

Czego nauczył aktuariusz COVID-19?

Maciej Zabój,
Senior Manager



Informacje zawarte w niniejszej publikacji mają charakter ogólny i nie odnoszą się do sytuacji konkretnej firmy.
Autor nie ponosi odpowiedzialności za wszelkie decyzje podjęte przez odbiorcę na podstawie zawartych w niniejszej prezentacji informacji.

Nota

Informacje zawarte w niniejszej publikacji mają charakter ogólny i nie odnoszą się do sytuacji konkretnej firmy.

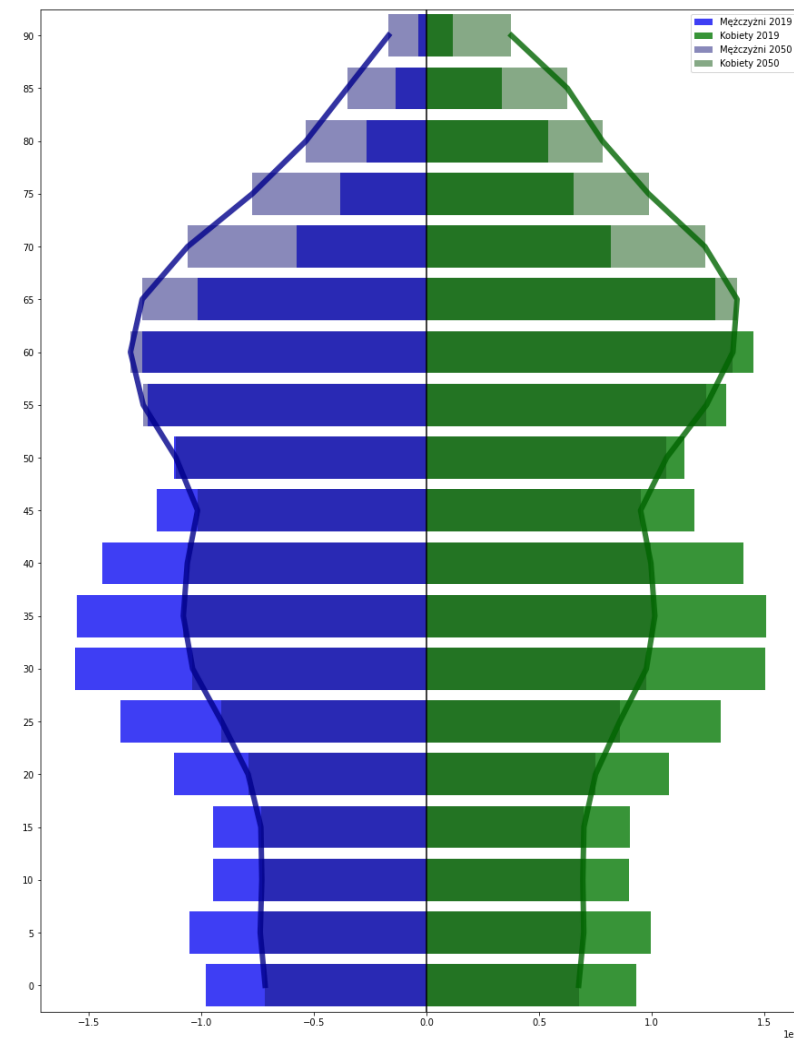
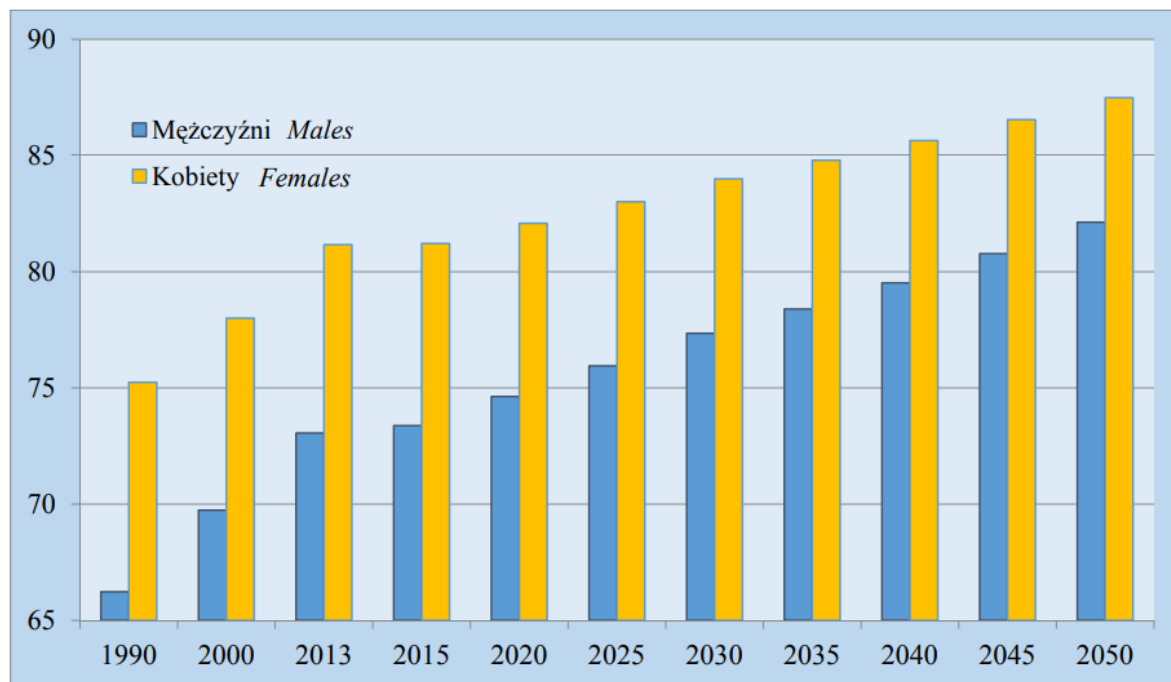
Autor nie ponosi odpowiedzialności za wszelkie decyzje podjęte przez odbiorcę na podstawie zawartych w niniejszej prezentacji informacji.

01

Prognozy przed pandemią

Polska ludności na lata 2014-2050

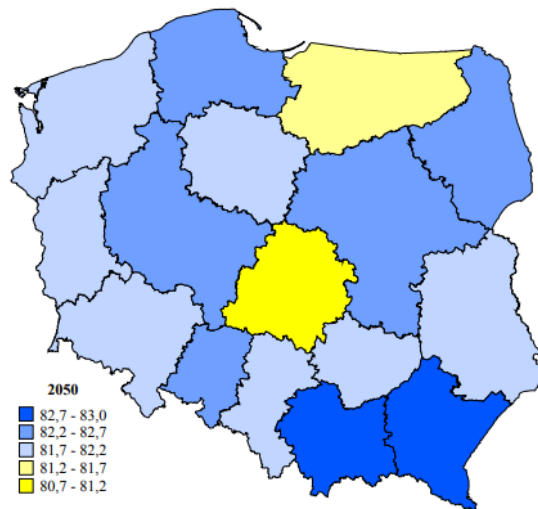
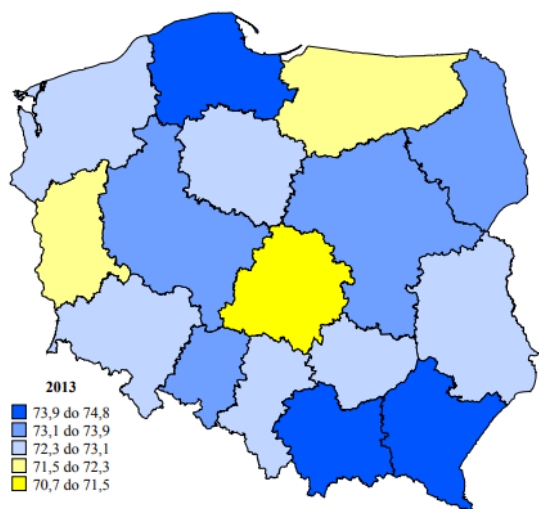
Przeciętne trwanie życia w latach 1990-2050



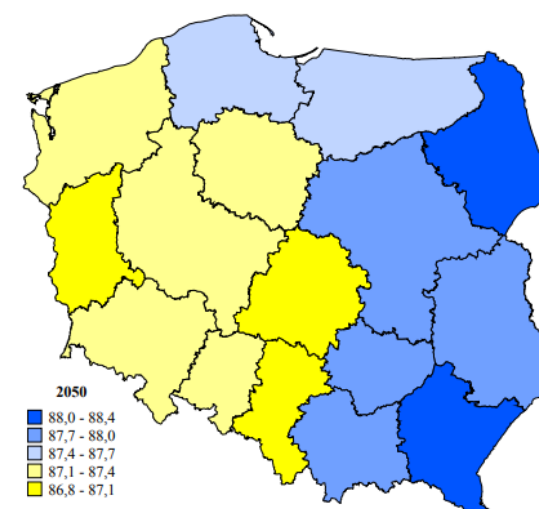
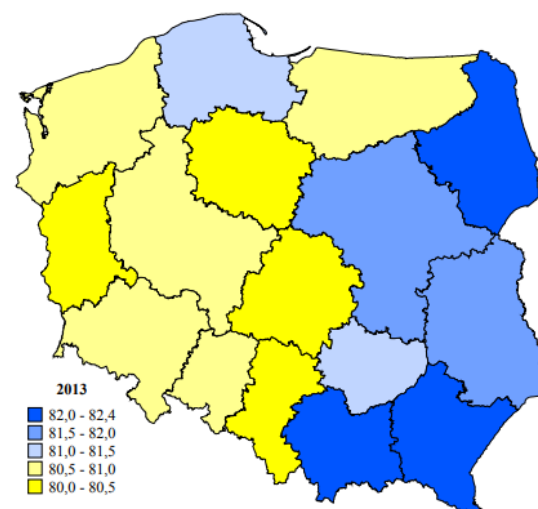
Polska ludności na lata 2014-2050

Przeciętne trwanie życia w latach 2013 vs 2050

Mężczyźni



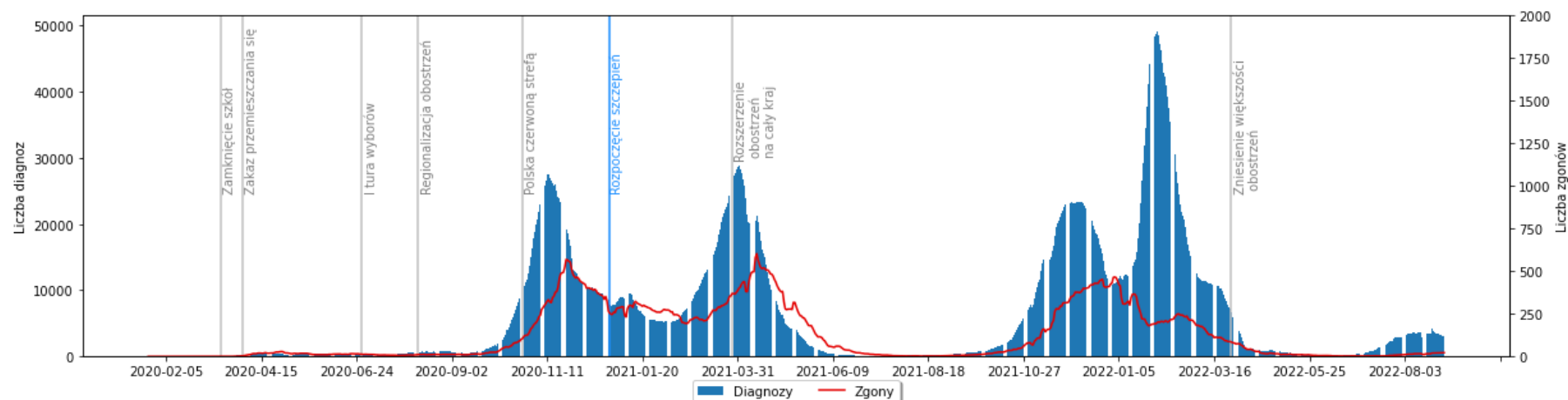
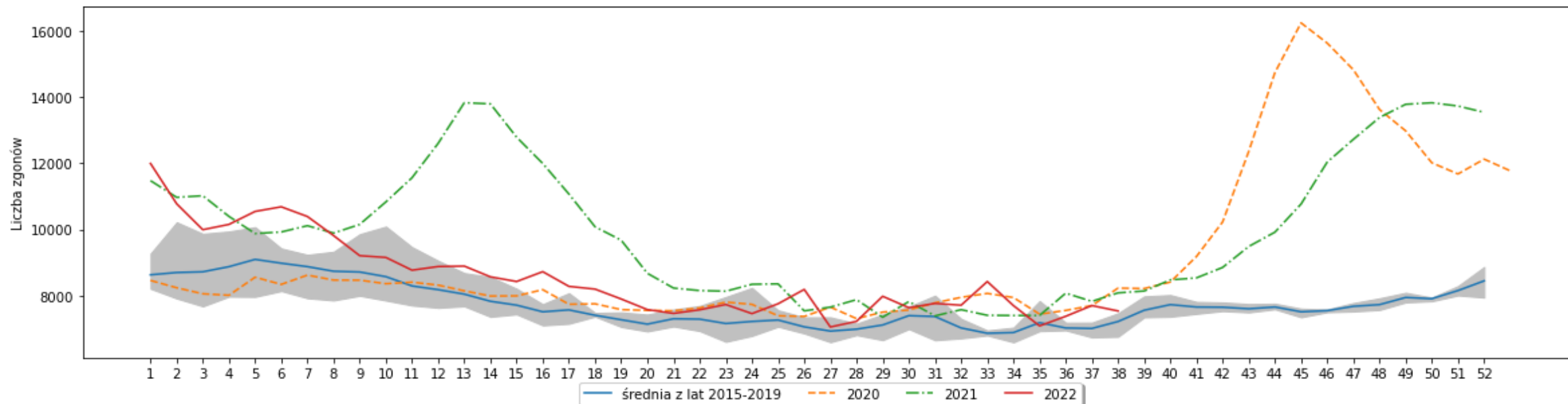
Kobiety



