



# Model dynamiki zakażeń gruźlicy w obliczu fali uchodźców na przykładzie Wrocławia

Andrzej Jarynowski, Vitaly Belik

Instytut Badań Interdyscyplinarnych we Wrocławiu  
Instytut Biometrii i Epidemiologii, Wolny Uniwersytet Berliński  
Aidmed Gdańsk

Warszawa, 08.05.2022



**DFG** Deutsche  
Forschungsgemeinschaft

Freie Universität  Berlin

DEUTSCH  
POLNISCHE  
WISSENSCHAFTS  
STIFTUNG | POLSKO  
NIEMIECKA  
FUNDACJA  
NA RZECZ NAUKI

**IBI**  
Instytut Badań Interdyscyplinarnych

# Problem

- W dniach 24.02-30.04.2022 r. około 5 mln uchodźców opuściło Ukrainę, a prawie 3 mln znalazło bezpieczne schronienie w Polsce.
- Wrocław, w którym mieszka już znaczna liczba ludności ukraińskiej (90000), przyjął dodatkowo około 110000 osób (49% z nich to nieletni, a wśród dorosłych 94% to kobiety).
- Gruźlica (Tuberculosis), zwłaszcza MDR (multi drug-resistant), pozostaje zagrożeniem dla zdrowia publicznego na Ukrainie ze względu na wysoką częstość występowania.

# Demografia (przewidywania i historia)

Liczebność populacji ukraińskiej



Wzrost liczebności populacji  
Od 762 000 do 971 000

# Cel

- W tym celu podjęto próbę doraźnego prognozowania i oceny przebiegu epidemiologii gruźlicy na przykładzie Wrocławia przy założeniu prognozy migracji na najbliższe trzy lata.
- Celem analizy jest uzupełnienie obecnego stanu wiedzy oraz przewidywanie przyszłej trajektorii wydarzeń za pomocą symulacji komputerowych i modelowania matematycznego

## Pytania badawcze:

- Jaka będzie dynamika gruźlicy w mieście UE bez obozów dla uchodźców (~20% populacji migrantów) w populacji ogólnej?
- Jak będzie kształtować się liczba zachorowań na gruźlicę wśród dzieci (gdzie już zauważamy wzrost zachorowań)

# Demografia (przewidywania i historia)

Struktura płci i wieku populacji lokalnej i migracyjnej (12 kohort i)

<15 M	15-19 M	20-29 M	30-44 M	45-64 M	>65 M
<15 F	15-19 F	20-29 F	30-44 F	45-64 F	>65 F

# Model

$$R(t) = \frac{1}{N(t)} \sum_i C_i^{pl} S(t)_i^{pl} \beta_i^{pl} + \frac{1}{N(t)} \sum_i C_i^{ukr} S(t)_i^{ukr} \beta_i^{ukr}$$

Wykorzystujemy estymator rocznej, efektywnej stopy reprodukcji  $R(t)$  uzyskany z prostego modelu SIR dla homogenicznie mieszanych subpopulacji ( $t$  to rok od 2014 do 2023). Współczynnik reprodukcji, to średnia liczba osób, którym jedna osoba zakażająca przekaże zakażenie.

Zastosowaliśmy:

- specyficzne dla wieku wzorce kontaktów ( $C$ ) z badań Polymod;
- korektę wielkości subpopulacji rodzimych/migrujących, zależnych od wieku, na podstawie poziomów szczepień ( $S(t)$ )
- korektę ryzyka przeniesienia choroby ( $\beta$ ) ze względu na wiek i płeć na podstawie historycznych wskaźników zachorowalności.

# Projekcje

Porównano scenariusza bazowy, w którym w ogóle nie ma napływu uchodźców, z sytuacją, w której wszyscy obecni uchodźcy pozostaną w mieście (brak napływu/odpływu po 01.05.2022) przez następne trzy lata.



