

# Quo vadis coronavirus?

## Rekomendacje zespołów epidemiologii obliczeniowej na rok 2021

### Stan obecny

- wysoka liczba zakażeń w sezonie jesiennym,
- bardzo wysoka liczba zgonów nadmiarowych, bezpośrednio i pośrednio związanych z pandemią,
- zmniejszenie poziomu restrykcji oraz rosnący opór społeczny.

### Problemy

- niskie rezerwy ludzkie oraz sprzętowe,
- uboga kampania informacyjna i niska dostępność danych,
- niedostateczny poziom testowania i nieefektywne śledzenie kontaktów.

### Scenariusze

- ryzyko trzeciej fali,
- strategię przeprowadzania szczepień.

### Zalecenia

- częste i celowane testowanie,
- inteligentne ograniczanie kontaktów oraz śledzenie kontaktów osób zakażonych,
- stosowanie adekwatnych wskaźników do monitorowania stanu epidemii,
- poprawa komunikacji dotyczącej szczepień i wdrożenie systemu monitorowania działań niepożądanych,
- dostępność wysokiej jakości danych o sytuacji epidemiologicznej w Polsce.

Niniejszy dokument powstał z inicjatywy interdyscyplinarnej grupy naukowców z Uniwersytetu Warszawskiego, Uniwersytetu Wrocławskiego, Uniwersytetu Halle-Wittenberg, Politechniki Wrocławskiej, Politechniki Warszawskiej i Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego - PZH zajmującej się epidemiologią obliczeniową i modelowaniem przebiegu epidemii COVID-19 w Polsce.

Naszym celem jest przedstawienie rekomendacji jak walczyć z epidemią w najbliższym czasie oraz wskazanie działań koniecznych dla efektywnego radzenia sobie z podobnymi epidemią w przyszłości. Chcemy wskazać na istotne zjawiska i mechanizmy, których zrozumienie może pomóc w lepszym podejmowaniu decyzji administracyjnych na każdym poziomie i obszarze odpowiedzialności.

Wzrost liczby zachorowań w sezonie jesienno-zimowym doprowadził do poważnego zagrożenia dla życia i zdrowia obywateli. Chociaż obecnie sytuacja ulega poprawie, nadal obserwowana jest zwiększona umieralność w społeczeństwie. Nasze badania wskazują, że dotychczas tylko około 10% populacji przeszło infekcję. Jeśli nie zostaną podjęte odpowiednie środki prewencyjne liczba zgonów może wzrosnąć. Pojawienie się szczepionki daje nadzieję na opanowanie epidemii, ale proces zaszczepienia wszystkich chętnych w populacji będzie trwać kilka miesięcy. To oznacza, że potrzebna jest „strategia przetrwania epidemii” na najbliższych kilka miesięcy. Trzecia fala epidemii jest bardzo prawdopodobnym zagrożeniem, zwłaszcza jeśli w okresie Świąt i w styczniu nastąpi rozluźnienie restrykcji. W optymistycznym scenariuszu stopniowy powrót do normalności może nastąpić dopiero pod koniec 2021 r. W poniższym tekście podajemy zalecenia, jak możemy w tym przejściowym czasie optymalnie kontrolować epidemię i jakie dane są do tego potrzebne.

