

COVID – 19

PROGNOZY DŁUGOTERMINOWE

Koronawirus 2019-nCoV to wirus należący do rodziny koronawirusów (*coronaviridae*). Koronawirusy występują u zwierząt i powodują u nich różne choroby (układu oddechowego, układu pokarmowego, wątroby, układu nerwowego), wiele zakażeń przebiega też bezobjawowo. Wirusy te często mutują i mają dużą zdolność do zakażenia nowych gatunków. Wszystkie poznane dotąd koronawirusy powodujące zakażenia u ludzi są wirusami, które wywołują objawy ze strony układu oddechowego, bardzo rzadko ze strony innych układów i narządów. Możliwe, że oprócz zakażenia układu oddechowego u dzieci do 12. miesiąca życia mogą wywoływać [biegunkę](#). Do 2019 roku poznano 6 wirusów powodujących zakażenia u ludzi. Cztery z nich (229E, OC43, NL63, HKU1) są przyczyną [przeziębienia](#) o łagodnym przebiegu. Dwa pozostałe (wirusy SARS i MERS) mogą prowadzić do zagrażającej życiu ostrej [niewydolności oddechowej](#). Koronawirus 2019-nCoV jest wirusem odpowiedzialnym za obecną epidemię zakażeń układu oddechowego, która rozpoczęła się w Wuhan, w Chinach i tam po raz pierwszy został zidentyfikowany w grudniu 2019 roku.

Pacjenci z potwierdzonym zakażeniem koronawirusem 2019-nCoV mieli objawy zakażenia układu oddechowego, takie jak:

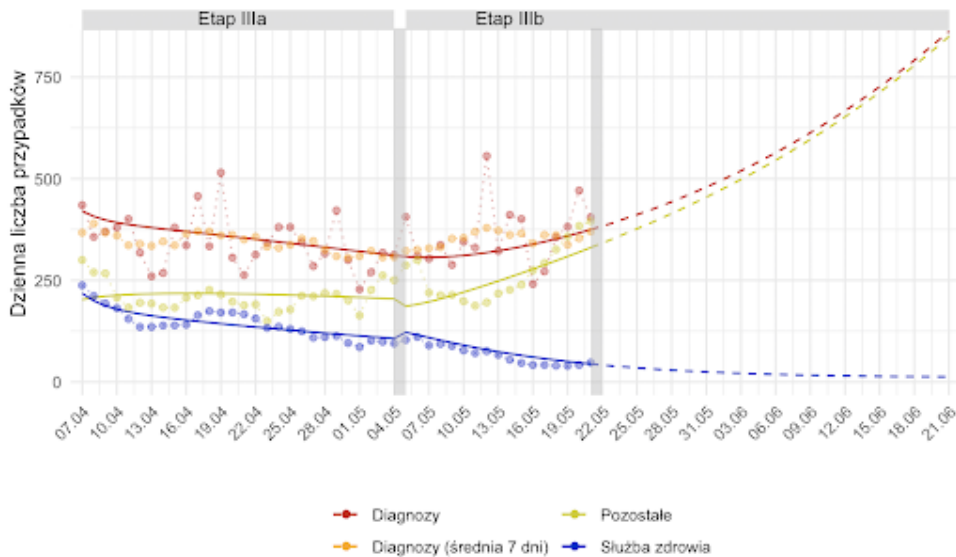
- [gorączka](#),
- [kaszel](#) (raczej suchy),
- [duszność](#).

Na podstawie danych udostępnionych przez Główny Inspektorat Sanitarny (GIS) przeprowadzono modelowanie epidemii dwóch prędkości. Wydzielono zakażenia związane ze służbą zdrowia, w tym zakażenia pacjentów w szpitalach i pacjentów opieki długoterminowej oraz personel medyczny, ze względu na inne możliwości redukcji kontaktów w tym sektorze. Pozostałe zakażenia zostały połączone w jednej grupie, biorąc pod uwagę, że ogniska pozamedyczne nie są wyodrębnione w dostępnych danych.

Przyjęto założenia, że pacjenci szpitalni nie mają kontaktów z osobami poza szpitalami i przebywają w szpitalu średnio 5,3 dni, zaś pacjenci w opiece długoterminowej przebywają tam stale. Personel medyczny pozostaje w grupie "medycznej", ale kontaktuje się z pozostałymi osobami w populacji ogólnej.