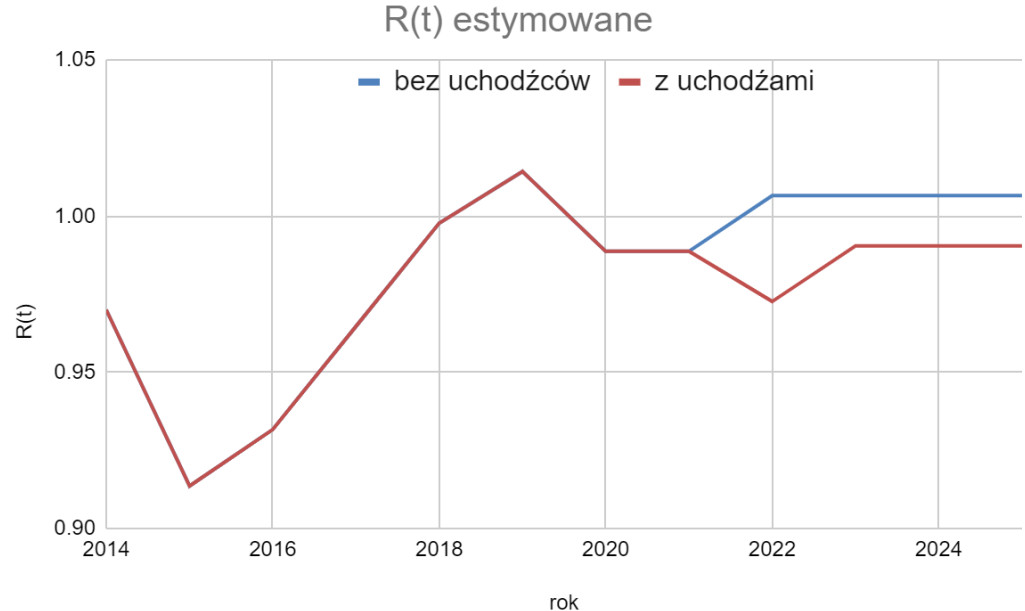
# Wyniki



Kluczową wartością dla wskaźnika reprodukcyjnego  $R(t)$  jest liczba 1. Wartość  $R$  wyższa od 1 oznacza, że epidemia się rozwija, natomiast gdy wartość  $R$  spada poniżej 1, jest to znak, że epidemia zaczyna hamować.

