

Maciej Chlabicz<sup>1</sup>, Maksymilian Lech<sup>1</sup>, Maciej Święcicki<sup>1</sup>, Joanna Zajkowska<sup>2</sup>

## COVID-19 PANDEMIC IN PODLASKIE VOIVODESHIP – ANALYSIS OF INFECTIONS AND DEATHS IN 2021

### PANDEMIA COVID-19 W WOJEWÓDZTWIE PODLASKIM – ANALIZA ZAKAŻEŃ I ZGONÓW W ROKU 2021

<sup>1</sup>Students Research Group at the Department of Infectious Diseases and Neuroinfections, University Clinical Hospital in Białystok

Studenckie Koło Naukowe przy Klinice Chorób Zakaźnych i Neuroinfekcji, Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku

<sup>2</sup>Department of Infectious Diseases and Neuroinfections, University Teaching Hospital in Białystok  
Klinika Chorób Zakaźnych i Neuroinfekcji, Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku

#### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The course of COVID-19 pandemic in specific regions is affected by a variety of factors. Out of them, the one of the most significant is vaccination coverage among the population. This parameter in the first year of the vaccination program (2021), was particularly low in Podlaskie Voivodeship, compared to the whole country.

**AIM OF THE STUDY.** The aim of this study is to trace the factors influencing the course of the COVID-19 pandemic in Podlaskie Voivodeship in 2021 in order to better prepare the region for possible future waves of COVID-19 infection.

**MATERIAL AND METHODS.** The paper is based on a retrospective analysis of mortality and incidence of COVID-19 in the Podlaskie Voivodeship and Polish population in 2021. The data was obtained from the ministerial platform – BASiW, and Statistics Poland (GUS). A similar analysis was also performed for the University Clinical Hospital in Białystok (later to be referred as USK), using its own patient data.

**RESULTS.** COVID-19 mortality rate in 2021 was 10% higher in Podlaskie Voivodeship than in the general population of Poland. There is a slight positive correlation between this indicator and multigenerational family occurrence (i. e. proportion of households with inhabitants older than 65, which is significantly higher in Podlaskie). However, the main reason for the excess deaths was probably the lower immunization rate of Podlaskie Voivodeships inhabitants than of Poles in general – 41,6% at the beginning of autumn wave (37th week of the year) vs. 50,3%. It was also shown that the vaccine in the Podlaskie Voivodeship population is less effective in reducing the risk of infection and death from COVID-19 than in the nationwide population, but this is not due to the significant differences in Podlaskie Voivodeships health status or demographics. For unknown reasons, women of working age in Podlaskie Voivodeship turn out to be less likely to die from COVID-19 than a similar group in the entire Polish population, while men – more. In the autumn wave of cases in 2021 (the fourth wave of the pandemic in general) compared to the spring (III) wave, an increase in the mortality of patients hospitalized with COVID-19 in the USK in Białystok was from 12% to 19%.

**CONCLUSIONS.** Considering the weakened efficacy of the COVID-19 vaccine in Podlaskie Voivodeship, more emphasis should be placed on the prevention of civilisation diseases and the sanitary regime in the elderly population, so that the next waves of the pandemic do not bring excess deaths.

**Key words:** SARS-CoV-2, COVID-19 vaccine, pandemic

## STRESZCZENIE

**WSTĘP.** Na przebieg pandemii COVID-19 w danym regionie wpływa szereg czynników, spośród których jedną z głównych ról odgrywa stan zaszczepienia populacji. W województwie podlaskim – na tle całej Polski – parametr ten był w pierwszym roku prowadzenia szczepień ochronnych (2021 r.) szczególnie niski.

**CEL PRACY.** Celem pracy jest prześledzenie czynników mających wpływ na przebieg pandemii COVID-19 w województwie podlaskim w 2021 r. w celu lepszego przygotowania regionu na ewentualne przyszłe fale zakażeń tym wirusem.

**MATERIAŁ I METODY.** Praca opiera się na analizie retrospektywnej zgonów i zachorowań na COVID-19 w populacji podlaskiej i polskiej w 2021 r. Za materiał posłużyły dane z ministerialnej platformy BASiW oraz dane GUS-u. Przeprowadzono również podobną analizę dla samego Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku, z wykorzystaniem wewnętrznych danych dot. chorych.