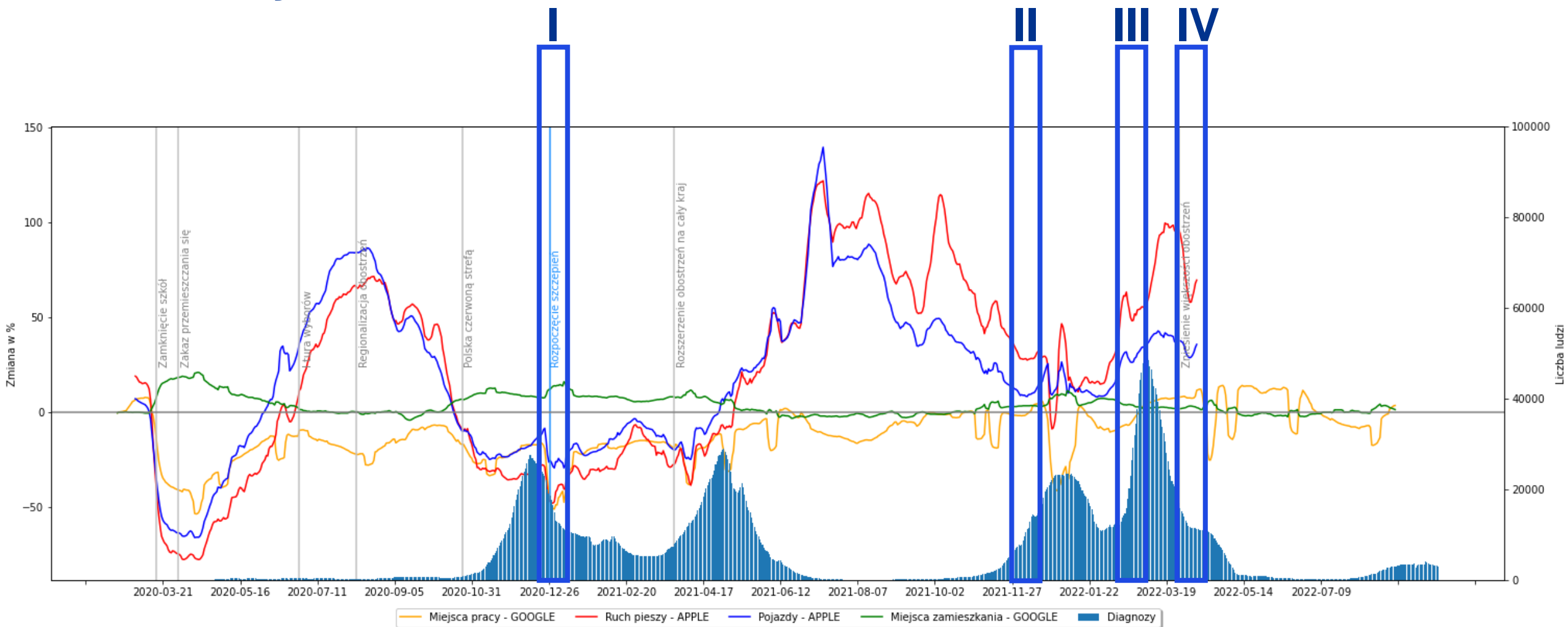
02

Jaki był przebieg pandemii?

Zgony - populacja



Mobility index



Szczepienia

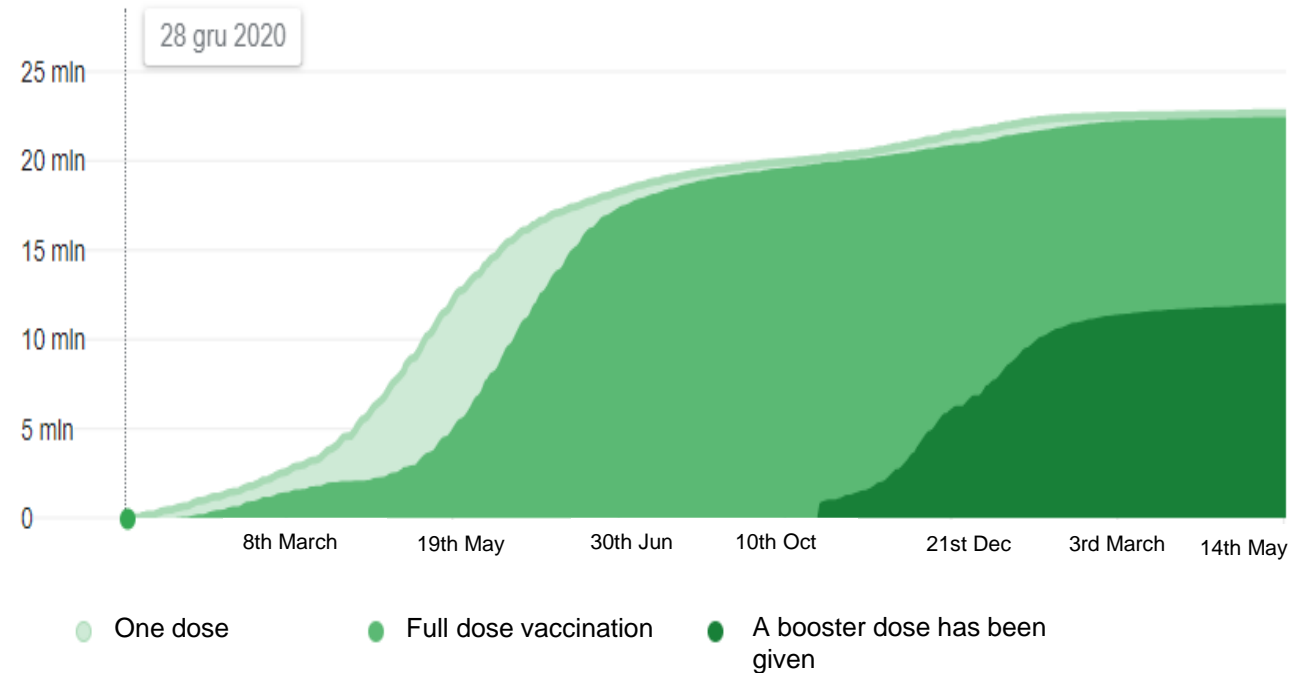
Kampania szczepień ruszyła 27 grudnia 2020 r. w 72 szpitalach.

Etap 0 osoby najbardziej narażonych na zakażenie. m.in. pracownicy służby zdrowia.

Etap 1 - osoby mieszkające w domach pomocy społecznej, placówkach opiekuńczo-leczniczych i domach opieki. osoby po 60. roku życia, kadra oświatowa i służby mundurowe.

Etap 2 to szczepienie osób poniżej 60 roku życia ze zdiagnozowanymi chorobami przewlekłymi, które mogą niekorzystnie wpływać na koronawirusa.

W kolejnych etapach skierowanie i termin otrzymywały kolejne grupy ludzi.

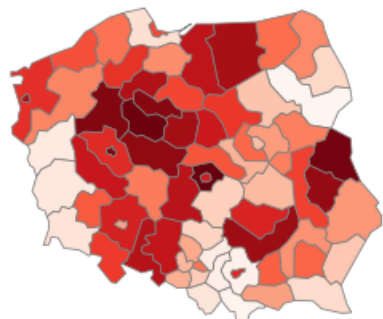


Source: <https://ourworldindata.org/covid-vaccinations?country=POL>

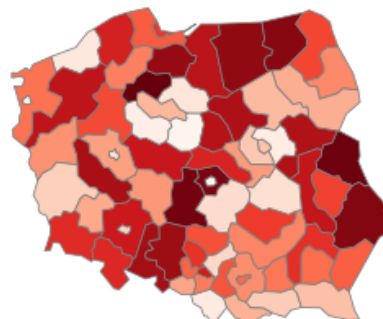
Diagnozy, zgony oraz poziom wyszczepienia - mapy



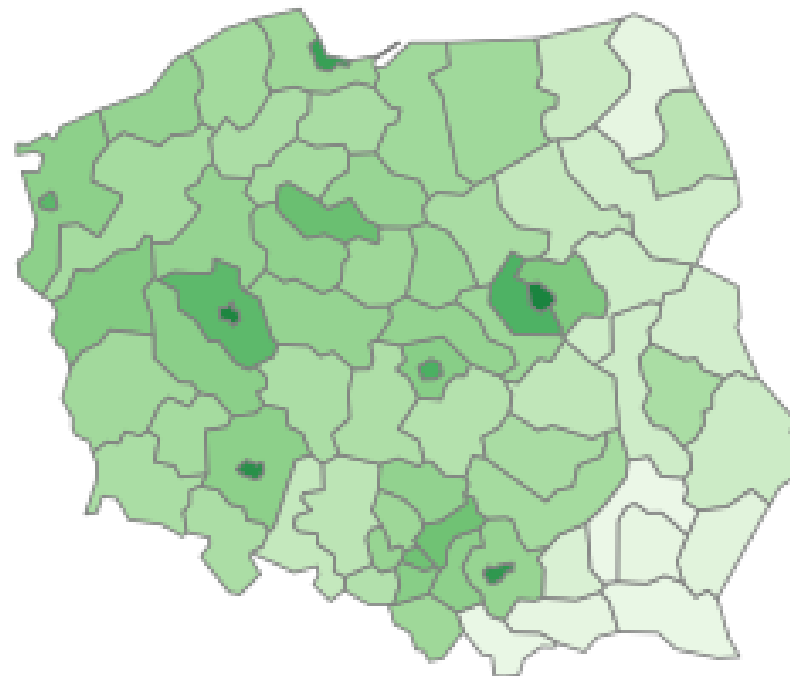
Zgony na 100 tys mieszkańców
średnia tygodniowa 21-27.12.20



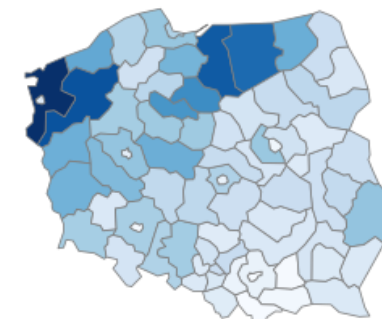
Zgony na 100 tys mieszkańców
średnia tygodniowa 29.11-05.12.21



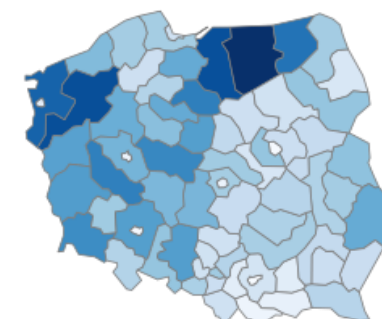
Poziom wyszczepienia 04.12.21



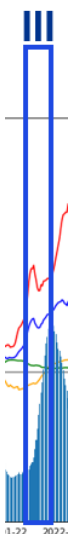
Diagnozy na 100 tys mieszkańców
średnia tygodniowa 21.12 - 27.12.20