Analiza parametrów modelu i predykcji wskazuje na:

- dobrą kontrolę epidemii w kompartmentie służby zdrowia
- ponad dwukrotny wzrost parametru β_2 opisującego intensywność transmisji w kompartmentie pozostałej populacji
- mniej optymistyczne prognozy niż w modelu SEIR, który nie bierze pod uwagę wygaszenia ognisk w służbie zdrowia



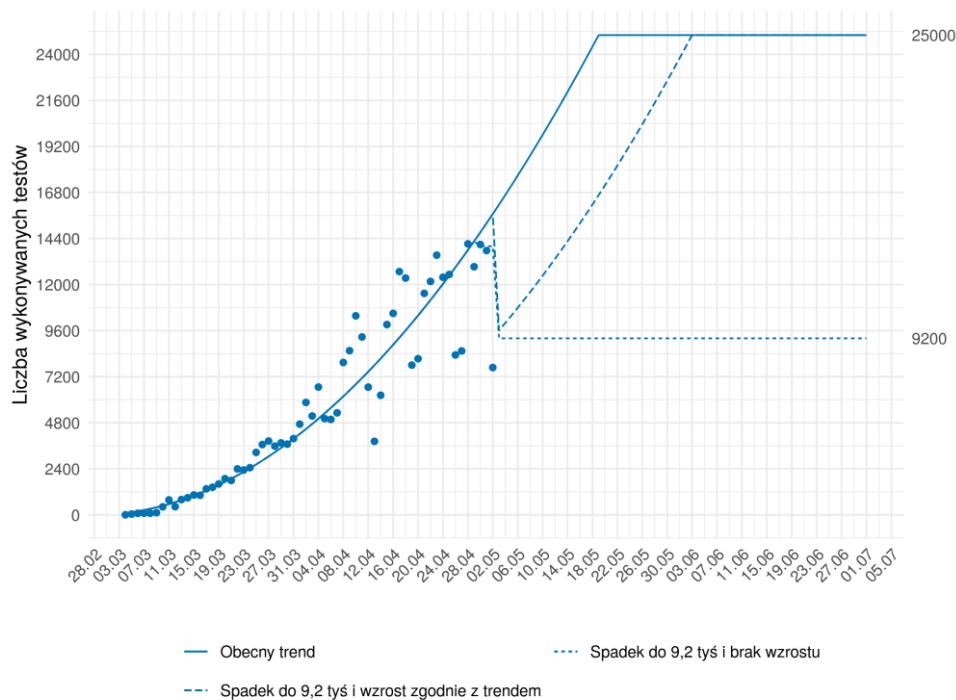
Rysunek 1. Dzielne liczby przypadków w modelu dwóch prędkości. Kropkami oznaczono obserwowane liczby przypadków związanych ze służbą zdrowia i pozostałych przypadków (źródło danych: Główny Inspektorat Sanitarny), a także łączną liczbę wszystkich rozpoznań. Linie ciągłe odpowiadają predykcji z modelu estymowanego dla dwóch okresów danych (pierwszy od 06.04 do 05.05, a drugi od 05.05 do 21.05). Dla obu grup przyjęto ten sam parametr $\sigma_1=3,5$, pozostałe parametry dotyczące poziomu kontaktów (β_1, β_2) oraz czasu do rozpoznania ($\gamma_{1-1}, \gamma_{2-1}$) zostały wyestymowane na podstawie danych. Predykcja łącznej liczby zachorowań jest obliczona jako suma predykcji dla kompartmentu służby zdrowia i kompartmentu pozostałej populacji.

4. Prognozy długoterminowe: wpływ zmniejszenia liczby testów na dynamikę epidemii

Wczesne wykrywanie przypadków poprzez testowanie i wyszukiwanie osób z kontaktu jest jednym z kluczowych działań podejmowanych w celu ograniczenia epidemii.

W przedstawionej poniżej analizie przyjęto następujące założenia:

- Ewentualna poszerzona strategia testowania obejmie osoby o podobnym ryzyku zakażenia, tj. odsetek wyników dodatnich pozostaje na podobnym poziomie.
- Zostaje utrzymany ten sam poziom kontaktów społecznych (**nie uwzględniamy efektu rozluźnienia restrykcji**).
- Uwzględniono scenariusze zmniejszenia testowania w okresie majówki i albo stopniowy powrót do poprzedniego trendu, albo pozostanie na poziomie ok. 9200.