**WYNIKI.** Umieralność na COVID-19 w 2021 r. była o 10% wyższa w populacji Podlasia niż w całej populacji Polski. Istnieje niewielka korelacja dodatnia pomiędzy występowaniem w danym województwie modelu tzw. rodziny wielopokoleniowej (tj. odsetka gospodarstw domowych z osobami >65 r. ż., szczególnie wysokiego na Podlasiu) oraz umieralnością na COVID-19. Główną przyczyną nadmiarowych zgonów był jednak prawdopodobnie niższy stan zaszczepienia Podlasiaków niż ogółu Polaków – na początku fali jesiennej (37. tydzień 2021 roku) pełen cykl szczepienia w Polsce i na Podlasiu przyjęło odpowiednio 50,3% i 41,6% osób. Wykazano ponadto, że szczepionka w populacji podlaskiej ma mniejszą skuteczność w obniżaniu ryzyka zachorowania i zgonu na COVID-19 niż ma to miejsce w populacji całego kraju, przy czym nie wynika to ze znacznych odrębności Podlasia w zakresie stanu zdrowia mieszkańców ani demografii. Z nieznanych przyczyn kobiety w wieku produkcyjnym na Podlasiu okazują się być mniej narażone na zgon z powodu COVID-19 niż podobna grupa w całej populacji Polski, zaś mężczyźni – bardziej. W jesiennej fali zachorowań w 2021 r. (IV fali pandemii ogółem) w porównaniu z wiosenną (III) wykazano wzrost śmiertelności pacjentów hospitalizowanych z COVID-19 w USK w Białymstoku z 12% na 19%.

**WNIOSKI.** Z uwagi na niski stan zaszczepienia przeciwko COVID-19 na Podlasiu, należy położyć większy nacisk na prewencję chorób cywilizacyjnych oraz reżim sanitarny w populacji osób starszych, aby kolejne fale pandemii nie przyniosły nadmiarowych zgonów.

**Słowa kluczowe:** SARS-CoV-2, szczepienia przeciwko COVID-19, pandemia

## INTRODUCTION

The course of the COVID-19 pandemic varied significantly between different regions of Poland, both in terms of the spread of the virus over time (1) and in the total number of cases of the disease and caused deaths. The reason for this may be differences between voivodeships (primary territorial units) in such aspects as: demographic structure – primarily the proportion of the elderly population, the most vulnerable to severe disease and death (2), population density (3) or the general health of the local population (4, 5). However, attention should also be paid to less frequently mentioned factors, such as the level of socioeconomic development, access to health care or even housing conditions. It turns out that these parameters as significantly as demographic coefficients can influence the shape of the local course of a pandemic. It is also impossible to overlook the extremely important role played by organizational arrangements and the level of immunization of the population.

The latter is largely due to vaccines, developed at record pace (6) and, unfortunately, not fully effective

## WSTĘP

Przebieg pandemii COVID-19 znacząco różnił się pomiędzy poszczególnymi regionami Polski, zarówno jeżeli chodzi o rozprzestrzenianie się wirusa w czasie (1), jak i o całkowitą liczbę przypadków choroby i zgonów z jej powodu. Przyczyną takiego stanu rzeczy mogą być różnice pomiędzy województwami w takich aspektach jak: struktura demograficzna – przede wszystkim odsetek populacji w wieku podeszłym, najbardziej narażonej na ciężki przebieg choroby i zgon (2), gęstość zaludnienia (3), czy ogólny stan zdrowia lokalnej populacji (4, 5). Zwracać trzeba jednak uwagę także na rzadziej wymieniane czynniki, takie jak: poziom rozwoju socjoekonomicznego, dostęp do opieki zdrowotnej czy nawet warunki mieszkalne. Okazuje się, że te parametry w równie istotny sposób, co współczynniki demograficzne, wpłynąć mogą na kształtowanie się lokalnego przebiegu pandemii. Nie sposób pominąć też niezwykle ważnej roli, jaką odgrywają rozwiązania organizacyjne i poziom uodpornienia społeczeństwa.

in protecting against the disease (7). Perhaps, these two facts have contributed most to the current skepticism about vaccination in our country, even more strongly expressed in Podlaskie Voivodeship, where not even half of the population had undergone active immunization as of the end of 2021. As we will show in the following analysis, the Podlaskie region was one of the more severely affected by the COVID-19 pandemic. The association of high incidence of and mortality due to COVID-19 with the low vaccination status seems obvious, but the factors mentioned above, directly determining the response of the Podlaskie Voivodeship population to the vaccine, also had an impact.