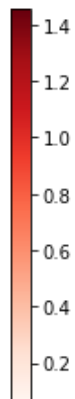
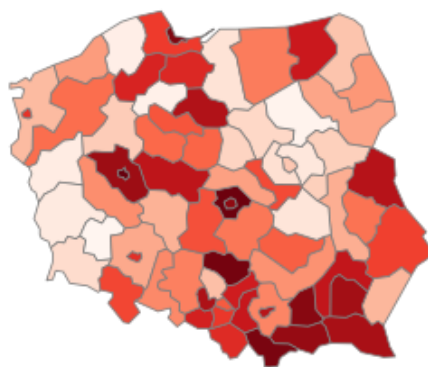
Diagnozy na 100 tys mieszkańców
średnia tygodniowa 29.11 - 5.12.21



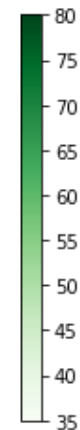
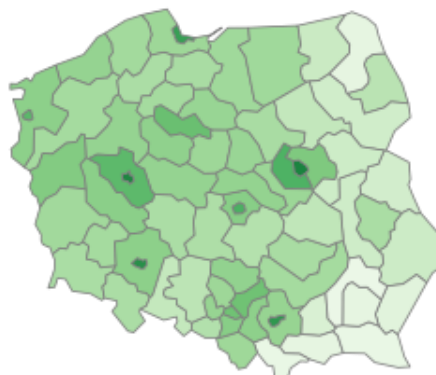
Diagnozy, zgony oraz poziom wyszczepienia - mapy



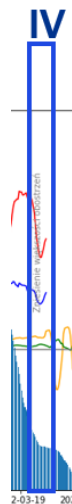
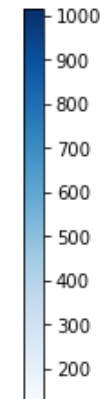
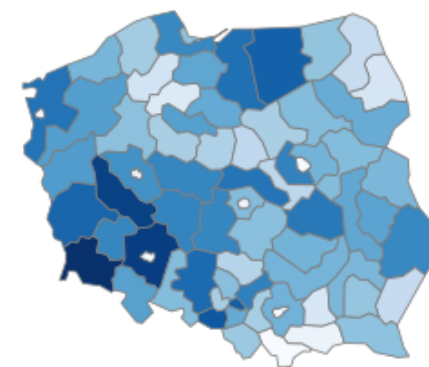
Zgony na 100 tys mieszkańców
średnia tygodniowa 31.01-06.02.21



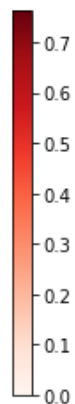
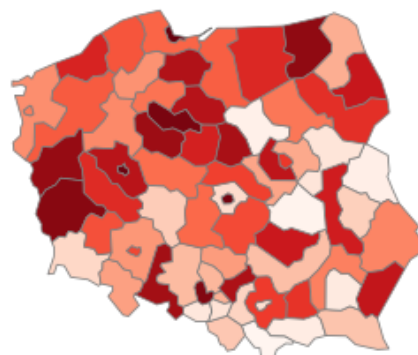
Poziom wyszczepienia 6.02.22



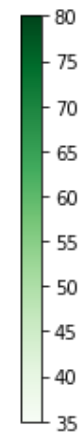
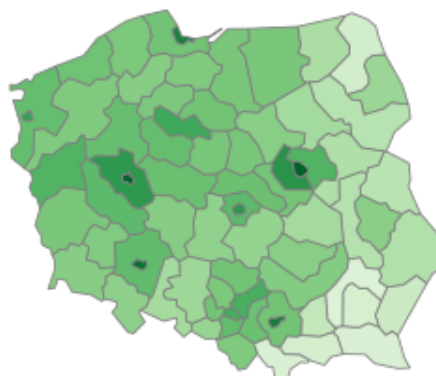
Diagnozy na 100 tys mieszkańców
średnia tygodniowa 31.01-6.02.22



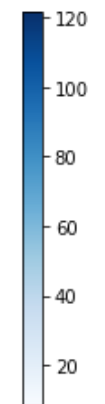
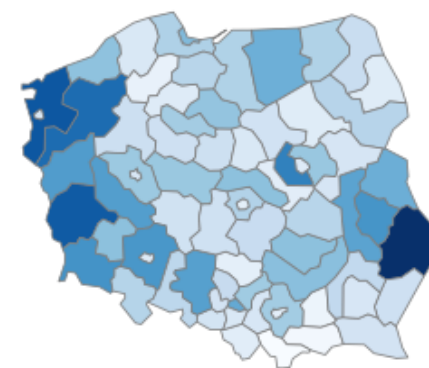
Zgony na 100 tys mieszkańców
średnia tygodniowa 23.03-02.04.22



Poziom wyszczepienia 29.03.22

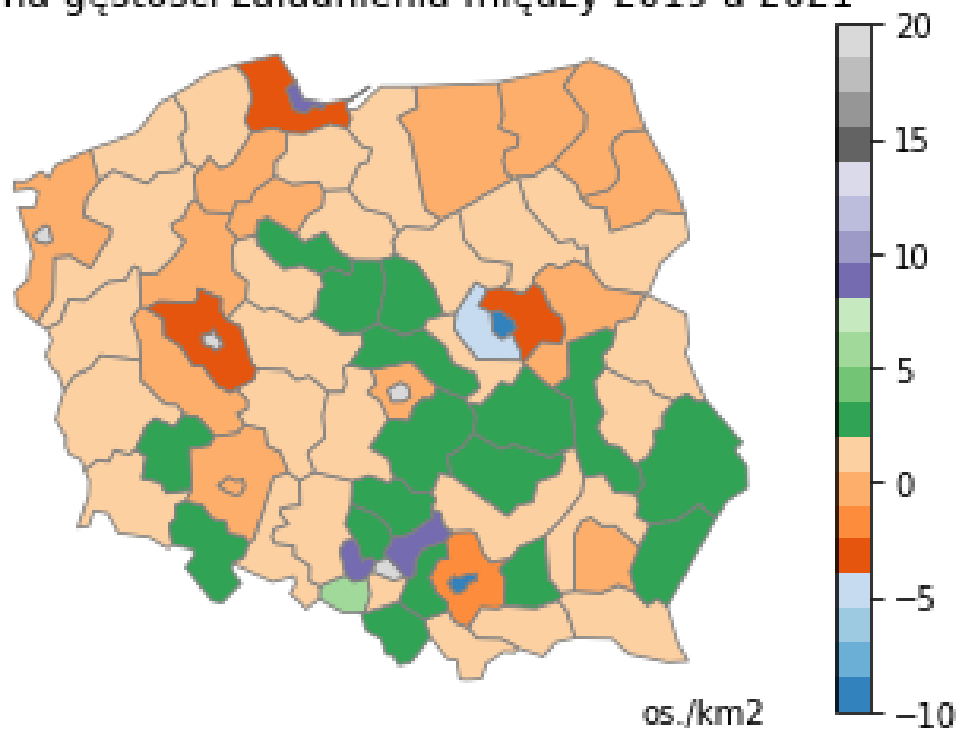


Diagnozy na 100 tys mieszkańców
średnia tygodniowa 27.03-02.04.22

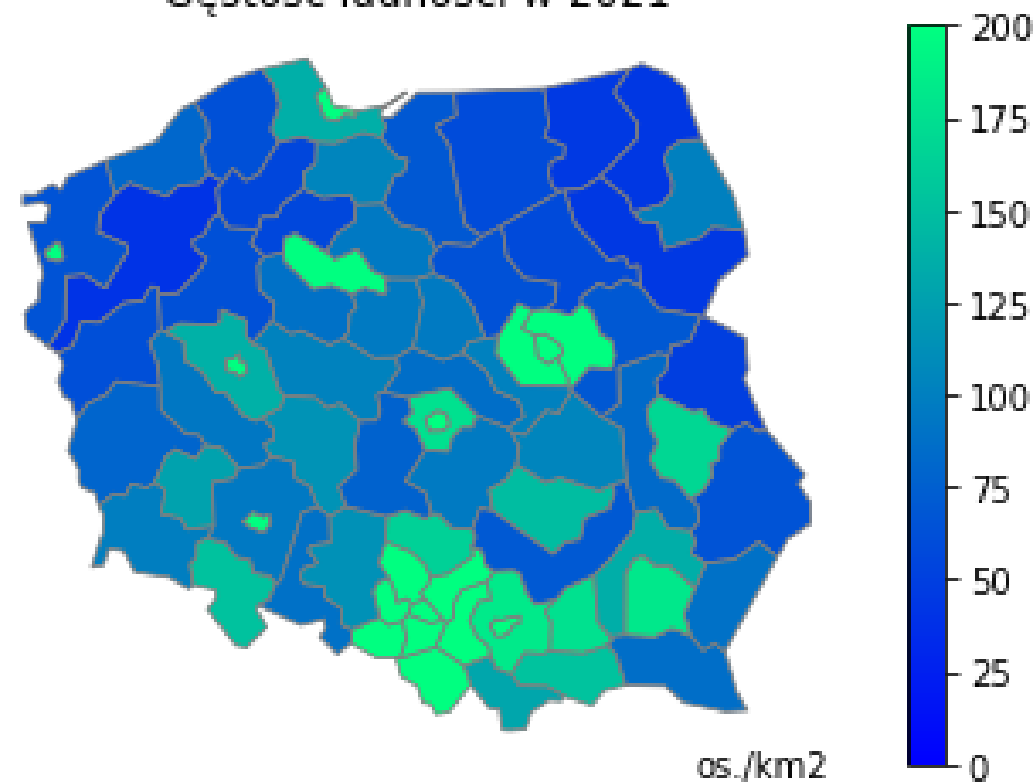


Przebieg pandemii

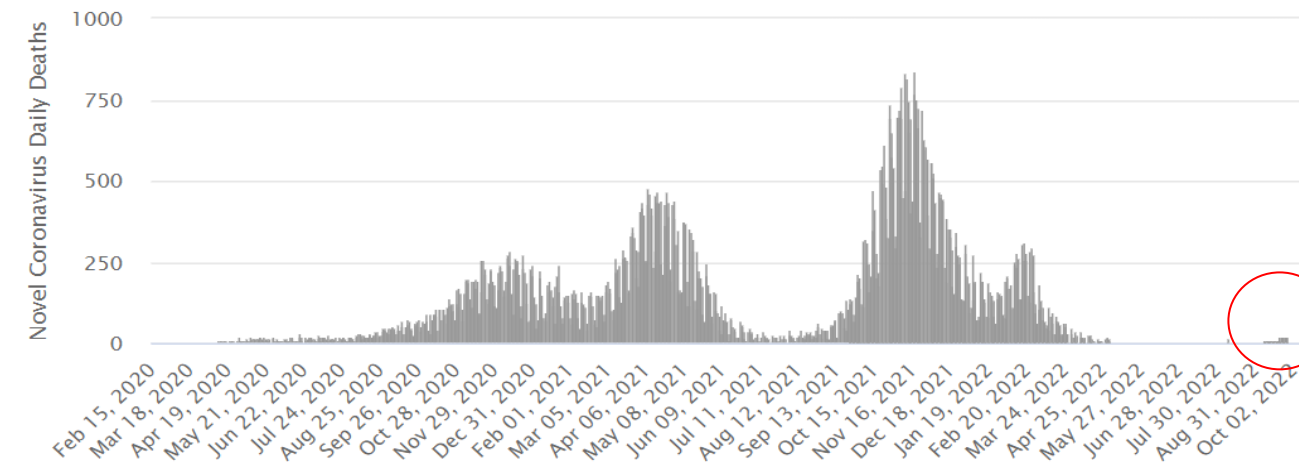
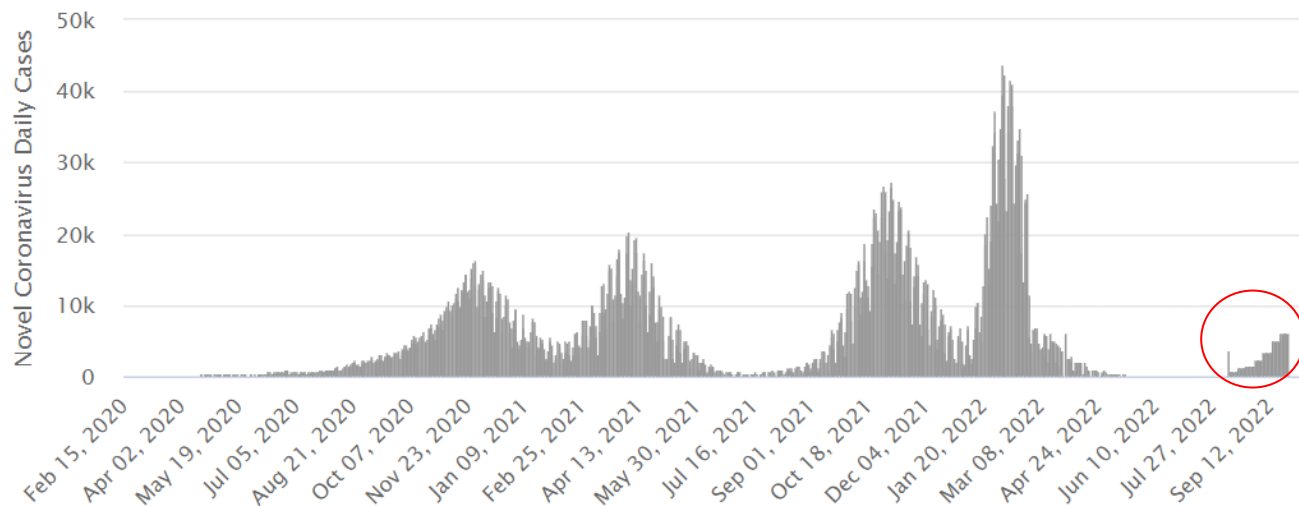
Zmiana gęstości zaludnienia między 2019 a 2021