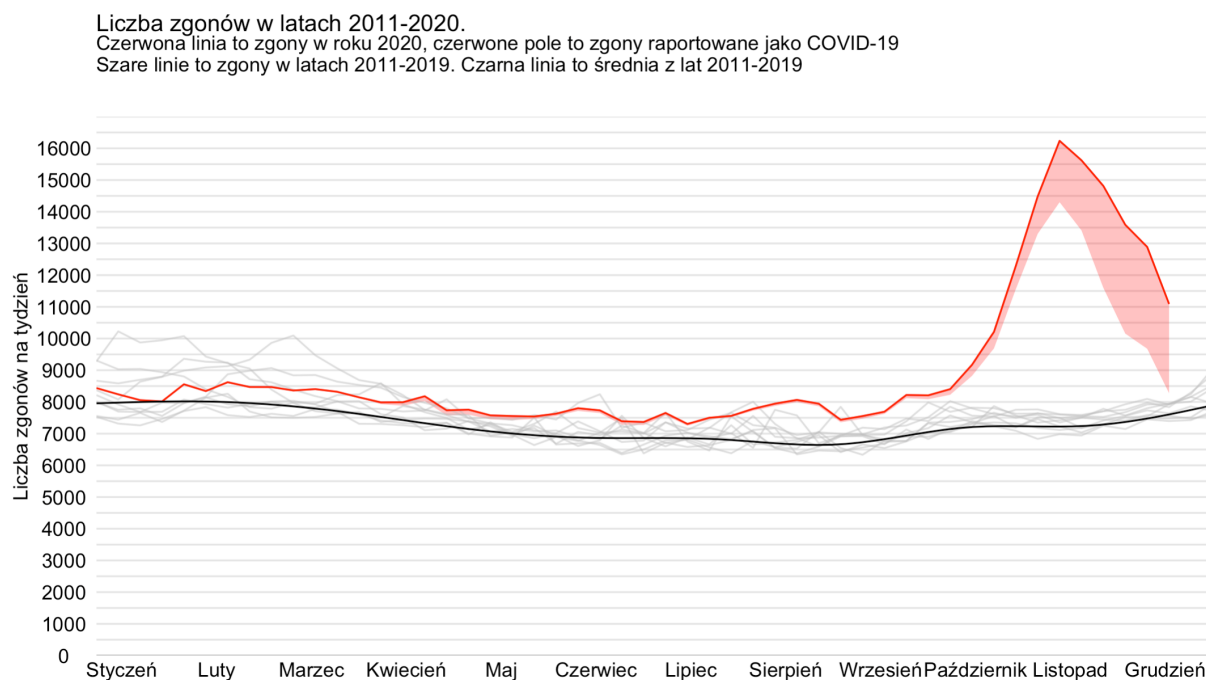
Naszym zdaniem zarządzanie epidemią wymaga kompleksowej, spójnej i długofalowej strategii działań, nakierowanych głównie na ochronę życia i zdrowia obywateli, które ważnym elementem, ale nie jedynym, będzie program szczepień.

## Stan obecny

Rozwój nowych zakażeń we wszystkich grupach wiekowych we wrześniu i październiku 2020 r. oraz rosnąca liczba ciężkich zachorowań, a przede wszystkim wzrost liczby zgonów wyraźnie pokazały, że wprowadzenie dość łagodnych obostrzeń na szczeblu powiatowym, na podstawie współczynnika nowych rozpoznań, nie było wystarczające do utrzymania niskiej liczby zakażeń. Jesienny wzrost liczby zakażeń miał prawdopodobnie kilka przyczyn:

- niewystarczające działania przeciwepidemiczne (ograniczony system testowania i kierowania na kwarantannę),
- zniesienie restrykcji kontaktów społecznych w okresie letnim (odmrożono branżę handlową, gastronomiczną, turystyczną, fitness itd.),
- otwarcie szkół i powrót do pracy po zakończeniu wakacji,
- czynniki społeczne (spadek skłonności do przestrzegania środków prewencyjnych oraz częstsze przebywanie w zamkniętych pomieszczeniach w okresie jesienno-zimowym).

Dynamiczny wzrost zakażeń w Polsce, zarówno pod względem skali jak i tempa, spowodował poważne problemy w systemie służby zdrowia. Wskazuje na to wyraźnie ogólna liczba zgonów odnotowana w tym okresie. W porównaniu do poprzednich lat liczba zgonów na przełomie października i listopada tego roku była prawie dwukrotnie wyższa.



Rysunek 1. Liczba zgonów w latach 2011-2020 oraz udział zgonów z powodu COVID-19 w zgonach w 2020 roku.

Obecny spadek liczby zgonów pokazuje, że wprowadzone ograniczenia kontaktów zaczęły przynosić efekty.

## Problemy obecnej sytuacji

- a. Strategia walki z epidemią niespójna z kondycją służby zdrowia
- b. Procedury zarządzania i monitorowania epidemii (zbieranie danych)
- c. Percepcja społeczna epidemii

Problemy obecnej sytuacji wynikają z niewystarczających zasobów służby zdrowia, z niewystarczającej kampanii informacyjnej oraz z postaw społecznych wobec epidemii.