Podlaskie Voivodeship is located in the northeastern part of Poland. In 2019<sup>1</sup>, the population of the area was 1,178,353 people, giving an average population density of 58 persons/km<sup>2</sup> – significantly less than for the country as a whole (122 persons/km<sup>2</sup>) (8). The number of doctors and nurses per 1,000 residents is respectively: 2.48 and 5.92 (Poland: 2.38 and 5.06), the region therefore does not deviate from nationwide conditions (similarly with hospital beds per 1,000 citizens (8)). Also – contrary to the prevailing stereotype of the Podlaskie region as largely inhabited by elderly people (most at risk of severe COVID-19) – the percentage of people over 65 is even slightly lower than a similar parameter for the country as a whole – 17.8% next to 18.1%. In terms of the burden of cardiovascular disease, the population of Podlasie also falls slightly below the average for the country as a whole (Fig. 1). Thus, the basic factors contributing to the spread of the epidemic

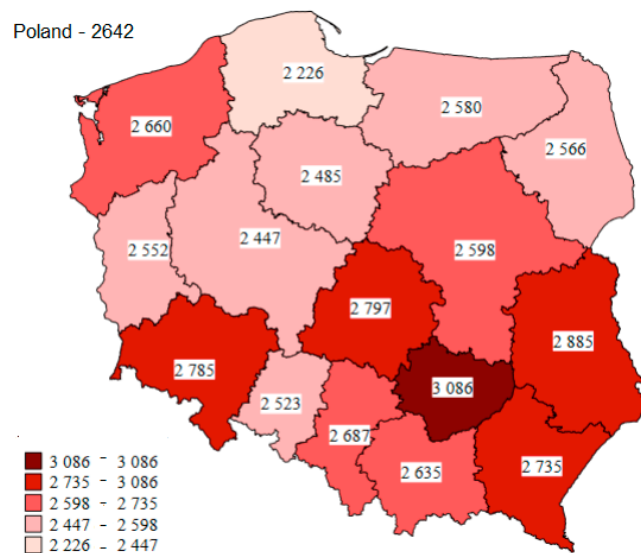


Fig. 1. Cardiovascular deaths per 100,000 inhabitants of each voivodeship (2015)

Ryc. 1. Zgony z przyczyn sercowo-naczyniowych na 100 000 mieszkańców w poszczególnych województwach (2015)

<sup>1</sup> The analysis is based on 2019 data to reflect the demographic situation of Poland before the onset of the Sars-CoV-2 pandemic.

To ostatnie zawdzięczamy w dużej mierze szczepionkom, opracowanym w rekordowo szybkim tempie (6) i niestety nie w stu procentach skutecznym, jeżeli chodzi o zabezpieczenie przed zachorowaniem (7). Te dwa fakty być może najbardziej przyczyniły się do obecnego w naszym kraju sceptycyzmu wobec szczepień, jeszcze silniej wyrażonego w województwie podlaskim, gdzie uodpornieniu czynnemu na koniec 2021 r. nie poddała się nawet połowa populacji. Jak wykażemy w dalszej analizie, region Podlasia był jednym z bardziej dotkniętych przez pandemię COVID-19. Związek wysokiej zapadalności i umieralności z powodu COVID-19 z niskim stanem zaszczepienia wydaje się oczywisty, jednak wpływ miały tu również wspomniane wyżej czynniki, decydujące bezpośrednio o odpowiedzi populacji Podlasia na szczepionkę.