Gęstość ludności w 2021

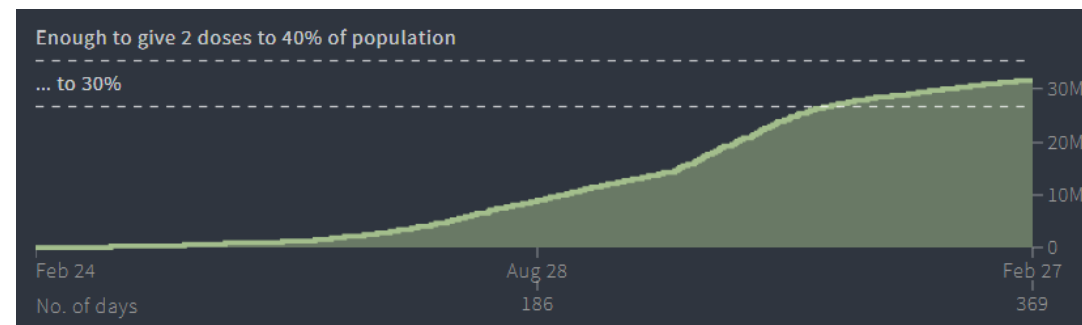


Uchodźcy a Covid-19



Liczba uchodźców zarejestrowanych w Polsce
1,436,558 (10.10.2022)

Poziom zaszczepienia 35%



Source: <https://graphics.reuters.com/world-coronavirus-tracker-and-maps/countries-and-territories/ukraine/>

03

Metodologia

Modelowanie – możliwe podejścia

Trzy podejścia do modelowania śmiertelności:

- **Eksperckie**
- **Ekstrapolacja**
- **Objaśniający**

W praktyce często stosuje się metody będące kombinacją wszystkich trzech podejść czy zestawia się ze sobą ich wyniki



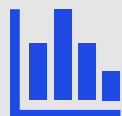
Eksperckie

Opierając się o wiedzę ekspercką ustalony zostaje pewien „cel” – może to być prawdopodobieństwo zgonu czy liczność kohorty w danym roku – następnie w oparciu o znajomość przebiegów historycznych nakreśla się prawdopodobny kształt krzywych doążących do założonego celu



Objaśniające

Polegają na budowie wielowymiarowych modeli regresyjnych opartych na GLM (general linear model) lub wykonywaniu makrosymulacji populacji. Tutaj można zaliczyć także rozwijające się metody ML (machine learning)



Ekstrapolacja

Bazując na założeniu, iż dane historyczne można dopasować do pewnego modelu, wyróżnia się współczynniki zależne od czasu, grupy wiekowej i w niektórych przypadkach kohorty. W ten sposób otrzymane wyniki można potraktować jako szereg czasowy

Bazowe ryzyka w modelowaniu śmiertelności

1. Ryzyko „modelu”: czyli ryzyko związane z tym, że rozkład prawdopodobieństwa, wybrany do modelowania śmiertelności nie reprezentuje projekcji przyszłej śmiertelności
2. Ryzyko „parametru”: parametry stosowane w modelu mogą nie odzwierciedlać w odpowiedni sposób przyszłych doświadczeń nawet jeśli model bazowy może być odpowiedni.
3. Ryzyko „losowych fluktuacji”: rzeczywiste przyszłe doświadczenia mogą nie odpowiadać przyjętemu modelowi i parametrom, nawet jeśli odpowiednio odzwierciedlają one klasę życia ubezpieczonego lub, które ma być ubezpieczone.

Lee-Carter

Standard modelowania stochastycznego

Powstaje poprzez rozkład na wartości własne macierzy składającej się z logarytmów śmiertelności w poszczególnych latach

Prostota aplikowania modelu oraz wynajdywanie pojedynczego szeregu czasowego spowodowały, że model LC stał się podstawą analiz i predykcji śmiertelności

Jednak predykcje bazujące na tym modelu posiadają szereg wad, do najistotniejszych zaliczając brak możliwości uwzględnienia zachodzących procesów demograficznych czy istnienia pewnego wieku granicznego

$$\log(m_{x,t}) = a_x + b_x k_t$$

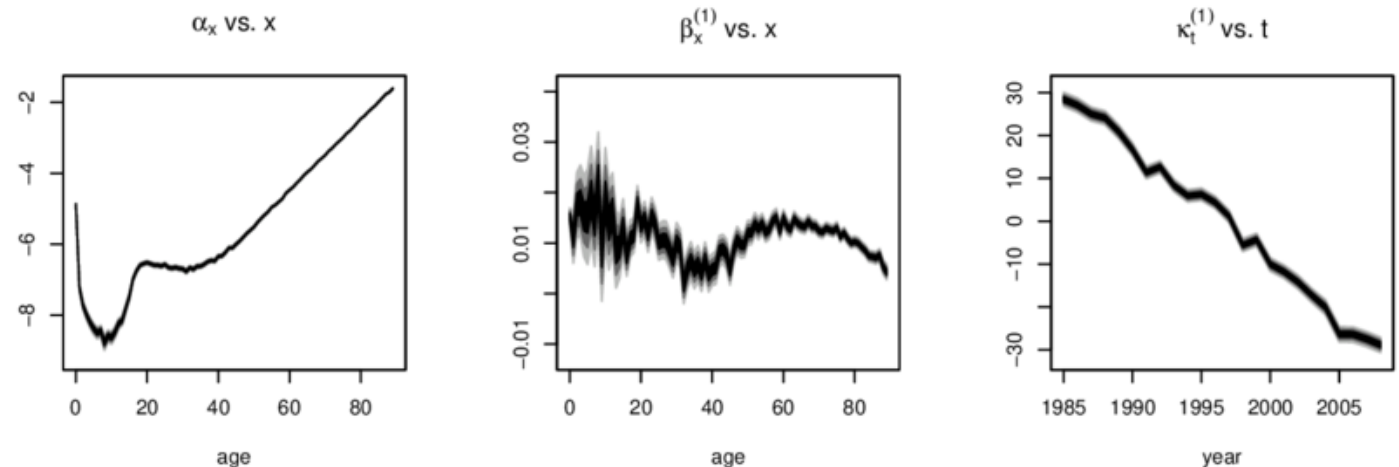
$m_{x,t}$ - śmiertelność ze względu na rok i grupę wiekową

a_x, b_x - parametry grupy wiekowej

k_t - szereg czasowy

$$\sum_{k=0}^n b_x = 1$$

$$\sum_{k=0}^n k_t = 0$$



CAR – Conditional Autoregressive Model

$$\begin{aligned}y_{kt} &\sim \text{Binomial}(m_{kt}, \theta_{kt}), \quad k = 1, \dots, K; \quad t = 1, \dots, T \\ \log(\theta_{kt}/(1 - \theta_{kt})) &= \mathbf{x}'_{kt}\boldsymbol{\beta} + \psi_{kt} \\ \psi_{kt} &= \boldsymbol{\phi}_k + (\boldsymbol{\alpha} + \boldsymbol{\delta}_k) \frac{t - \bar{t}}{T} \\ \boldsymbol{\phi} &\sim N_K(\mathbf{0}, \tau_s^2(D - \rho_s W)^{-1}) \\ \boldsymbol{\delta} &\sim N_K(\mathbf{0}, \tau_t^2(D - \rho_t W)^{-1}) \\ \tau_t^2, \tau_s^2 &\sim \text{IG}(1, 0.01), \quad \rho_t, \rho_s \sim \text{Uniform}(0, 1) \\ \boldsymbol{\alpha} &\sim N(0, 1000), \quad \boldsymbol{\beta} \sim N_r(\mathbf{0}_r, I_r)\end{aligned}$$

Rozszerzenie LC o zależności regionalne

Model Lee-Cartera wyszukuje podstawowe trendy występujące w danych historycznych. Jest to podejście pozbawione informacji na temat samej populacji.

Chcąc poprawić analizę podstawowy wzór modelu LC można zróżnicować poprzez regionalizację oraz charakteryzację każdego regionu przez czynniki społeczne.

Zbudowanie jednak takiego modelu jest dużo bardziej skomplikowane, wymaga dobrej jakości danych regionalnych, a budowanie predykcji jest nietrywialne, ze względu na mnogość czynników

Regiony

Dla poniższych regionów zostanie wykonana predykcja



Warszawa

Gęstość w 21 roku: 3471 os./km²

Poziom wyszczepienia: 76%



Region Białski

Gęstość w 21 roku: 49 os./km²

Poziom wyszczepienia: 50%



Region Wrocławski

Gęstość w 21 roku: 95 os./km²

Poziom wyszczepienia: 60%

Źródła danych a perspektywa analityczna

Źródła danych

Tradycyjne

- GUS/ WHO/ EUROSTAT
- ZUS
- PZH
- Własne dane

Alternatywne

- Smart bands/watch
- Dane z telefonów komórkowych
- Big data
- Web scrapping
- Google/Apple

Perspektywa analityczna

- zawód
- odżywianie
- miejsce zamieszkania
- klimat
- edukacja
- genetyka

04

Śmiertelność Ogólna

Long covid

Według definicji WHO o „długim” Covidzie mówimy wtedy, gdy w ciągu trzech miesięcy od zakażenia wirusem SARS-CoV-2 ujawnia się co najmniej jedna dolegliwość, której nie można wyjaśnić żadną inną chorobą. Dolegliwość ta musi utrzymywać się przez co najmniej dwa miesiące.

Scenariusz – Zgony

01

Brak Covidu – co by było gdyby do pandemi nie doszło

- Badanie dotyczy ostatnich 10 lat
- Aby zwiększyć pulę danych, rozważamy okresy półroczne
- Dane regionalne w tej granulacji występują w przedziałach 5-cio letnich

02

Covid zanika

- Przyjęte zostaje założenie, że wpływ pandemii na śmiertelność zanika po 3 latach
- Poziom wyszczepienia stale wzrasta
- Brak powikłań negatywnie wpływających na śmiertelność
- Następuję wyrównanie liczności zgonów po 10 latach i powrót śmiertelności do poziomu sprzed pandemii