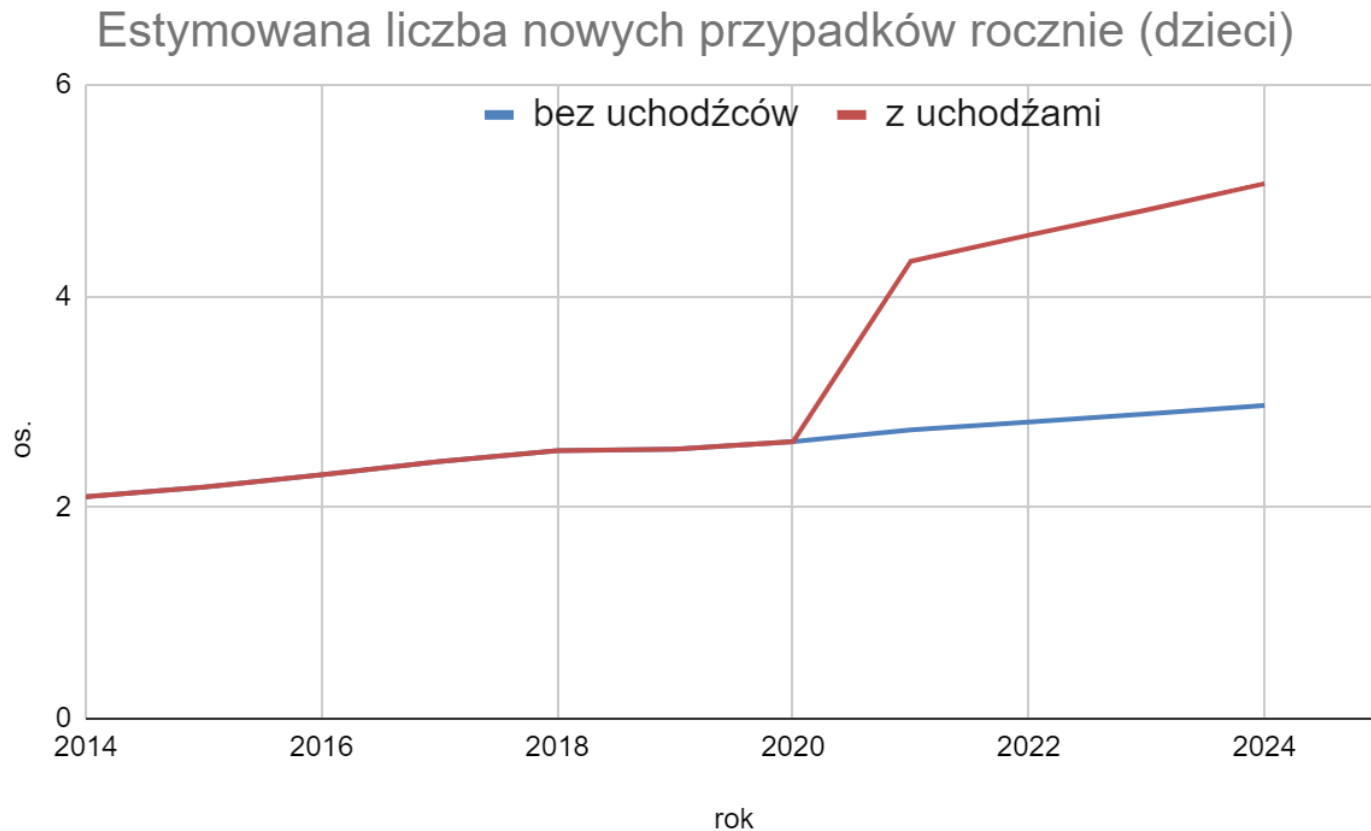


# Wyniki Populacja ogólna interpretacja

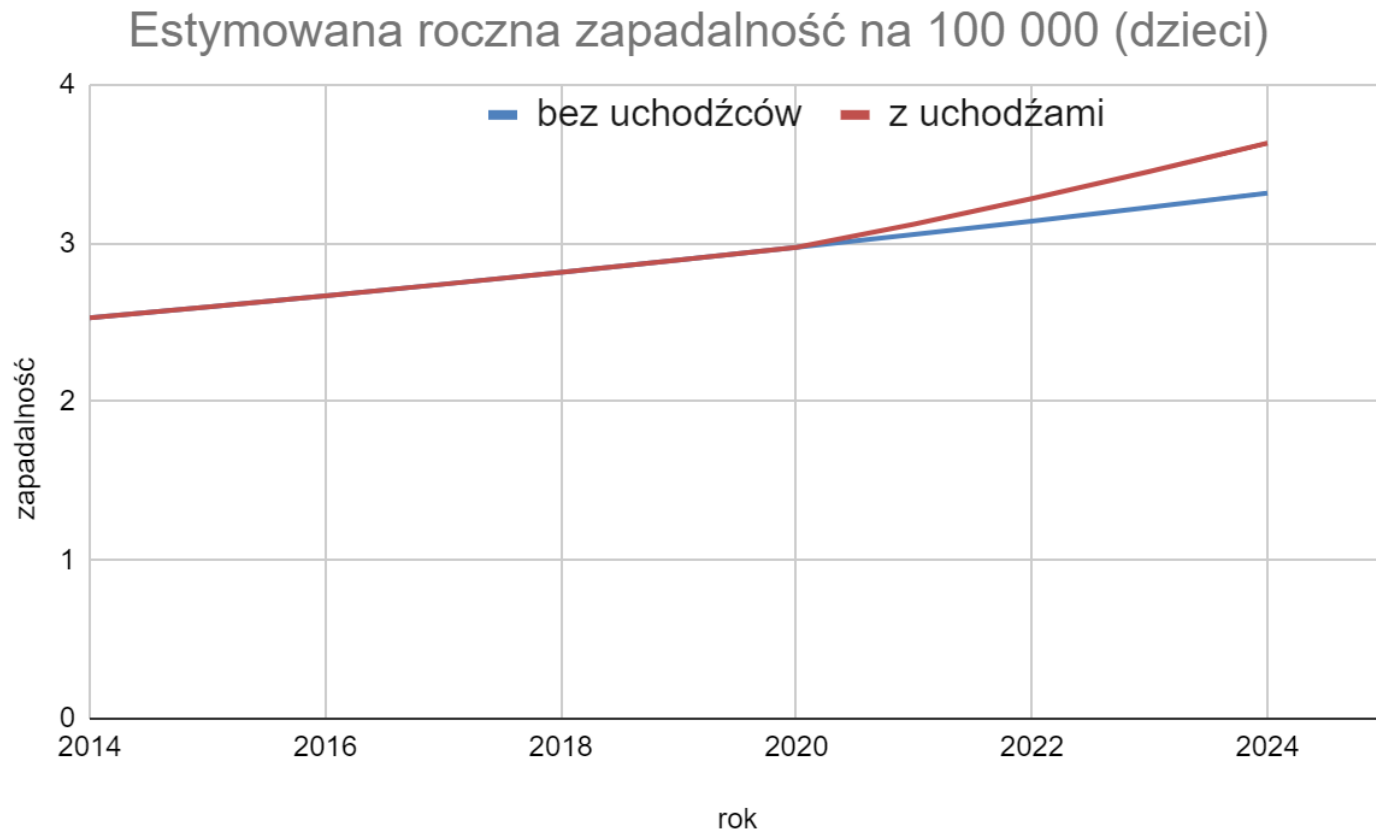


W scenariuszu bazowym spodziewamy się, że rok 2022 będzie pierwszym rokiem zmiany trendu ( $R(t) > 1$ ) w dynamice zachorowań na gruźlicę (w czasie pandemii COVID-19 znaczna część pracowników z Ukrainy opuściła Wrocław), a niewielki wzrost zapadalności powinien utrzymać się do 2025 roku. W scenariuszu z uchodźcami widzimy, że od 2023 roku zapadalność w populacji ogólnej powinna się zmniejszać ( $R(t) < 1$ ).