Województwo podlaskie jest położone w północno-wschodniej części Polski. W 2019 r.<sup>1</sup> liczba ludności obszaru wynosiła 1 178 353 osoby, co daje średnią gęstość zaludnienia równą 58 os./km<sup>2</sup> – znacznie mniej niż dla całego kraju (122 os./km<sup>2</sup>) (8). Liczba lekarzy i pielęgniarek na 1 000 mieszkańców wynosi odpowiednio: 2,48 oraz 5,92 (Polska: 2,38 i 5,06), region nie odbiega więc zatem od warunków ogólnopolskich (podobnie z łózkami szpitalnymi na 1 000 obywateli (8)). Również – wbrew panującemu stereotypowi województwa podlaskiego jako zamieszkanego w dużej mierze przez osoby starsze (najbardziej narażone na ciężki przebieg COVID-19) – procentowy udział osób powyżej 65 r. ż. jest wręcz nieznacznie niższy niż podobny parametr dla całego kraju – 17,8 % obok 18,1%. W zakresie obciążenia chorobami układu krążenia ludność Podlasia również wypada nieco poniżej średniej dla całego kraju (Ryc. 1). Zatem podstawowe czynniki sprzyjające rozprzestrzenianiu się epidemii wydają się być na Podlasiu mało nasilone. Można jednak znaleźć różnicę w strukturze statystycznego gospodarstwa domowego – w województwie podlaskim w 33,4% gospodarstw domowych zamieszkują osoby starsze (65+), podobnie co w pozostałych województwach tzw. “ściany wschodniej”<sup>2</sup> (Ryc. 2). Dla całej Polski ten parametr wynosi średnio tylko około 30%.

Różnice w rozmieszczeniu ludności zaznaczają się również w obrębie samego województwa na poziomie powiatów – gęstości zaludnienia wahają się od 22,7 os./km<sup>2</sup> (powiat sejneński) do 2560,5 os./km<sup>2</sup> (miasto Białystok). Region jest więc podzielony na mało zaludnione obszary wiejskie i gęsto zaludnione obszary miejskie. Będzie to miało odzwierciedlenie w wynikach analizy (patrz dalej).

<sup>1</sup> Analiza oparta jest na danych z 2019 r., co ma odzwierciedlać sytuację demograficzną Polski przed początkiem pandemii Sars-CoV-2.

<sup>2</sup> tj. województwo podlaskie, lubelskie, warmińsko-mazurskie oraz podkarpackie

appear to be low in Podlaskie Voivodeship. However, it is possible to find a difference in the structure of the statistical household – in Podlaskie Voivodeship, 33.4% of households are inhabited by elderly people (65+), similar to the other regions of the so-called “eastern part”<sup>2</sup> (Fig. 2). For Poland as a whole, this parameter averages only about 30%.

Differences in population distribution are also marked within the province itself at the level of counties – population densities range from 22.7 persons/km<sup>2</sup> (Sejneński powiat) to 2560.5 persons/km<sup>2</sup> (Białystok city). Thus, the region is divided into sparsely populated rural areas and densely populated urban areas. This will be reflected in the results of the analysis (see further below).

### AIM OF THE STUDY

The purpose of this study is to more closely identify the factors that distinguish the Podlaskie Voivodeship from the rest of Poland, which could have an impact on the adverse effects of the COVID-19 pandemic in this region, as well as to trace the course of the epidemic curves themselves and try to determine the parameters that affect the shape of the various waves.

### MATERIAL AND METHODS

The work is based on a retrospective analysis of data from databases maintained by state entities, available for public inspection. The two main sources of data are: Database of System and Implementation Analysis (BASiW) (9) posted on the website of the Ministry of Health and demographic data from the Statistics Poland (GUS) and the Statistical Office in Białystok, including the Demographic Yearbook (8). An auxiliary source regarding data on the COVID-19 pandemic in Poland in general were materials developed by the OurWorldInData.org portal (10), which is public domain.

Given that the vast majority of COVID-19 deaths occur in hospital settings (11, 12), mortality was calculated separately for the group of patients hospitalized at the University Clinical Hospital in Białystok (USK). The analysis included all patients admitted to USK in 2021 with a diagnosis of COVID-19 (both primary, and comorbidities) by type of ward and mechanism of death (data came directly from the hospital's database).