03

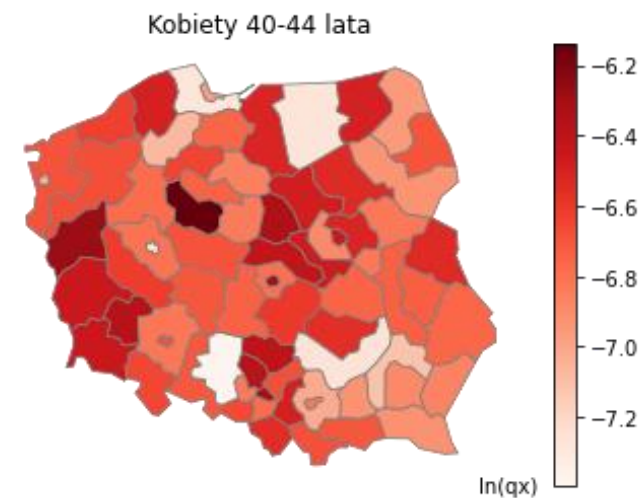
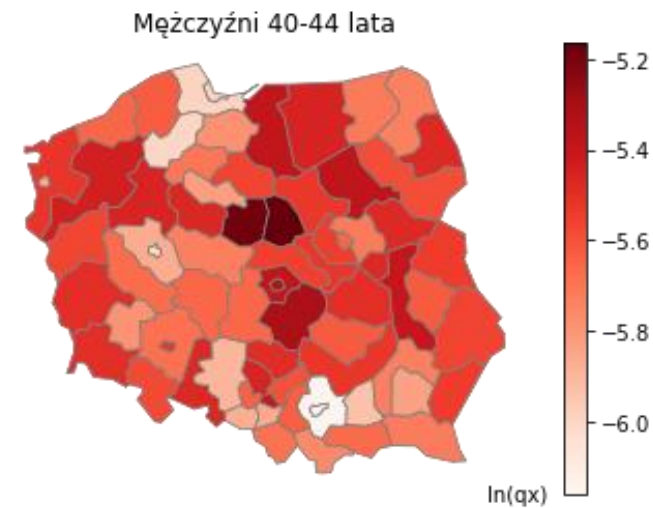
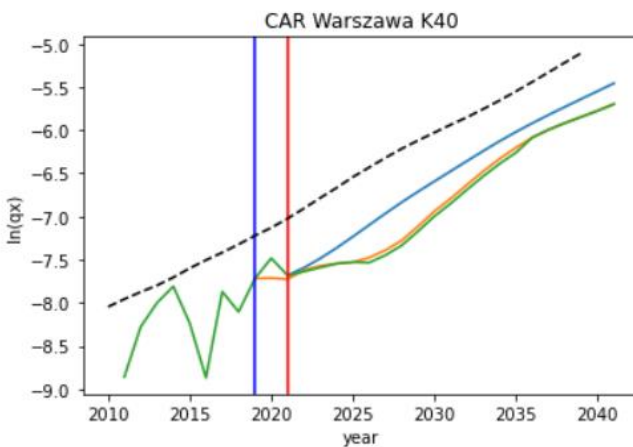
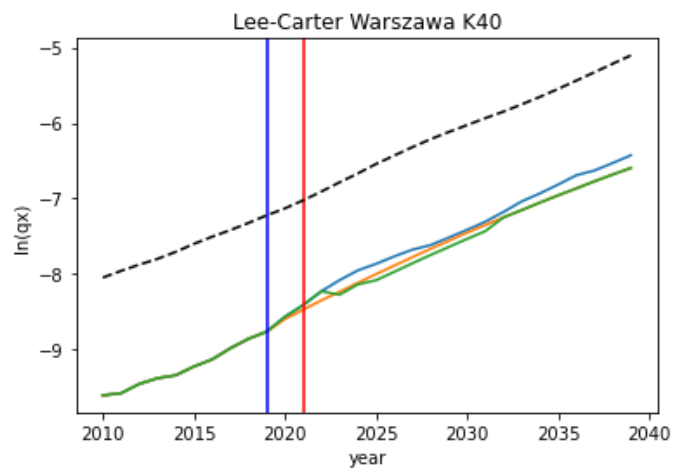
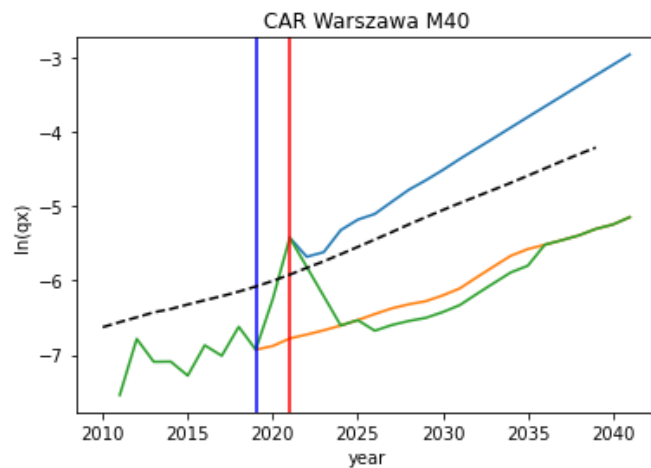
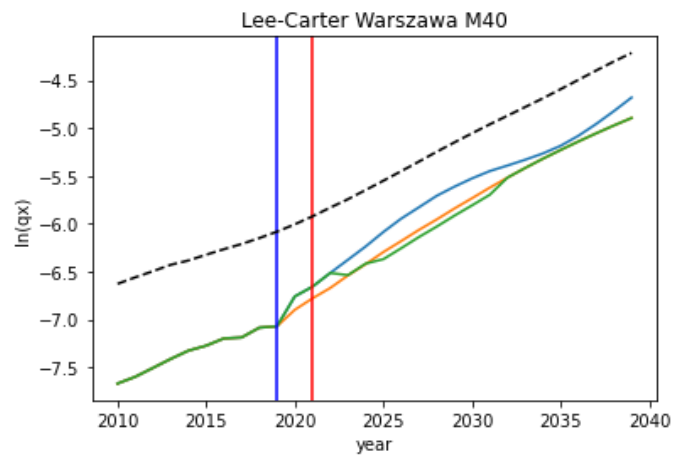
Covid pozostaje

- Scenariusz ten zakłada stały wpływ Covid
- Odporność grupowa, nawet jeśli zostanie osiągnięta, jest zrównoważona przez powikłania
- Podejście to jest oparte o wiedzę z innych dziedzin, niekoniecznie kwantyfikowalną do modelu

Warszawa

Śmiertelność

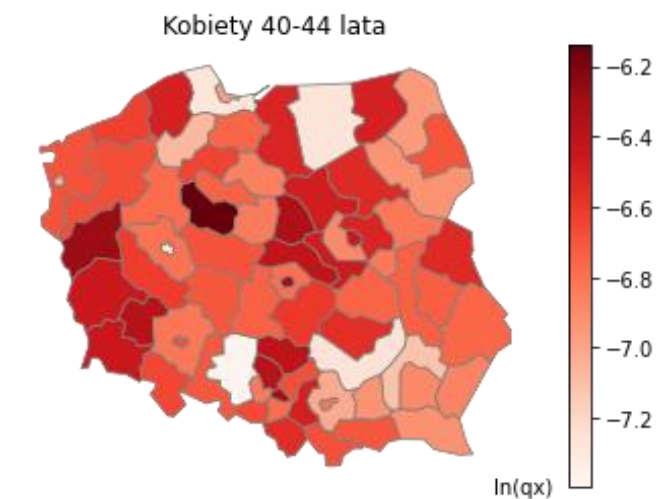
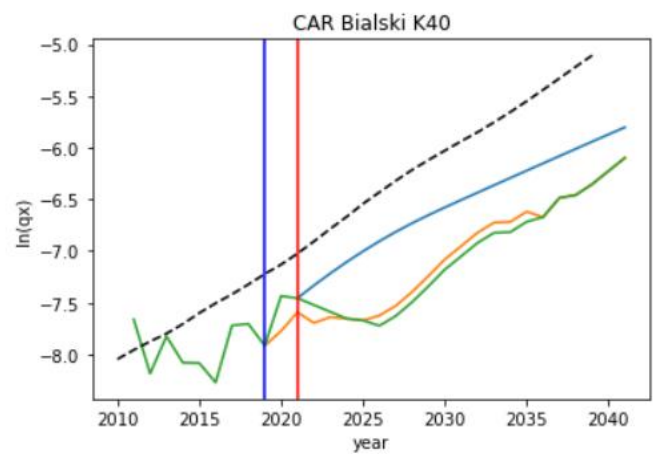
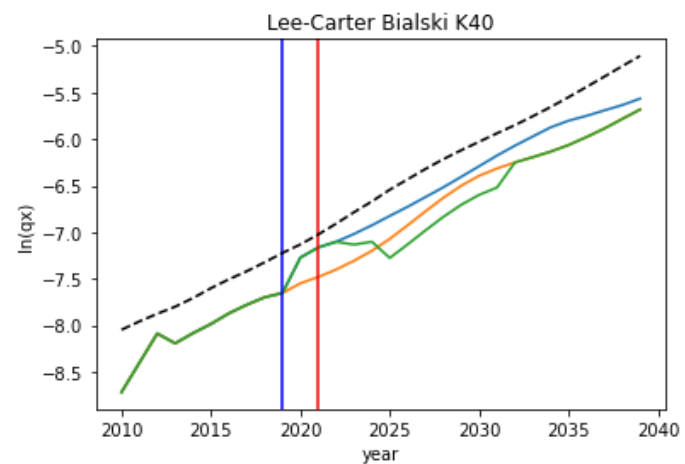
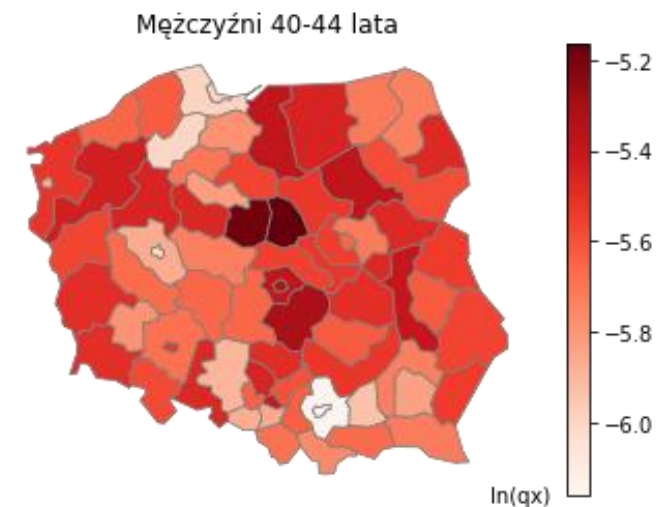
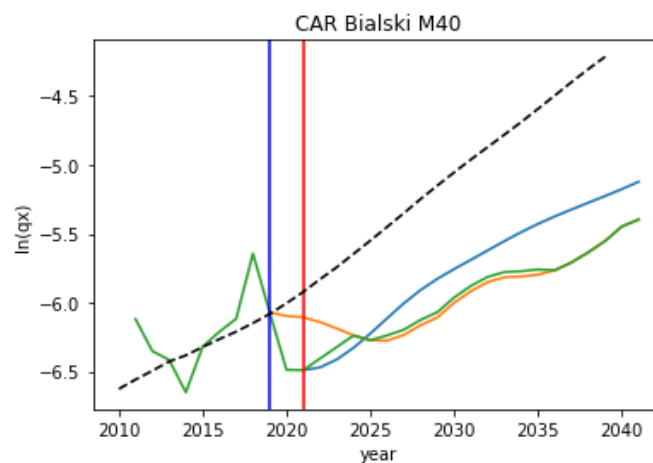
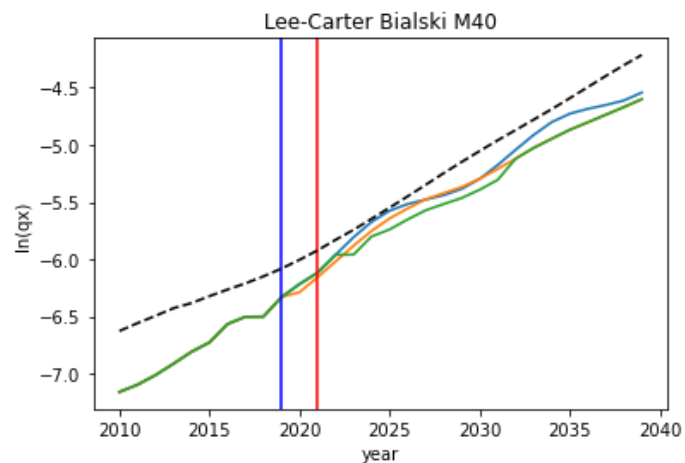
- 01 Brak Covidu
- 02 Covid zanika
- 03 Covid pozostaje