### a. Strategia walki z epidemią niespójna z kondycją służby zdrowia

Przekroczenie progu wydolności służby zdrowia powoduje skokowe pogorszenie sytuacji w zakresie dostępności opieki medycznej. Skutkuje to lawinowym wzrostem liczby zgonów. Niewielkie zasoby służby zdrowia w Polsce oznaczają, że niewydolność ma miejsce przy proporcjonalnie mniejszej liczbie osób zakażonych (w porównaniu do innych krajów). Dlatego **w Polsce powinniśmy stosować restrykcyjną strategię walki z pandemią i utrzymywać liczbę zakażeń na niskim poziomie.**

### b. Procedury zarządzania i monitorowania epidemii (zbieranie danych)

Monitorowanie epidemii powinno umożliwiać ewaluację skuteczności podejmowanych działań, ale w chwili obecnej jest to znacznie utrudnione. Przykładowo, w Polsce nie ma danych określających okoliczności, w których najczęściej dochodzi do zakażeń, a co za tym idzie nie ma dobrych argumentów, czy lepiej zamknąć sklepy, czy szkoły, albo jaki minimalny reżim sanitarny wystarczyłby, żeby ich nie zamykać. Nie jest jasne, jak duży odsetek zachorowań jest rozpoznany i czy w związku z tym strategia testowania jest właściwa. Z tego powodu procedury zarządzania epidemią nie są optymalnie dobrane do warunków społecznych.

Epidemia jest zjawiskiem społecznym, zatem wszystkie podejmowane decyzje muszą brać pod uwagę specyfikę zachowań i nastrojów ludzkich. Decyzje te powinny być powiązane z danymi z badań społeczno-ekonomicznych. Przykładowo, dane wskazują, że środki ochrony (np. maseczki i dystans społeczny) nie były i nie są powszechnie stosowane. Brakuje głębszej analizy wpływu indywidualnej sytuacji społeczno-ekonomicznej na akceptację i dostosowanie się do decyzji rządzących. Decyzje administracyjne nie powinny obciążać kosztami społeczno-ekonomicznymi osób poddanych kwarantannie, testowaniu i leczeniu.

**Zidentyfikowane braki w zakresie kluczowych danych powinny prowadzić do inwestycji w rozwój systemów monitorowania oraz w szczegółowe badania, które są w stanie dostarczyć brakujących informacji, niezbędnych do zarządzania epidemią.**

### c. Percepcja społeczna epidemii

Poziom poczucia zagrożenia i skłonność do stosowania środków prewencyjnych są zmienne i mają tendencję spadkową. Na podstawie badań szacujemy, że około 15-20% społeczeństwa nie stosuje środków prewencyjnych, a połowa Polaków jest niechętna szczepieniom. Zagrożeniem jest rozprzestrzenianie się fałszywych i niesprawdzonych informacji związanych z pandemią. Potrzebna jest kampania walcząca z 'fake-newsami', w której mity będą obalane za pomocą racjonalnej argumentacji i w oparciu o badania naukowe. Konieczne jest zdiagnozowanie przyczyn negatywnych postaw wobec szczepień i ignorowania obostrzeń, oraz przygotowanie w kampanii informacyjnej przekazów skierowanych do różnych grup społecznych.

**Skuteczna polityka informacyjna powinna przeciwdziałać pojawianiu się negatywnych społecznych reakcji na strategię walki z pandemią.**