Data on patients from the Podlaskie Voivodeship in general, was compared with data for the entire country, which is the relevant part of the paper. The different counties of Podlaskie Voivodeship were also compared

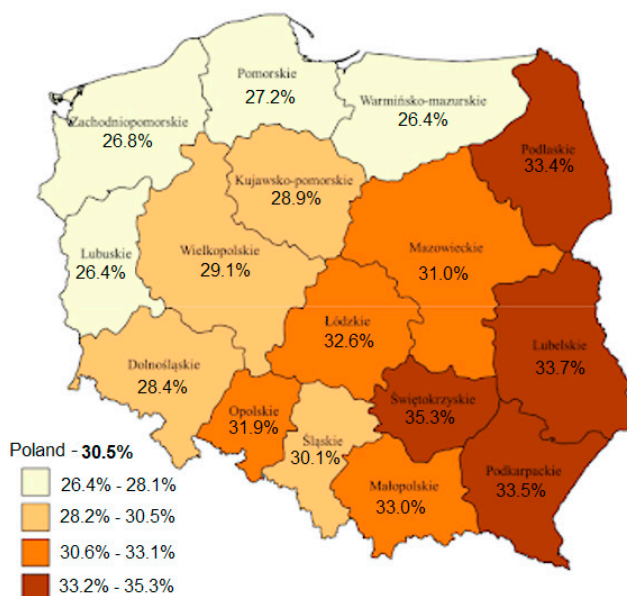


Fig. 2. Percentage of households inhabited by people aged 65+ (2014)

Ryc. 2. Odsetek gospodarstw domowych zamieszkiwanych przez osoby w wieku 65+ (2014)

### CEL PRACY

Celem pracy jest bliższe określenie czynników wyróżniających województwo Podlaskie na tle całej Polski, które mogły mieć wpływ na niekorzystne skutki pandemii COVID-19 w tym regionie, a także prześledzenie samego przebiegu krzywych epidemicznych i próba ustalenia parametrów mających wpływ na kształt poszczególnych fal.

### MATERIAŁ I METODY

Praca oparta jest na retrospektywnej analizie danych pochodzących z baz prowadzonych przez podmioty państwowe, dostępnych do wglądu publicznego. Dwa główne źródła danych to: Baza Analiz Systemowych i Wdrożeniowych (BASiW) (9) zamieszczona na stronie internetowej Ministerstwa Zdrowia oraz dane demograficzne z Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) oraz Urzędu Statystycznego w Białymstoku, w tym Rocznik Demograficzny (8). Źródłem pomocniczym, dotyczącym danych na temat pandemii COVID-19 w ogóle Polski, były materiały opracowane przez portal OurWorldInData.org (10), mający charakter domeny publicznej.

Mając na uwadze, iż ogromna większość zgonów z powodu COVID-19 ma miejsce w warunkach szpitalnych (11, 12), śmiertelność obliczono osobno dla grupy pacjentów hospitalizowanych w Uniwersyteckim Szpitalu Klinicznym w Białymstoku (USK). Analizie poddano wszystkich pacjentów przyjętych do

<sup>2</sup> Podlaskie, Lubelskie, Warmińsko-Mazurskie and Podkarpackie Voivodeships.

among themselves. The year 2021 has been divided into two waves: “spring” and “autumn”, separated by the “holiday period”, excluded from direct analysis due to the small number of infections and deaths during this period (see further below). With the exception of USK, the authors use a mortality rate (rather than case fatality) because COVID-19 infections, apart from the population of hospital patients routinely tested, are mostly oligo- or asymptomatic and therefore underestimated in statistics. (13). Mortality (incidence) by week of the year in vaccinated and unvaccinated populations was calculated as the quotient of deaths (incidence) in a given week among the studied population (vaccinated or unvaccinated) divided by the size of that population in a given week (per 100,000). Specifically, in calculating the rates for the entire period, the number of vaccinated or unvaccinated was used as the denominator at the end of the study interval.

The vaccinated population consists of those who received a full course of vaccinations in accordance with the Summary of Product Characteristics of a given preparation. Basic graphics and calculation tools from the original MS Office package (Microsoft Paint and Microsoft Excel) were used to analyze the data.