# Wyniki populacja dziecięca

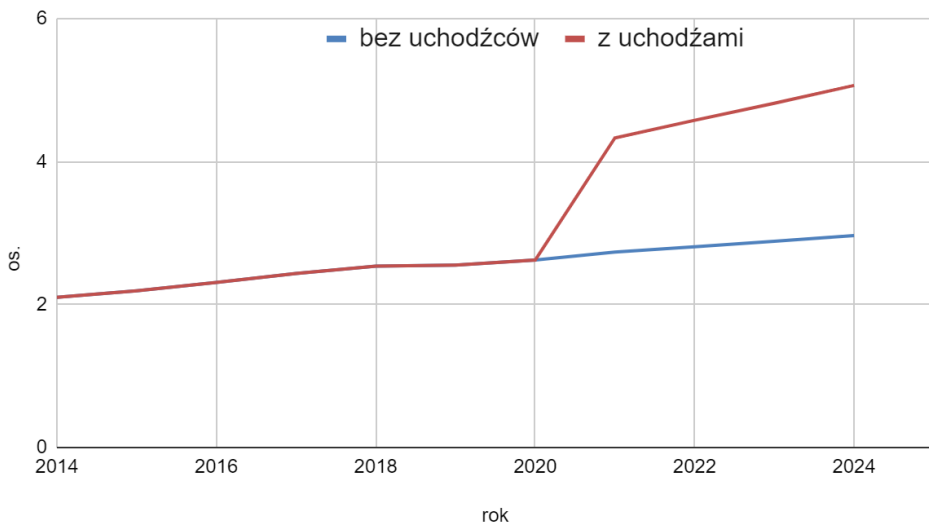


# Wyniki populacja dziecięca

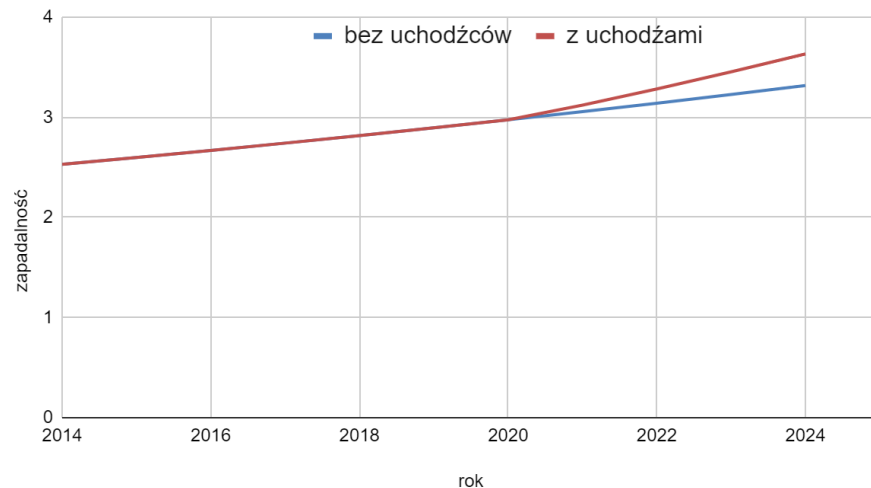


# Wyniki populacja dziecięca - interpretacja

Estymowana liczba nowych przypadków rocznie (dzieci)



Estymowana roczna zapadalność na 100 000 (dzieci)



Jednak liczba zachorowań wśród dzieci może być nawet dwa lub więcej razy wyższa niż w scenariuszu podstawowym.

# Wnioski

- W przypadku Wrocławia (brak obozów dla uchodźców i jednorodne mieszanie się populacji o danej strukturze demograficznej w prostym modelu) dynamika gruźlicy powinna być prawdopodobnie pod kontrolą w populacji ogólnej
- Należy jednak nadać priorytet programom szczepień uzupełniających BCG u dzieci imigranckich, ponieważ spodziewany jest wzrost liczby zachorowań na gruźlicę w populacji pediatrycznej.



**DFG**

Deutsche  
Forschungsgemeinschaft

Freie Universität



Berlin

DEUTSCH  
POLNISCHE  
WISSENSCHAFTS  
STIFTUNG

POLSKO  
NIEMIECKA  
FUNDACJA  
NA RZECZ NAUKI

**IBI**

Institut Badan Interdyscyplinarnych