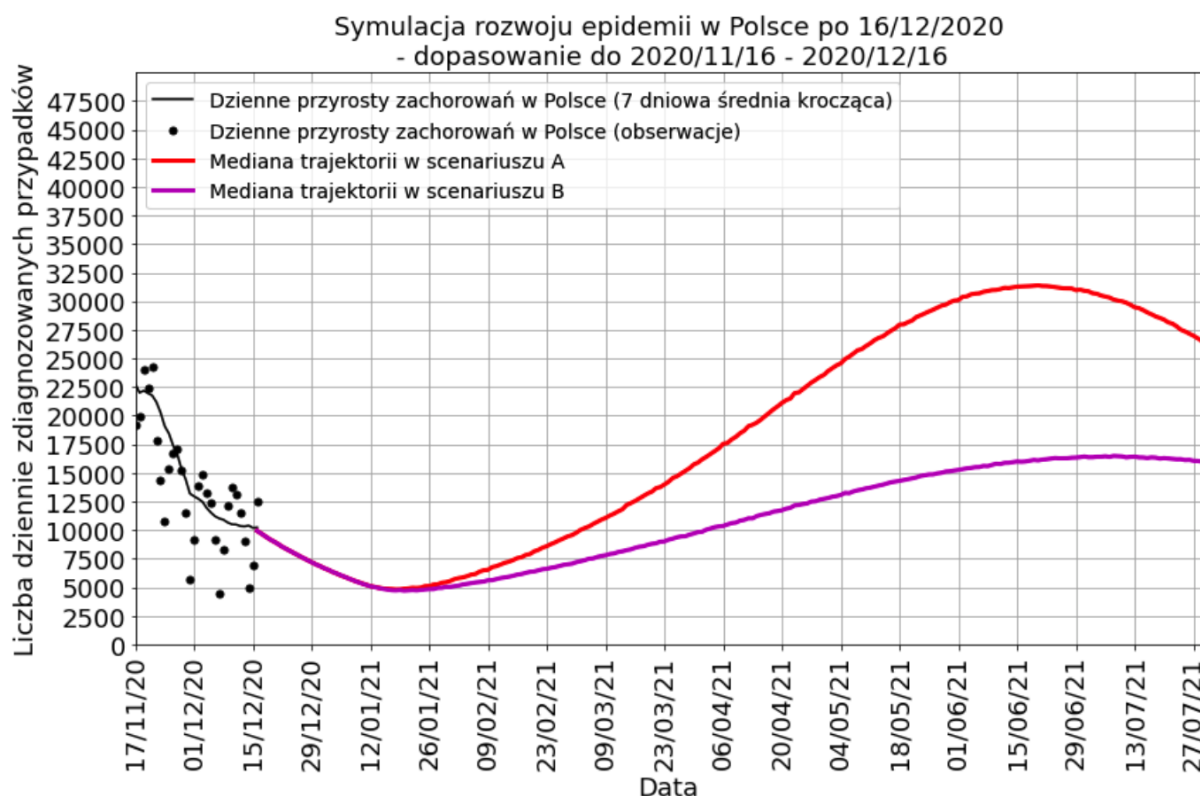
## Scenariusze na przyszłość w oparciu o modele epidemiologiczne

- a. Ocena ryzyka trzeciej fali epidemii
- b. Analiza porównawcza scenariuszy szczepień

Ważnym narzędziem, niezbędnym zarówno w ocenie bieżącej sytuacji, jak też przy wyborze odpowiednich strategii i przewidywaniu przyszłego rozwoju epidemii, są matematyczne modele epidemiologiczne. Modelowanie epidemii umożliwia racjonalne, oparte na wiedzy i danych przewidywanie jej rozwoju oraz badanie hipotetycznych scenariuszy, które wynikają ze stosowania różnych restrykcji administracyjnych i strategii szczepień. Modele, które tu przedstawiamy, udowodniły swoją skuteczność w trakcie bieżącej epidemii. Chcemy podkreślić, że używane przez nas modele wykorzystują wszystkie dostępne rzeczywiste obserwacje i mimo tego, że są oparte na kilku różnych podejściach (równania różniczkowe zwyczajne, modele sieciowe, modele agentowe, modele oparte o uczenie maszynowe), dają zbliżone wyniki, co uwiarygadnia ich działanie.

### a. Ocena ryzyka trzeciej fali epidemii

Modele umożliwiają rygorystyczną kwantyfikację ryzyka oraz z wyprzedzeniem identyfikują zagrożenia, co umożliwia adekwatną reakcję i przygotowanie odpowiednich działań. W dotychczasowym przebiegu epidemii modele pozwoliły na oszacowanie zagrożenia wiosną 2020 i przewidziały drugą falę epidemii w miesiącach jesiennych 2020. Obecnie modele jednoznacznie wskazują na niebezpieczeństwo trzeciej fali zachorowań, która nastąpi, jeśli w styczniu 2021 ograniczenia zostaną rozluźnione, zanim liczba nowych zakażeń nie zostanie obniżona do poziomu umożliwiającego efektywne testowanie i śledzenie kontaktów. Rysunek 2 rozważa dwa scenariusze A i B, różniące się stopniem rozluźnienia restrykcji.