## RESULTS

The mortality rate in Podlaskie Voivodeship due to COVID-19 in 2021 was 10% higher than the corresponding parameter for Poland (Fig. 3) –

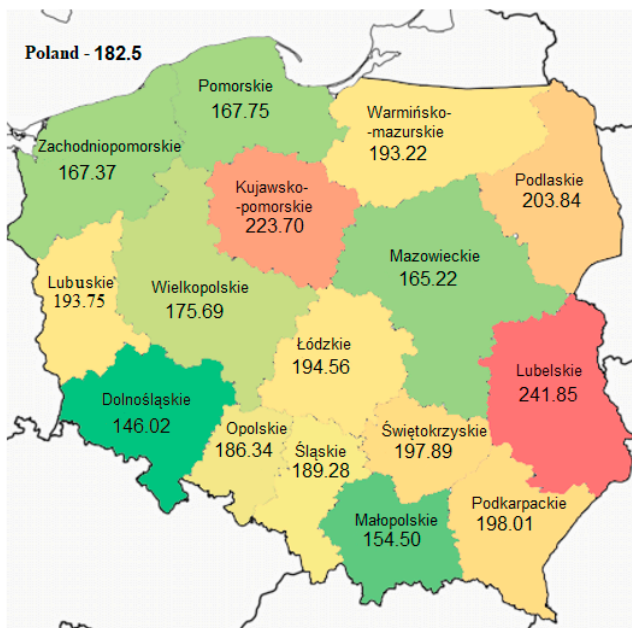


Fig. 3. COVID-19 mortality per 100,000 people among Poland voivodeships (2021)

Ryc. 3. Umieralność na COVID-19 na 100 000 osób, wg województw (2021)

USK w roku 2021 z rozpoznaniem COVID-19 (zarówno zasadniczym, jak i współistniejącym) z podziałem na typ oddziały i mechanizm zgonu (dane pochodzą bezpośrednio z bazy danych szpitala).

Dane dotyczące pacjentów z ogółu województwa podlaskiego zestawiono natomiast z danymi dla całego kraju, co stanowi właściwą część pracy. Porównano również poszczególne powiaty województwa podlaskiego pomiędzy sobą. Rok 2021 został podzielony na dwie fale: “wiosenną” i “jesienną”, które oddziela “okres wakacyjny”, wyłączony z bezpośredniej analizy ze względu na niewielką ilość zakażeń oraz zgonów w tym okresie (patrz dalej). Z wyjątkiem USK, autorzy posługują się wskaźnikiem umieralności (zamiast śmiertelności), gdyż zachorowania na COVID-19, poza populacją pacjentów szpitalnych, rutynowo podlegających testom, są w znacznej mierze skąpo- lub bezobjawowe i z tego powodu niedoszacowane w statystykach (13). Umieralność (zapadalność) w poszczególnych tygodniach roku w populacji szczepionych i nieszczepionych obliczano jako iloraz zgonów (zachorowań) w danym tygodniu wśród badanej populacji (szczepionych lub nieszczepionych) przez liczebność tej populacji w danym tygodniu (w przeliczeniu na 100 000). W szczególności, przy obliczaniu wskaźników dla całego okresu, jako mianownika użyto liczby szczepionych lub nieszczepionych na końcu badanego przedziału czasowego.

Populację zaszczepionych stanowią osoby, które przyjęły pełny cykl szczepień zgodnie z Charakterystyką Produktu Leczniczego danego preparatu.

Do analizy danych użyto podstawowych narzędzi graficznych i kalkulacyjnych z oryginalnego pakietu MS Office (Microsoft Paint oraz Microsoft Excel).

## WYNIKI

Umieralność w województwie podlaskim z powodu COVID-19 w 2021 r. była o 10% wyższa niż analogiczny parametr dla Polski (Ryc. 3) – 204 os./100 000 obok 183 os./100 000. W dynamice narastania zakażeń (Ryc. 4a i 4b) wyraźnie widać odrębność okresu wiosennego i jesiennego, stąd przyjęty w niniejszej pracy podział roku 2021 na fale wiosenną (tygodnie 1.-21.) i jesienną (37.-52.) oraz okres wakacyjny (22.-36.), kiedy zapadalność w Polsce była niższa niż 10 na 100 000 mieszkańców tygodniowo (0,01%).

Do końca 2021 r. stan zaszczepienia przeciwko COVID-19 osiągnął o ok. 10 punktów procentowych niższy poziom w populacji podlaskiej niż polskiej (Ryc. 5). Na początku fali jesiennej 2021 (tydz. 37) pełny cykl szczepień przyjęło w Polsce i na Podlasiu odpowiednio 50,3% i 41,6%.