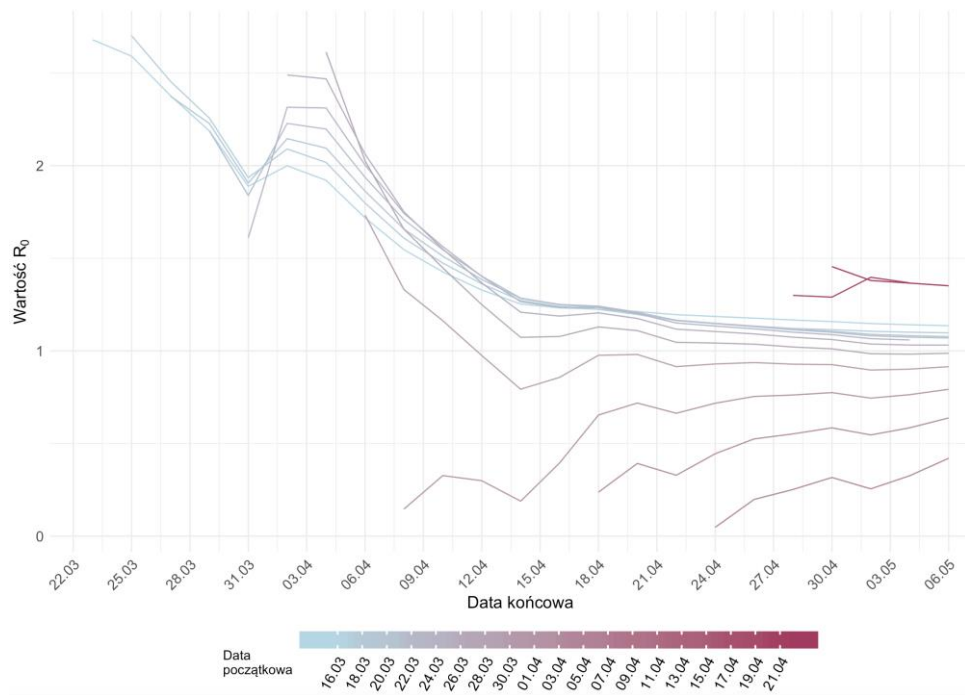


Rysunek 1. Analizowane scenariusze testowania w kierunku COVID-19. Dane o liczbie wykonywanych badań na podstawie danych publikowanych przez Ministerstwo Zdrowia są oznaczone kropkami. Następnie przedstawiono liczbę testów według trzech scenariuszy: 1) Obecny trend - liczba testów wzrasta podobnie jak dotychczas aż do osiągnięcia pułapu 25 000 testów dziennie (maksymalna zdolność systemu w chwili obecnej), bez uwzględnienia spadku w okresie majówki; 2) Spadek do 9200 i wzrost zgodnie z trendem - liczba testów spada do 9200 2 maja i następnie wzrasta podobnie jak dotychczas aż do osiągnięcia pułapu 25 000 testów dziennie; 3) Spadek do 9200 i brak wzrostu - liczba testów po okresie majówki pozostaje na poziomie 9200 badań dziennie.

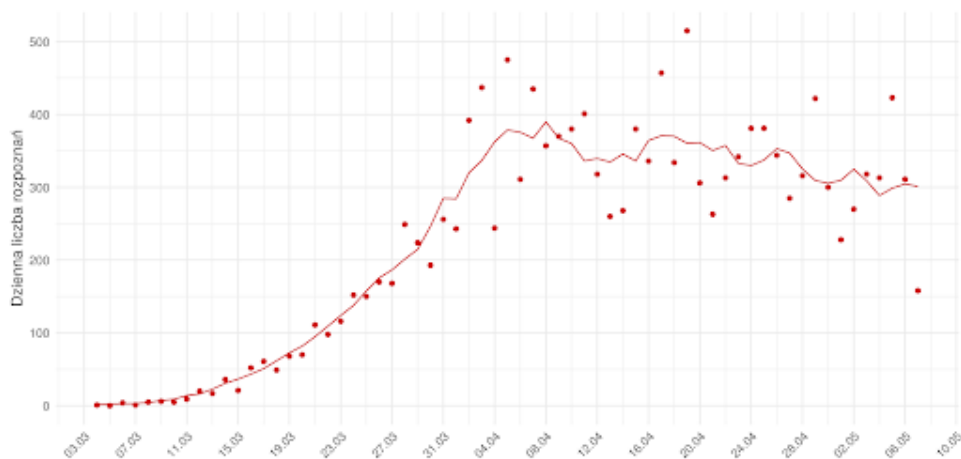
5. Prognozy długoterminowe: ewolucja współczynnika reprodukcji R_0