Region Bialski

Śmiertelność

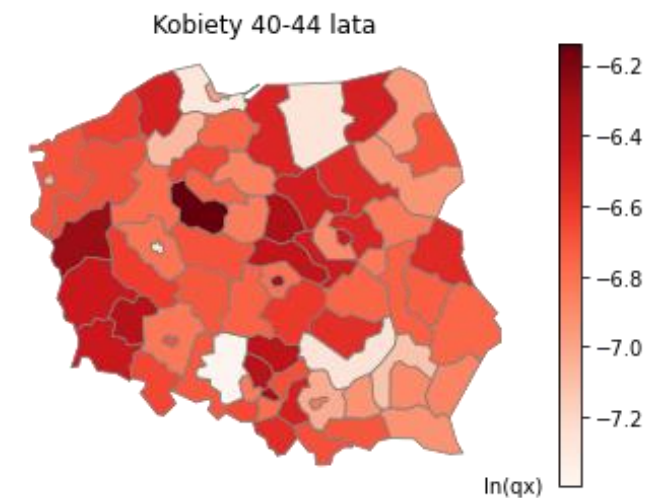
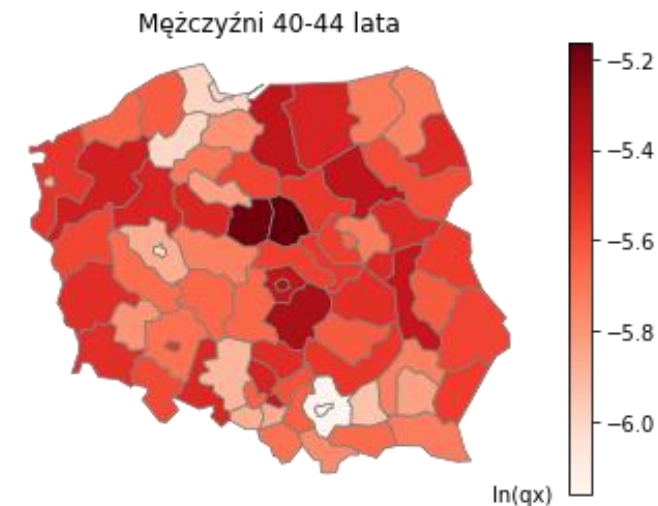
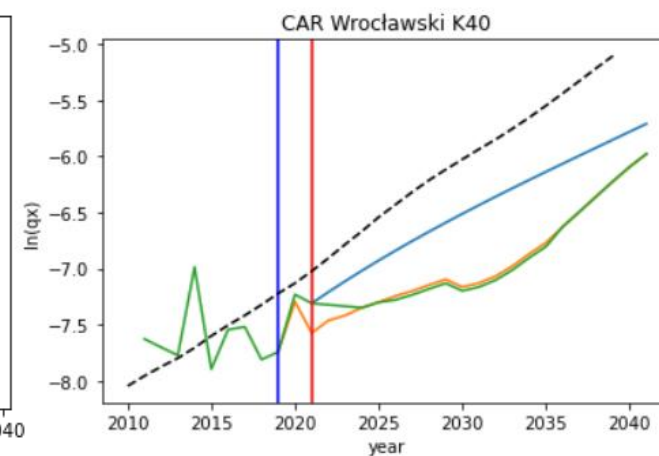
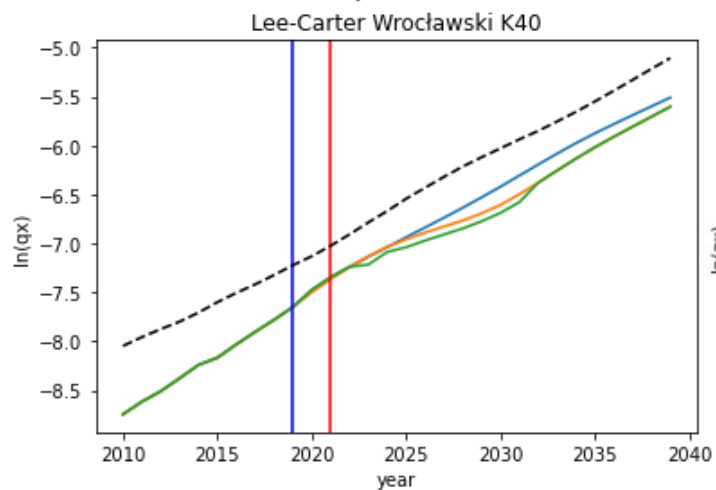
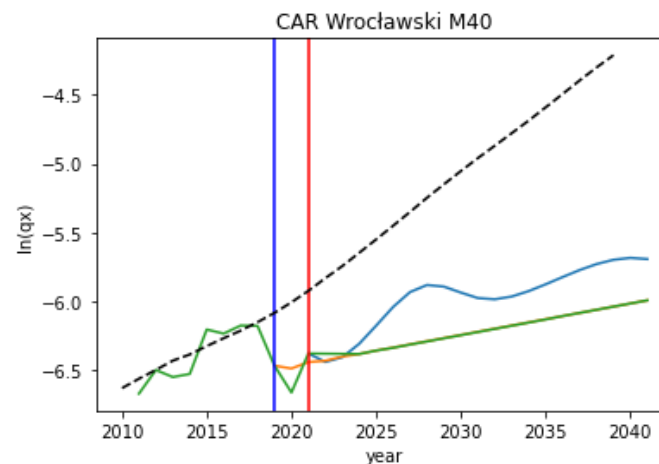
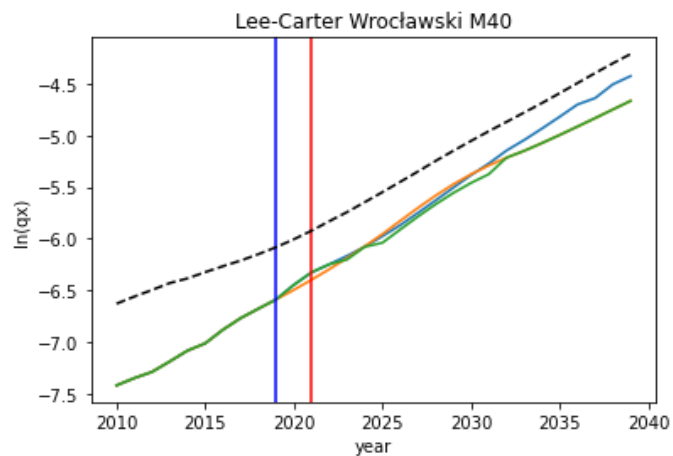
- 01 Brak Covidu
- 02 Covid zanika
- 03 Covid pozostaje



Region Wrocławski

Śmiertelność

- 01 Brak Covidu
- 02 Covid zanika
- 03 Covid pozostaje

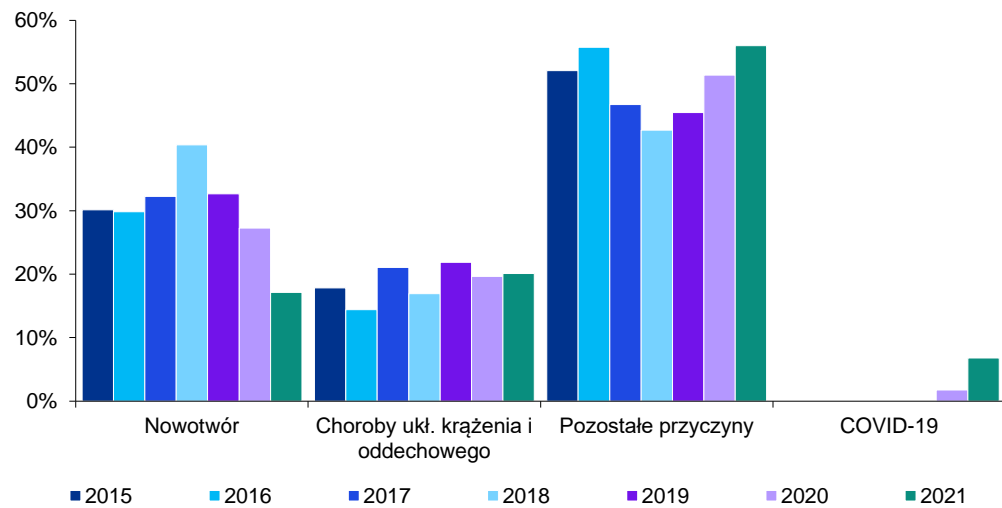


04

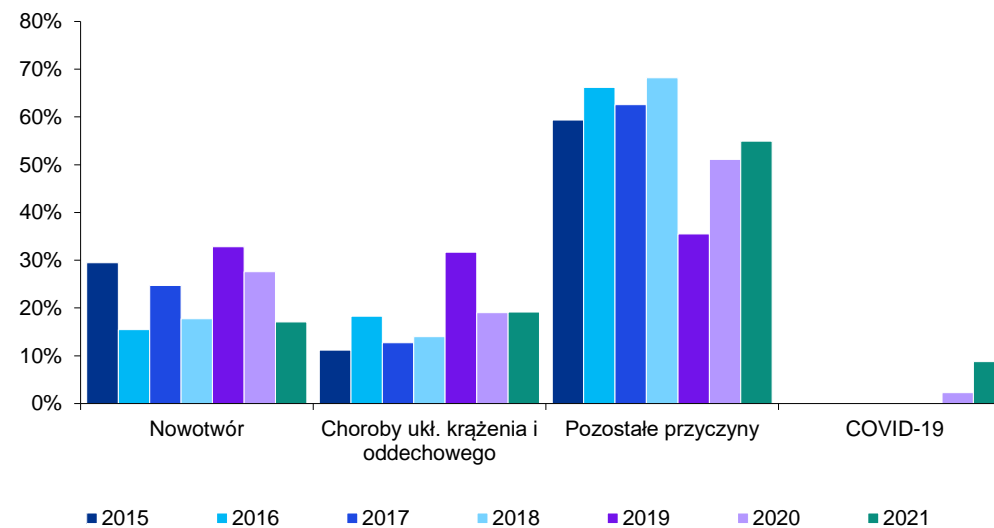
Chorobowość Zgony wg kluczowych przyczyn

