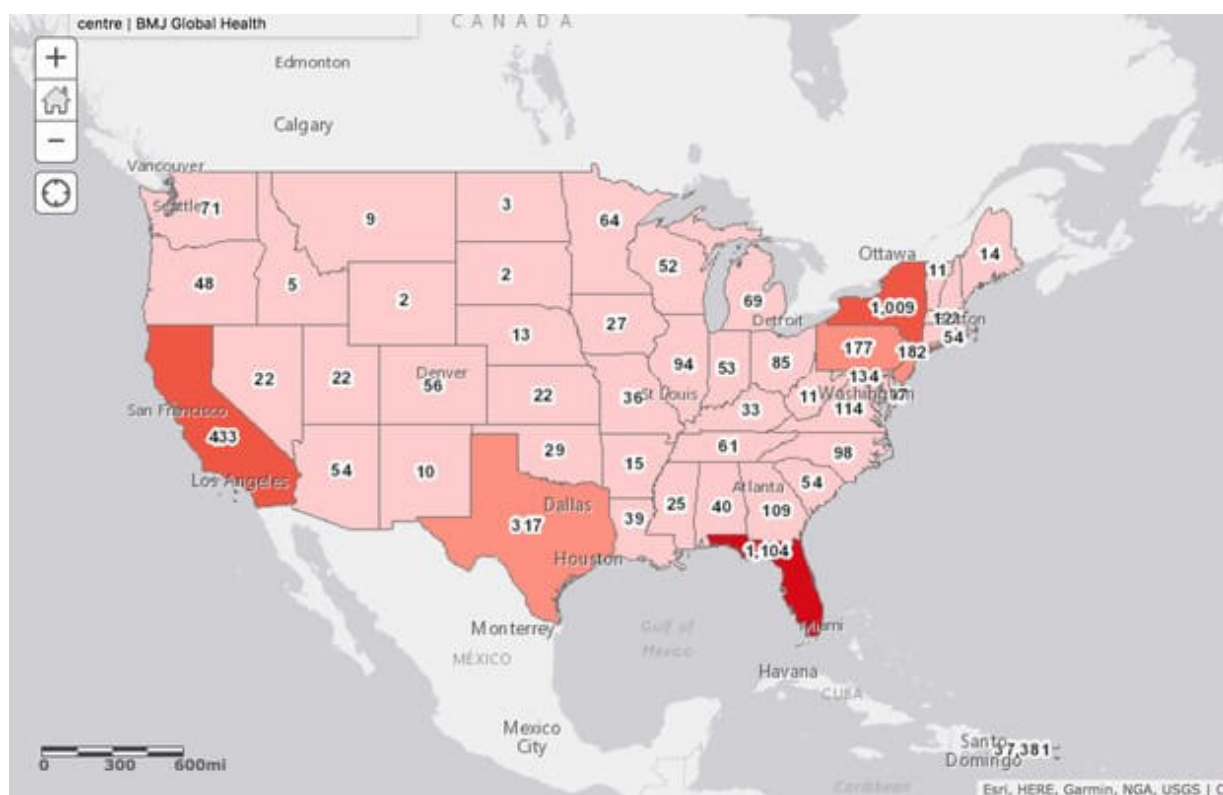
dostarczyło elektronicznego wsparcia do szybkiego generowania map. Skok do przodu o kilka kolejnych dekad oraz internet umożliwia zbieranie i przesyłanie danych z coraz większą prędkością. Komputery stają się bardziej wydajne, a ich możliwości przetwarzania danych eksplodowały, co doprowadziło do stworzenia [modeli geoprzestrzennych](#), które umożliwiają pracownikom służby zdrowia zrozumienie, gdzie w najbliższym czasie może uderzyć postępująca epidemia, oraz zidentyfikowanie osób najbardziej zagrożonych. Modele te umożliwiają podejmowanie niezbędnych interwencji w zakresie zdrowia publicznego.

Kiedy Este Geraghty dołączyła do Esri, zwróciła uwagę, że społeczność zajmująca się zdrowiem publicznym była bardzo dobrze zaznajomiona z GIS-em. „Rozumieli i tworzyli mapy, ale robili to za pomocą narzędzi desktopowych, a nie internetowego GIS-u”.