Bardzo istotnym parametrem jest bazowy współczynnik reprodukcji R_0 , który określa ilu nowych osobników zostanie zarażonych przez jednego chorego. Jeżeli współczynnik $R_0 > 1$ to epidemia się rozwija, natomiast w przypadku, gdy $R_0 < 1$ to epidemia wygasa.

Wartości R_0 estymowane w oparciu o różne odcinki danych wykazują duże zróżnicowanie. Zwłaszcza estymacje na ostatnich odcinkach danych wskazują duży wpływ okresowych wahań liczby rozpoznań. R_0 estymowane na odcinkach krótszych niż okres wahań wykazują dużą zmienność (krzywe znacznie poniżej wartości 1 oraz krzywe znacznie powyżej wartości 1).

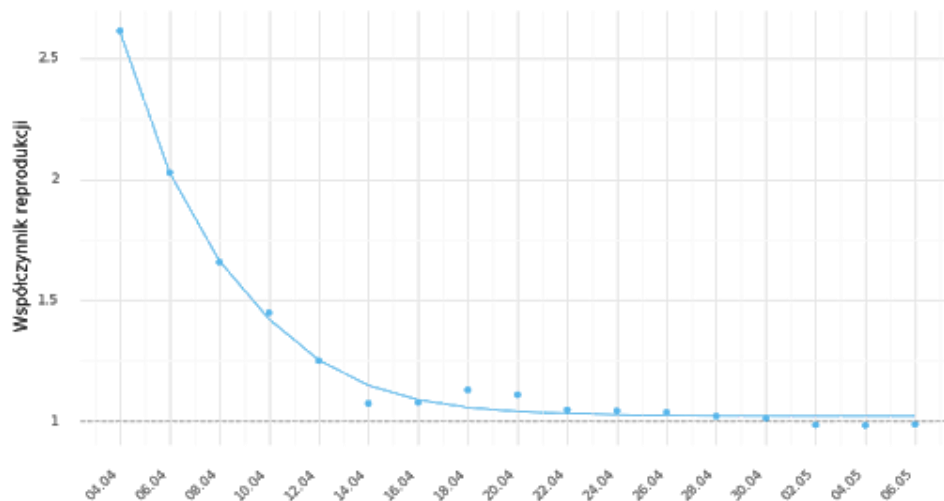


Rysunek 1. Zmienność R_0 w zależności od przedziału czasowego danych użytych do estymacji parametrów. Każda krzywa przedstawia zmieniające się estymacje R_0 w przedziale od 25.03 do 06.05. Wartość dla wybranego punktu jednej z dziesięciu krzywych to oszacowanie R_0 uzyskane na podstawie danych z okresu odpowiadającemu kolorowi krzywej do daty odpowiadającej wartości na osi poziomej wykresu.



Rysunek 2. Możemy przypuszczać, że w znacznym stopniu różnice w szacowanej wartości R_0 mogą wynikać z lokalnych w czasie wydarzeń. W sytuacji, gdy epidemia jest w stanie endemicznym, zarówno

modele jak i sama dynamika epidemii jest bardzo wrażliwa na zaburzenia (np. lokalnie występujące ogniska). W tej sytuacji użycie danych z jak najdłuższego okresu czasowego, jednocześnie kształtem odpowiadającym możliwym przebiegom krzywych zadanych przez model SEIR, jest najlepszym rozwiązaniem, minimalizującym możliwe ryzyko błędnej prognozy. Model SEIR nie pozwala na szybką zmianę wypukłości krzywej zachorowań. Biorąc to pod uwagę, na podstawie Rys. 2 oraz uwzględniając termin wprowadzenia restrykcji, wykorzystano do estymacji okres zaczynający się 25.03. Na Rys. 3 przedstawiono wyniki tej estymacji, które wskazują na stabilizację współczynnika R_0 na poziomie 1 (stan endemiczny).



Rysunek 3. Prognoza zmian R_0 dla Polski.

Źródło: <https://covid19.mimuw.edu.pl/ewolucja.html>