ICD – 10 Regiony

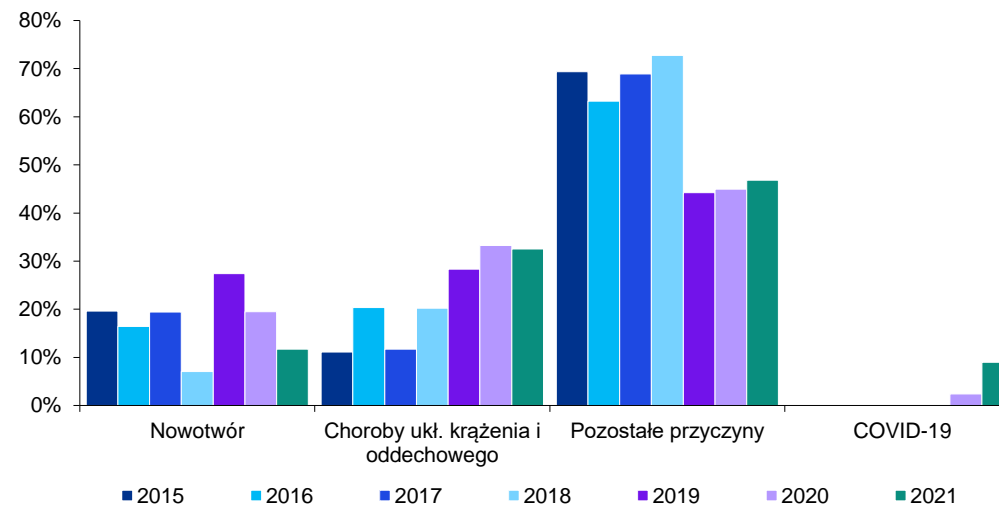
Warszawa 40-44lat



Wrocławski 40-44lat



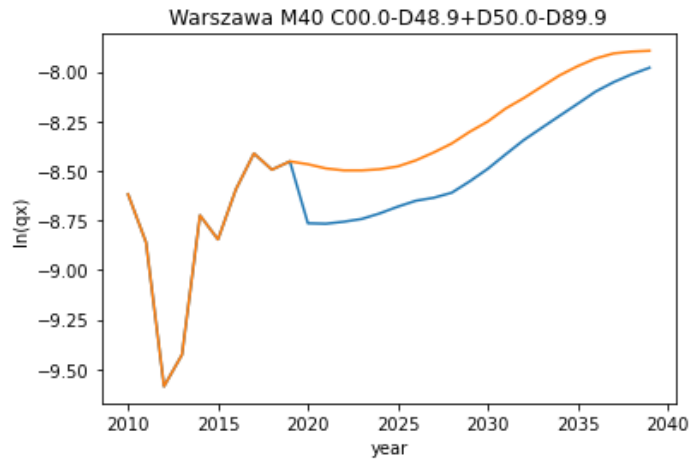
Białskii 40-44 lata



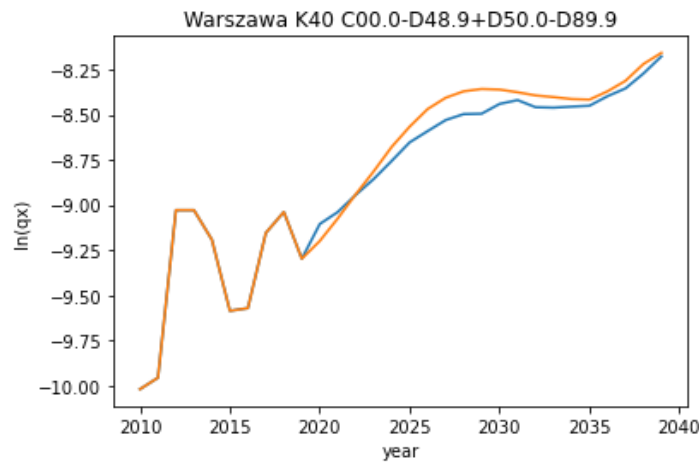
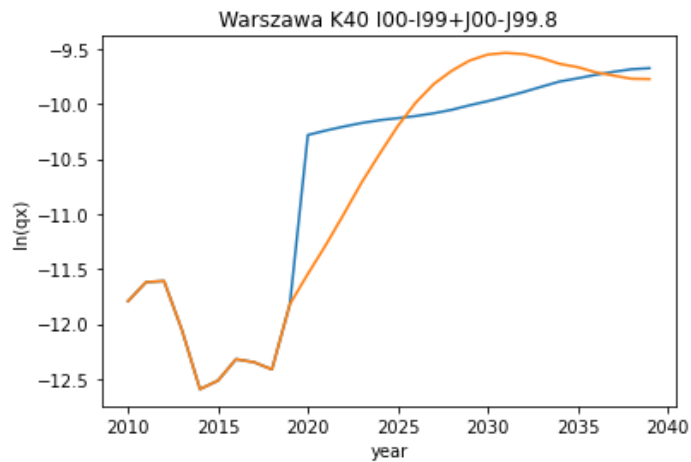
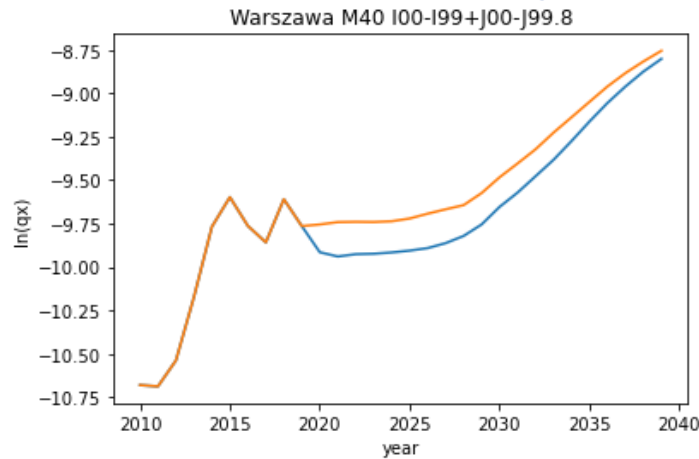
Warszawa

Chorobowość

Nowotwory



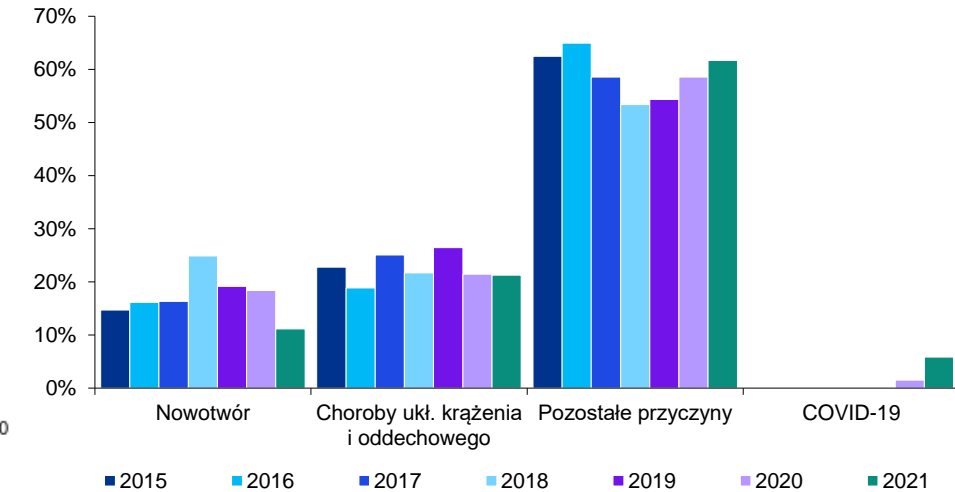
Ch. ukł. krążenia i oddechowego



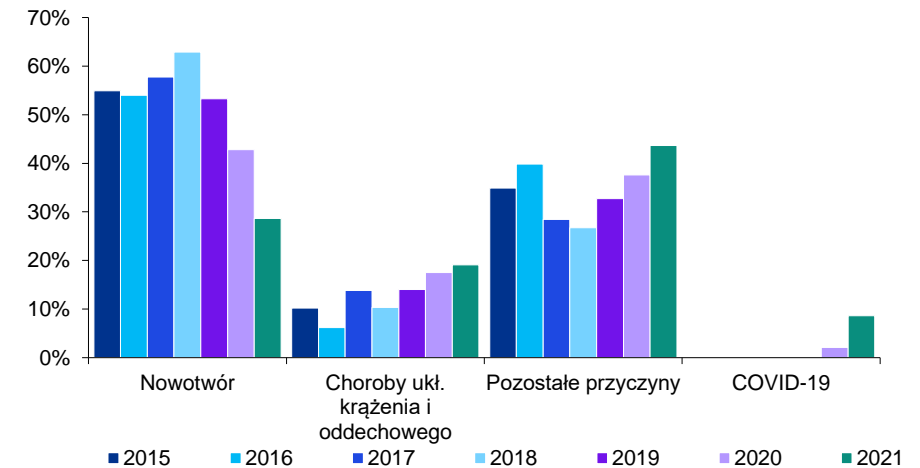
01 Brak Covidu

03 Covid pozostaje

Warszawa Mężczyźni 40-44 lata



Warszawa Kobiety 40-44 lata

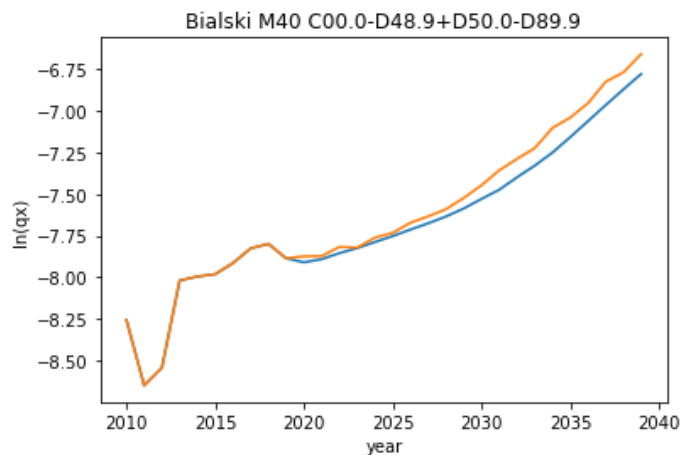


Informacje zawarte w niniejszej publikacji mają charakter ogólny i nie odnoszą się do sytuacji konkretnej firmy. Autor nie ponosi odpowiedzialności za wszelkie decyzje podjęte przez odbiorcę na podstawie zawartych w niniejszej prezentacji informacji.

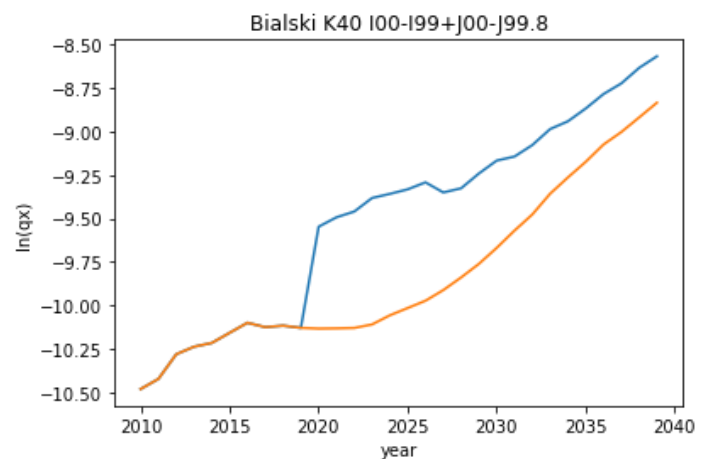
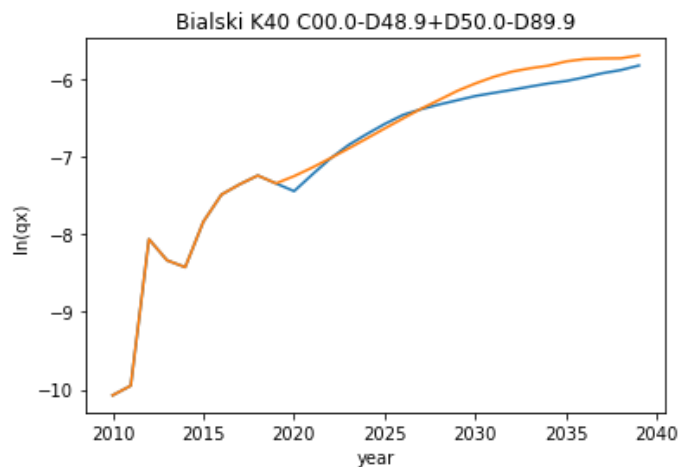
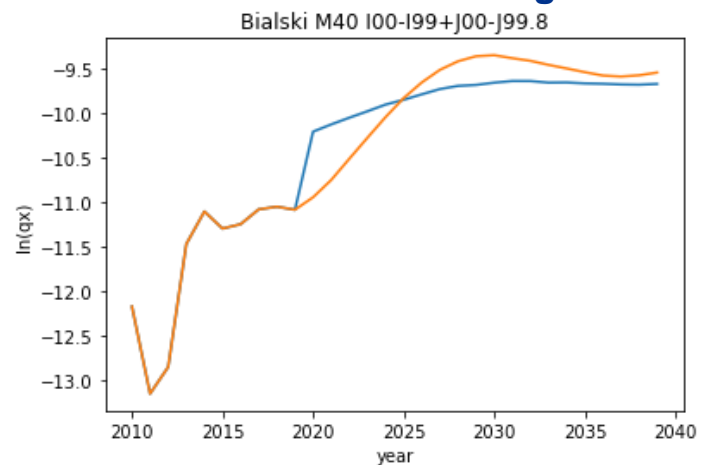
Region Bialski

Chorobowość

Nowotwory



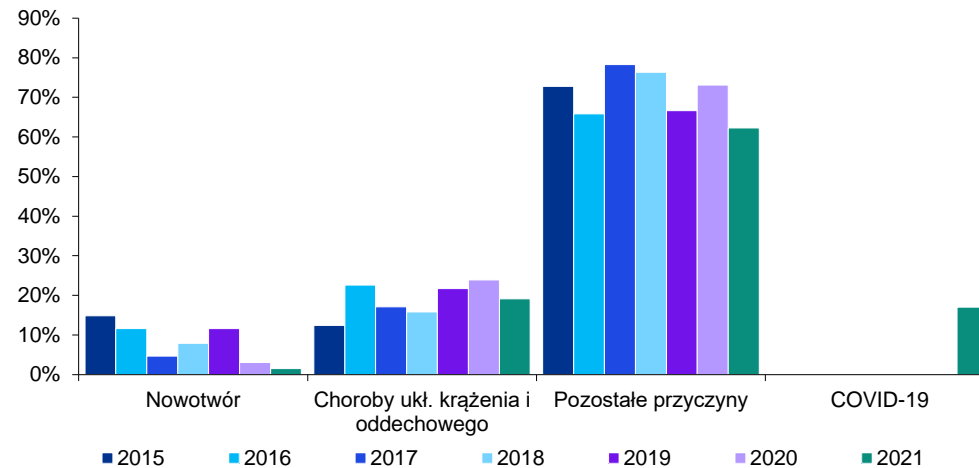
Ch. ukł. krążenia i oddechowego



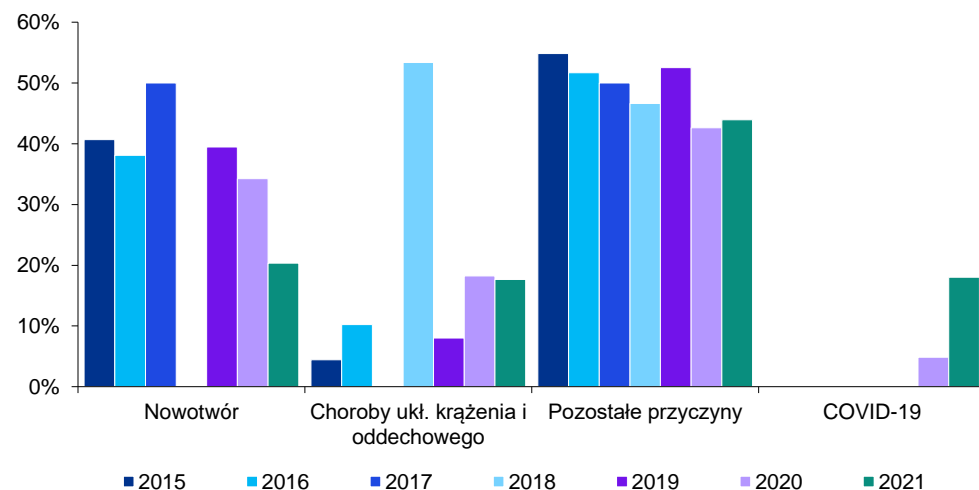
01 Brak Covidu

03 Covid pozostaje

Bialski Mężczyźni 40-44 lata



Bialski Kobiety 40-44 lata



Informacje zawarte w niniejszej publikacji mają charakter ogólny i nie odnoszą się do sytuacji konkretnej firmy. Autor nie ponosi odpowiedzialności za wszelkie decyzje podjęte przez odbiorcę na podstawie zawartych w niniejszej prezentacji informacji.