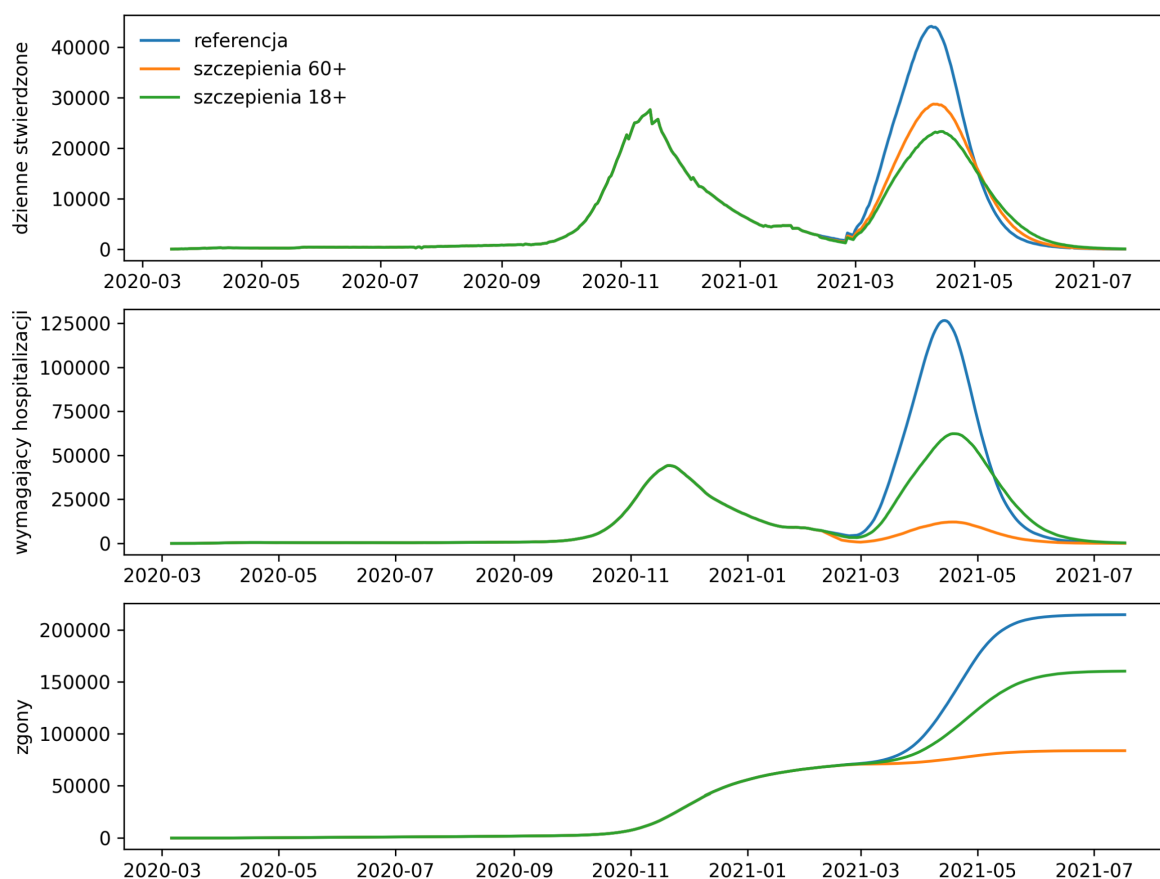


Rysunek 2. Hipotetyczne scenariusze trzeciej fali epidemii COVID-19 w Polsce.

## b. Analiza porównawcza scenariuszy szczepień

Wykorzystując modelowanie matematyczne zbadaliśmy wpływ szczepień na dalszy rozwój epidemii w Polsce. Rozważmy trzy teoretyczne scenariusze: wszystkie one zakładają znaczne rozluźnienie restrykcji w dniu 15.02.2020, które doprowadza do trzeciej fali epidemii osiągającej swoje maksimum w połowie kwietnia. Ta hipotetyczna trzecia fala epidemii osiąga największe rozmiary w scenariuszu bez zastosowania szczepień ochronnych (niebieska linia). Wpływ zaszczepienia ok 5 mln obywateli w okresie do 01.02.2020 r, pokazany jest w dwóch wariantach: szczepienie obejmuje seniorów (pomarańczowa linia) lub losowo wybrane osoby dorosłe (zielona linia).