W rezultacie, większe zbiory danych są teraz łatwiej dostępne, a użytkownicy GIS mogą na ich podstawie budować własne modele predykcyjne. Wśród łatwo dostępnych informacji znajdują się dane spisowe, trasy samolotów i statków, a nawet treści z mediów społecznościowych.

W 2016 roku [Amerykańskie Centrum Kontroli i Prewencji Chorób](#) (Centers for Disease Control and Prevention) wykorzystały produkty i wiedzę specjalistyczną Esri do monitorowania rozprzestrzeniania się wirusa Zika. Wirus Zika jest przenoszony przez komara Aedes, a wskaźnik przeżycia i rozmnażania się tego owada jest ściśle związany z pięcioma zmiennymi. Według Geraghty to temperatura, opady, użytkowanie terenu, populacja i wysokość. Po przeprowadzeniu analizy, naukowcy byli w stanie zidentyfikować obszary świata, w których komar mógłby z łatwością żyć. Zika jest szczególnie niebezpieczny dla kobiet w ciąży, a nałożenie danych ze spisu powszechnego pozwoliło naukowcom na zidentyfikowanie populacji o największym zagrożeniu. Umożliwiło to skuteczne kształtowanie polityki i testowanie, ponieważ mieszkańcy byli

zachęceni do stosowania środków owadobójczych i larwobójczych, między innymi w celu ograniczenia rozprzestrzeniania się choroby.



Rys. 8. Ten kokpit menedżerski Esri nie jest już dostępny. Zdjęcie z Healthcare Magazine, w 2016 roku.

[Publicznie udostępniono kokpit menedżerski](#) (widoczny na zdjęciu powyżej) monitorujący liczbę przypadków dotyczących Zika w Stanach Zjednoczonych. Im ciemniejszy odcień czerwieni, tym więcej przypadków zidentyfikowano w danym stanie.

Firma Metabiota od czasu jej powstania w 2008 roku zgromadziła i uporządkowała dane o 2 400 epidemiach, jak twierdzi Nita Madhav, dyrektor generalny firmy. Aplikacja do śledzenia epidemii opracowana przez tę firmę jest dostępna publicznie, ale większość mocy produkcyjnych firmy w zakresie modelowania jest dostępna tylko dla jej klientów, do których należą CDC i Amerykańska Agencja Rozwoju Międzynarodowego (Agency for International Development).

„Te dane dotyczące poprzednich epidemii mogą faktycznie pomóc

w podjęciu przyszłych decyzji”, powiedziała Madhav, „i mogą nam pokazać, że te epidemie nie powinny być zaskoczeniem. To jest coś, co się zdarza często.”

Firma ocenia, kiedy i gdzie prawdopodobieństwo wybuchu epidemii jest większe i, jak powiedziała Madhav, prognozuje krótkoterminową ewolucję koronawirusa. Metabiota wymyśliła również sposób na zmierzenie „strachu”, miary, którą nazywa poziomem „uczucia do patogenu” (“sentiment score”). Madhav wyjaśniła, że aby obliczyć ten poziom, naukowcy łączą istniejące dane dotyczące epidemii, np. poziom śmiertelności, i wprowadzają je do „algorytmu punktacji”. Wyniki dostępne publicznie są sklasyfikowane dość szeroko: poziom “sentiment score” nowego koronawirusa definiowany jest jako „wysoki”. Dostępne są bardziej szczegółowe wyniki, ale nie są one publikowane na stronie internetowej firmy.

Sam kokpit menedżerski JHU jest zbudowany w oparciu o wiele kanałów danych. Wykorzystuje on [raporty CDC, WHO, ECDC i DXY](#) – chińskie, amerykańskie i globalne źródła danych. Wynikająca z tego mapa jest jednak tylko tak dobra, jak źródła danych, a śledzenie epidemii może być trudne – przypadki zachorowań czasami nie są zgłaszane.

„GIS zmierza w kierunku, który może być bardziej zdemokratyzowany”, powiedziała Este Geraghty z Esri. „Zawsze istnieje zapotrzebowanie na specjalistów GIS, ale wiele osób, których praca jest zupełnie inna i potrzebują one map do podejmowania decyzji, nie musi mieć doświadczenia w GIS. Muszą tylko wiedzieć wystarczająco dużo o mapowaniu.”