Region Wrocławski

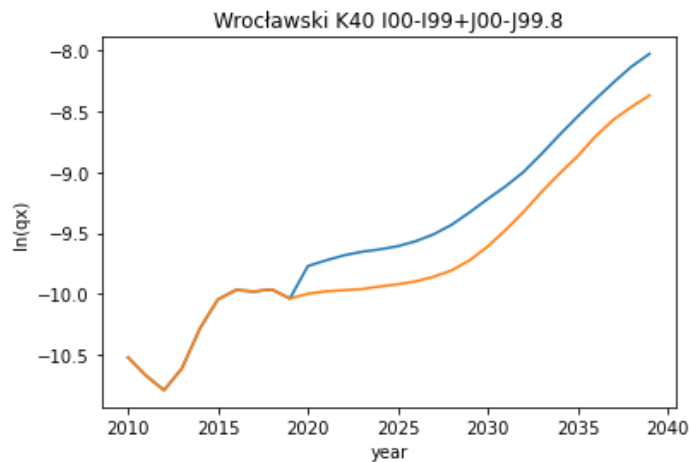
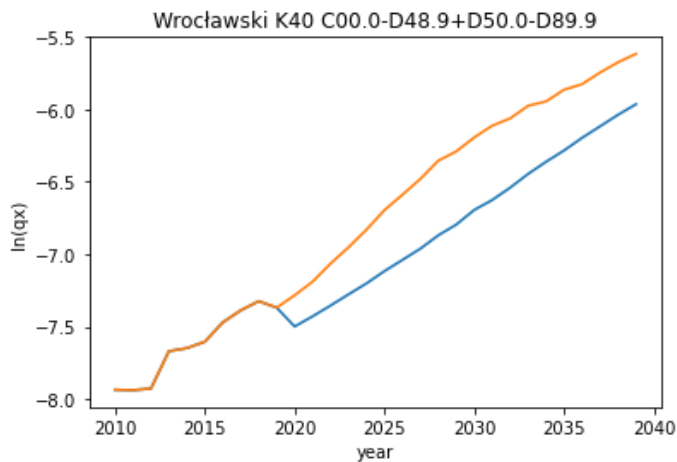
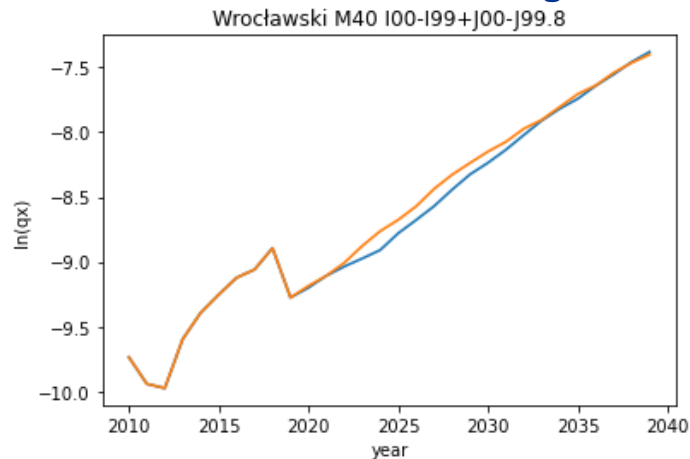
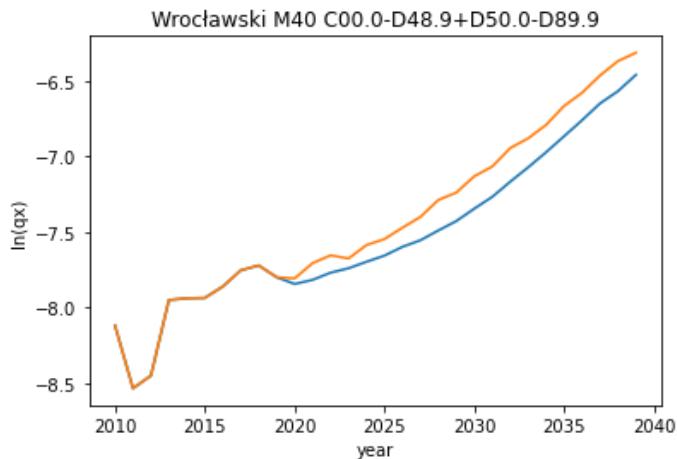
Chorobowość

01 Brak Covidu

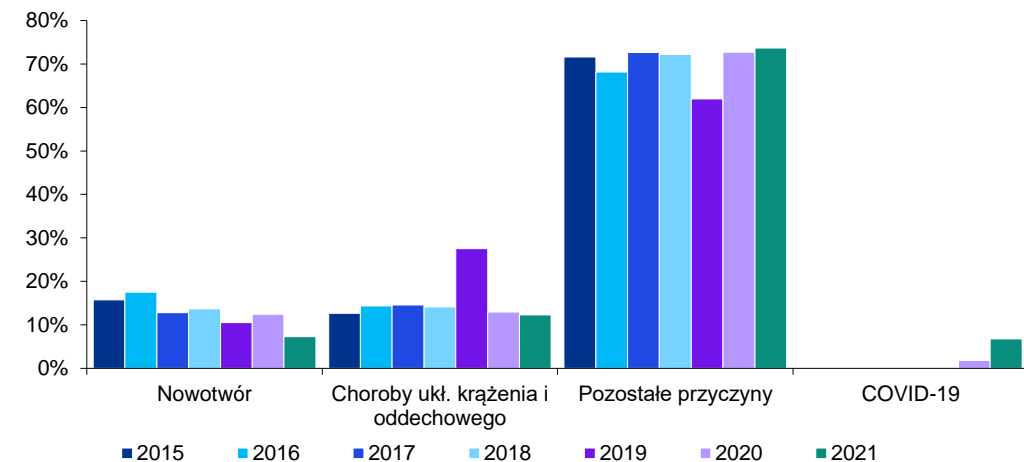
03 Covid pozostaje

Nowotwory

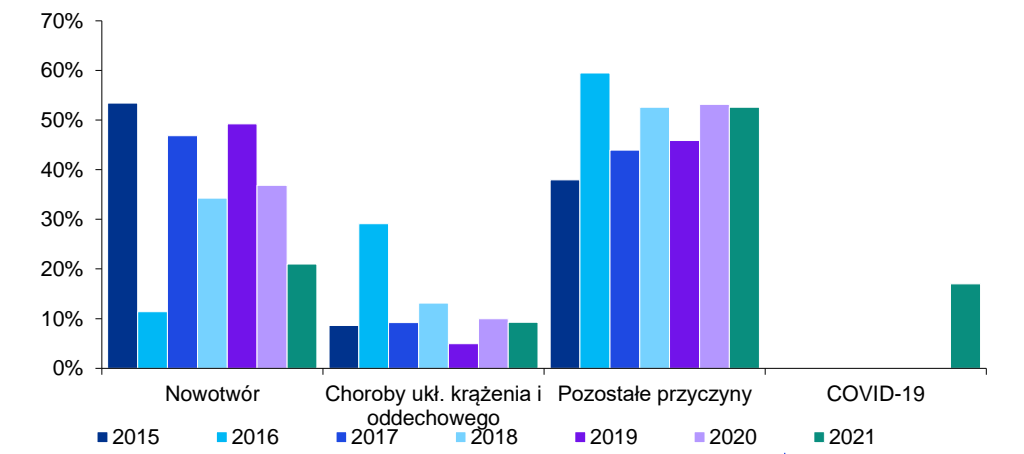
Ch. ukł. krążenia i oddechowego



Wrocławski Mężczyźni 40-44 lata



Wrocławski Kobiety 40-44 lata



Informacje zawarte w niniejszej publikacji mają charakter ogólny i nie odnoszą się do sytuacji konkretnej firmy. Autor nie ponosi odpowiedzialności za wszelkie decyzje podjęte przez odbiorcę na podstawie zawartych w niniejszej prezentacji informacji.

05

Wnioski

COVID-19 i wpływ na ubezpieczenia

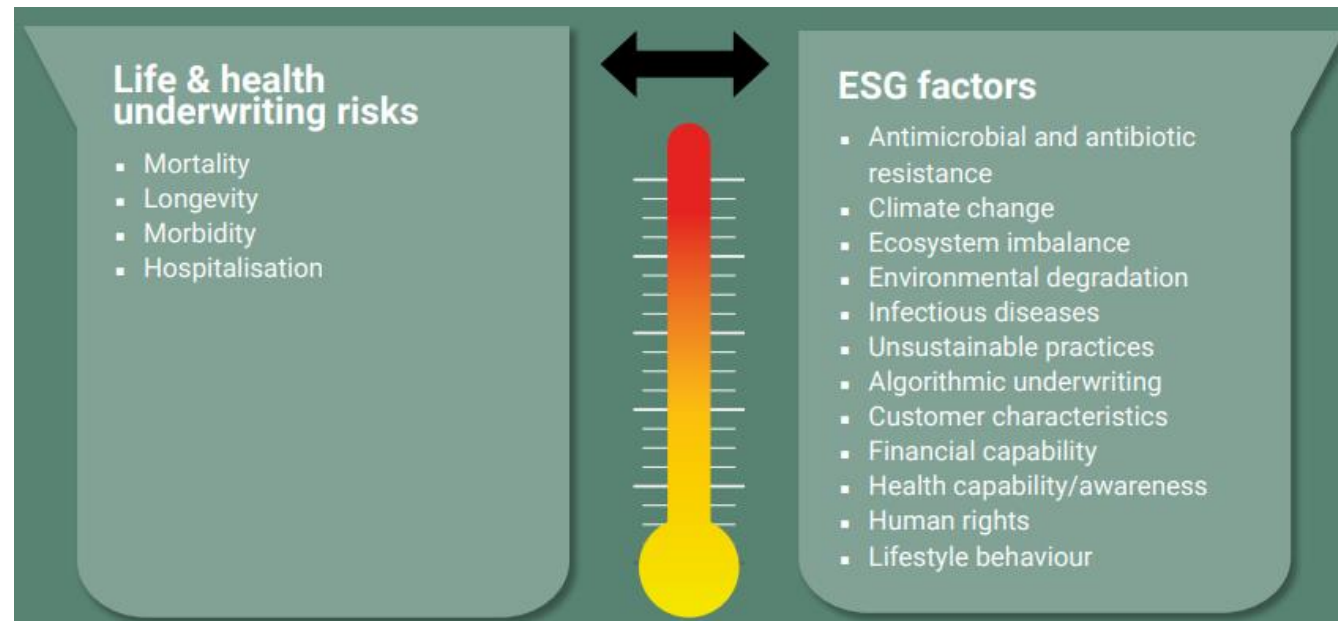
- Wzrost niepewności prowadzi do wzrostu marż,
- Wzrost wymagań regulacyjnych,
- Wpływ dodatkowych czynników na proces ustalania założeń (np. szczepienia, położenie geograficzne, gęstość zaludnienia).
- Wsparcie gospodarcze ze strony rządu (efekt inflacyjny),
- Odpowiedzi regulatorów ubezpieczeniowych (gospodarka cyfrowa i oparta na danych),

Managing environmental, social and governance risks in life & health insurance business

Risk criteria	Mortality	Longevity	Morbidity	Hospitalisation
Air pollution	L+	L-	H+	H+
Regular health checks (e.g. blood pressure, cholesterol)	H-	L+	H-	L-

High positive "H+"	Increases the underwriting risk to a high extent
Low positive "L+"	Increases the underwriting risk to a low extent
High negative "H-"	Decreases the underwriting risk to a high extent
Low negative "L-"	Decreases the underwriting risk to a low extent
Neutral "N"	Neither increase nor decrease the underwriting risk
Not applicable "N/A"	The ESG risk is not applicable in life & health underwriting

Source: Managing environmental, social and governance risks in life & health insurance business



Dziękuję za uwagę

Maciej Zabój,
Senior Manager



Maciej Zabój

Senior Manager

CEE Risk & Actuarial Services

M: + 48 509 823 571

E: mzaboj@kpmg.pl



Ryszard Michalski

Consultant

CEE Risk & Actuarial Services

M: + 48 +503 387 667

E: ryszardmichalski@kpmg.pl