Zauważmy, że zaszczepienie seniorów zmniejsza falę zachorowań w mniejszym stopniu niż zaszczepienie 5 mln osób dorosłych, jednak w drastyczny sposób ogranicza hospitalizacje oraz umieralność. Z tego względu priorytetem powinno być zaszczepienie osób starszych. Co więcej, wyraźnie widać, że rozluźnienie restrykcji w okresie pierwszej fazy szczepień jest zdecydowanie przedwczesne, a nawet może uniemożliwić wykonanie drugiej fazy szczepień, ze względu na masowy przyrost zachorowań i związane z tym przekroczenie progu wydolności służby zdrowia, jak i zwiększone ryzyko zakażenia w trakcie szczepień. W alternatywnym scenariuszu, nie zakładającym rozluźnienia restrykcji (nie pokazany na rysunkach), wpływ szczepienia na liczby stwierdzonych przypadków jest prawie niewidoczny i objawia się on dopiero w statystykach hospitalizacji oraz zgonów w późniejszym okresie. Jest to ważna wskazówka, jak należy monitorować i interpretować dane epidemiologiczne w trakcie akcji szczepienia społeczeństwa.



Rysunek 3. Trzy scenariusze strategii szczepień. Zgony podane są jako kumulanta.

## **Zalecenia do optymalnej kontroli epidemii**

- a. Testowanie i śledzenie kontaktów**
- b. Testowanie i kwarantanna dla osób powracających z zagranicy**
- c. Redukcja kontaktów i dystans**
- d. Szczepienia: jak najszybciej i jak najszerzej**
- e. Strategia zbierania i udostępniania danych**
- f. Wskaźniki monitorowania epidemii**

Nasze postulaty opierają się na selekcji efektywnych działań podjętych w innych krajach oraz na wnioskach wypływających z modelowania matematycznego.

Program wdrażania środków prewencyjnych powinien być konsekwentny i zaplanowany w oparciu o wyniki badań efektywności danych rozwiązań, ze szczególnym uwzględnieniem efektu spadku siły bodźców w czasie (np. w miarę upływu czasu, maleje skłonność ludzi do podporządkowania się nakazom i jednocześnie rosną ich koszty).

### **a. Testowanie i śledzenie kontaktów**

To dobra, efektywna i tania metoda kontroli epidemii minimalizująca koszty ekonomiczne i społeczne epidemii, ale jest możliwa jedynie przy odpowiednio niskiej liczbie dziennych zachorowań. Kluczowe dla sukcesu tej strategii jest zwiększenie możliwości przeprowadzania testów, tak by testować na masową skalę, a nie jedynie osoby objawowe:

- a) wyniki testów genetycznych PCR powinny być udostępniane jak najszybciej, by skutecznie izolować chorych i poddać kwarantannie osoby z kontaktu.
- b) wsparciem dla testów PCR powinny być:
  - szybkie testy antygenowe (tanie, trwają kilkanaście minut),
  - łączone testy PCR (z j. ang. „pooling tests”) - dzięki łączeniu próbek od kilku osób są niezbędnym narzędziem monitoringu stanu epidemii na przy niskim rozpowszechnieniu wirusa oraz w tzw. bańkach społecznych (np. w gospodarstwach domowych).

Niezbędne jest wsparcie służb odpowiedzialnych za efektywną identyfikację osób z kontaktu ze zdiagnozowaną osobą zakażoną.

### **b. Testowanie i kwarantanna dla osób powracających z zagranicy**

Na etapie uzyskania lepszej kontroli epidemii w kraju, zwiększy się znaczenie kontrolowanie stanu zdrowia wszystkich osób przyjeżdżających z zagranicy na wzór zasad wprowadzonych w krajach Azji takich jak Chiny czy Wietnam. Osoby te powinny bezwzględnie trafić do kwarantanny, chyba że mają przeprowadzony w ciągu ostatnich 48 godzin test PCR, który wyszedł negatywnie.

### **c. Redukcja do minimum kontaktów i dystans społeczny**

To bardzo skuteczna broń wobec rozwoju epidemii. Rekomendacja ta jest obecnie wdrożona, powinna być zachowana i przestrzegana aż do osiągnięcia bezpiecznego poziomu zaszczepienia ludności. Rekomendujemy:

- tworzenie „baniek społecznych” (ang. social bubble), czyli stałych grup osób składających się maksymalnie z kilku gospodarstw domowych, które chcą utrzymywać ze sobą regularny kontakt, co zostało wdrożone w innych krajach: m.in. Nowa Zelandia, Wielka Brytania, Kanada),
- bezwzględne noszenie maseczek (na nos i usta), dezynfekcja, bezpieczny dystans wobec osób nie należących do social bubble,
- regularne testowanie grup społecznych, gdzie utrzymanie odizolowania baniek nie jest w pełni możliwe (np. testowanie uczniów w szkołach, pracowników restauracji).

#### **d. Masowe i szybkie szczepienia**

Naszym zdaniem najlepszą strategią walki z epidemią są szczepienia. Powinny zostać przeprowadzone jak najszybciej i w jak największej skali. Bardzo ważna jest kolejność szczepień, które powinny objąć najpierw grupę ryzyka (osoby starsze i z chorobami współistniejącymi) i służbę zdrowia.

Konieczne jest przygotowanie skutecznej kampanii informacyjnej i perswazyjnej, skierowanej do różnych środowisk społecznych, która będzie oparta o wyniki badań wyjaśniających, jakie grupy społeczne i dlaczego są przeciwne szczepieniom, i nie stosują środków prewencyjnych. Równie istotne jest wdrożenie dedykowanego systemu monitorowania niepożądanych odczynów poszczepiennych, który zapewni możliwość szybkiej reakcji w razie nieprzewidzianych działań ubocznych. W celu zwiększenia zaufania do szczepień, raporty z tego systemu powinny być na bieżąco podawane do informacji publicznej.

#### **e. Strategia zbierania i udostępniania danych**

Kluczowe dla kontroli epidemii jest stworzenie i wdrożenie strategii zbierania i szerokiego udostępniania (a) danych o rozwoju epidemii, (b) wyników analiz tych danych oraz (c) informacji o obowiązujących w danym okresie czasu i na danym terenie restrykcji i procedur. Wszystkie te informacje powinny być dostępne w jednym miejscu, w postaci pozwalającej na dalsze przetwarzanie (zarówno dla obywateli, jak i dla zespołów badawczych).

Przygotowanie należytej obsługi informatycznej zbiorów danych i procesów decyzyjnych o nie opartych, jest kluczowe do zbudowania i przeprowadzania skutecznej strategii walki z pandemią. Wczesna identyfikacja tego obszaru działania państwa umożliwiłaby uniknięcie wielu strat w życiu i zdrowiu obywateli. W naszej ocenie, w dalszym ciągu, w niedostateczny sposób gromadzone są, przetwarzane i analizowane dane epidemiologiczne.

Postulujemy stworzenie otwartego repozytorium zanonimizowanych danych:

- o społecznych wzorach i uwarunkowaniach zakażeń, w tym strukturze kontaktów społecznych, stopniu przestrzegania i akceptacji restrykcji,
- o objawach, przebiegu choroby i chorobach towarzyszących osób zdiagnozowanych i hospitalizowanych,
- o sekwencjach genetycznych krążących szczepów wirusa,
- o wynikach badań (m.in. obrazowych) i historii pacjentów zdiagnozowanych z chorobą covid jako monitoring panelowy,
- o stanie zaszczepienia poszczególnych grup społecznych i występowaniu niepożądanych odczynów poszczepiennych.

#### **f. Skuteczne wskaźniki monitorowania epidemii i efektywności wprowadzanych działań**

Pilnie zalecamy ustanowienie i regularne podawanie do publicznej wiadomości ogólnokrajowych i regionalnych wskaźników stanu epidemii jako systemów wczesnego ostrzegania, umożliwiającego wgląd w dynamikę i główne sposoby szerzenia się infekcji. Monitoring ten wymaga szczegółowych danych nie tylko o zakażeniach, ale również o regionalnym zróżnicowaniu społecznym (np. struktura zakażeń, społeczne uwarunkowania zakażeń, obecność zawodów ryzyka w gospodarstwie domowym). Konsekwentne i przejrzyste stosowanie kombinacji wskaźników może pozwolić na uniknięcie konieczności podejmowania działań doraźnych o niskiej efektywności.

#### **Przykłady wykorzystywania wskaźników**

Zmniejszanie obostrzeń, jeśli łącznie wystąpił znaczny spadek: (1) zapadalności rejestrowanej w ciągu 7 dni z malejącym odsetkiem wyników dodatnich we wszystkich testach, (2) efektywna liczba reprodukcji wirusa spadła znacznie poniżej jedynki, (3) ale także jeśli wskaźniki wydolności testowania i skutecznego śledzenia kontaktów są na zadowalającym poziomie, co gwarantuje możliwość umieszczania większości kontaktów zakaźnych w kwarantannie. Zniesienie restrykcji nie powinno być rozważane, jeśli nie ma zapasu zasobów służby zdrowia. Rekomendujemy wykorzystanie kilku grup wskaźników:

<b>I. Wskaźniki intensywności transmisji</b> A. 7-dniowa zapadalność rejestrowana B. 7-dniowy odsetek wyników dodatnich wśród wykonanych testów C. 7-dniowy wskaźnik nowych hospitalizacji na populację D. 7-dniowa umieralność nadmiarowa i umieralność z powodu COVID-19 E. Efektywna liczba reprodukcji wirusa F. Prewalencja rzeczywista - odsetek dodatnich testów na obecność wirusa (PCR lub Ag) w losowo dobranej próbie; odsetek dodatnich testów na obecność przeciwciał	<b>II. Wskaźniki wydolności systemu testowania - śledzenia kontaktów</b> A. 7-dniowy wskaźnik liczby wykonywanych testów na populację B. 7-dniowy odsetek przypadków, dla których brak jest udokumentowanego kontaktu z zakażonym i nie są częścią ogniska C. 7-dniowy wskaźnik liczby osób w kwarantannie przypadającej na jeden rozpoznany przypadek
<b>III. Wskaźniki wydolności systemu opieki zdrowotnej (dzienne)</b> A. Odsetek zajętych łóżek szpitalnych B. Odsetek zajętych łóżek OIT C. Odsetek zajętych respiratorów D. Liczba personelu przypadającego na łóżko (wykluczając osoby w izolacji, kwarantannie i na zwolnieniach z innych przyczyn) - w podziale na łóżka w szpitalach różnych stopni zaangażowanych w zwalczanie COVID-19	<b>IV. Wskaźniki behawioralne</b> A. wskaźniki mobilności B. odsetek osób stosujących się do wprowadzonych ograniczeń C. wskaźnik liczby dziennych kontaktów / struktury tych kontaktów D. struktura zakażeń według typu i miejsca kontaktu, który doprowadził do zakażenia
<b>V. Inne wskaźniki alarmowe</b> A. 7-dniowa zapadalność wśród personelu służby zdrowia B. 7-dniowa zachorowalność wśród nauczycieli C. Wystąpienie ognisk związanych ze służbą zdrowia i/lub w ośrodkach opieki długoterminowej D. Odsetek ozdrowieńców, u których utrzymują się objawy przewlekłego COVID-19 E. Wskaźnik re-infekcji lub podejrzeń reinfekcji w kohorcie ozdowieńców.	

## Autorzy dokumentu:

Aneta Afelt, ICM UW  
Rafał P. Bartczuk, ICM UW, KUL  
Przemysław Bieчек, PW, MIM UW, MOCOS  
Marcin Bodych PWr, MOCOS  
Anna Gambin, MIM UW  
Krzysztof Gogolewski MIM UW  
Artur Kaczorek, ICM UW  
Jan Kisielewski, ICM UW, UwB  
Tyll Krüger PWr, MOCOS  
Agata Migalska, MOCOS

Rafał Mikołajczyk, Universität Halle-Wittenberg  
Antoni Moszyński, ICM UW  
Jędrzej Nowosielski, ICM UW  
Barbara Pabjan UW, MOCOS  
Maciej Radwan, ICM UW  
Franciszek Rakowski, ICM UW  
Magdalena Rosińska, NIZP-PZH  
Marcin Semeniuk, ICM UW  
Jakub Zieliński, ICM UW