Na Podlasiu w fali jesiennej szczepieni odznaczała się większą średnią tygodniową zapadalnością na

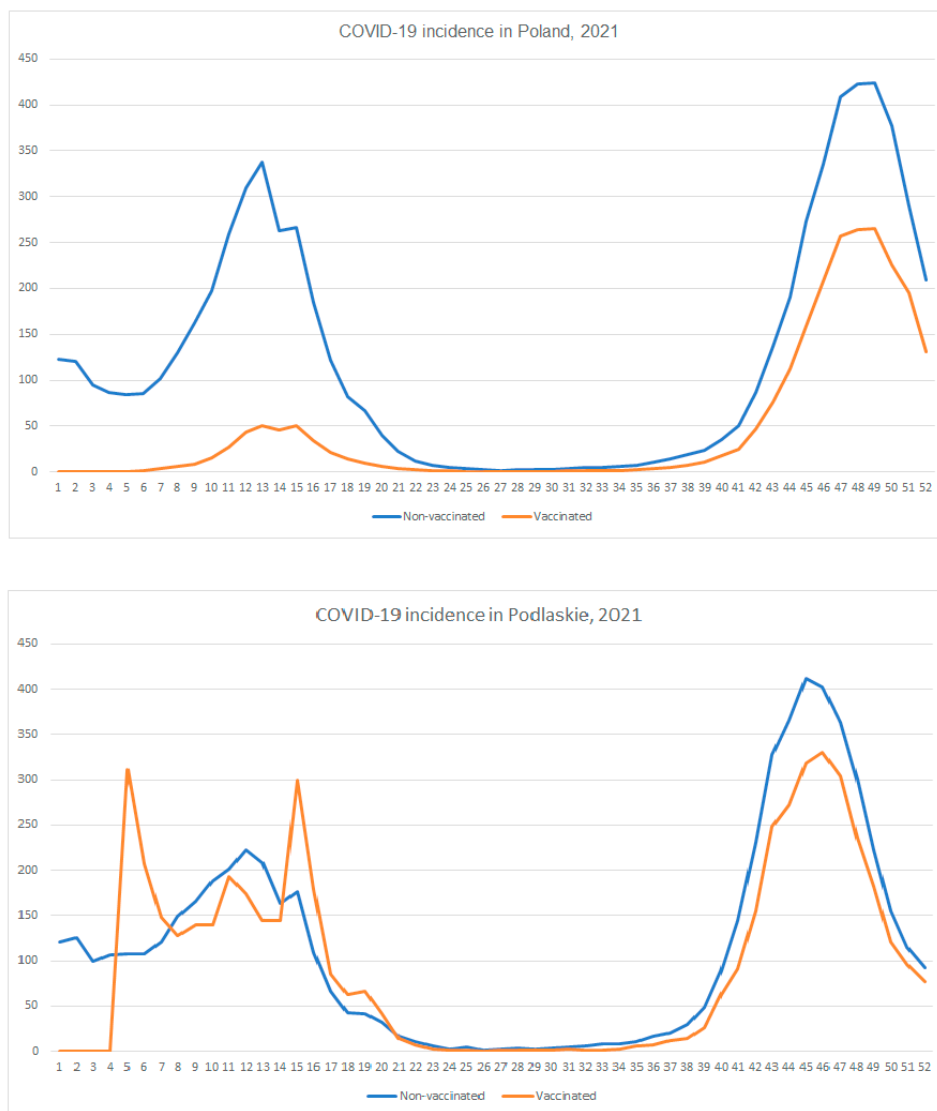


Fig 4a and 4b. COVID-19 incidence (per 100,000 inhabitants) during each week of 2021 in Poland and Podlaskie Voivodeships divided into subpopulations of the vaccinated and non-vaccinated persons. Aberrations in spring wave in Podlaskie Voivodeship are due to small number of the vaccinated persons

Ryc. 4a i 4b. Zapadalność na COVID-19 (na 100 000 mieszkańców) w każdym tygodniu 2021 roku w Polsce i województwie podlaskim z podziałem na subpopulacje osób szczepionych i nieszczepionych. Nieprawidłowości w fali wiosennej w województwie podlaskim wynikają z małej liczby osób zaszczepionych

204 persons/100,000 next to 183 persons/100,000. In the dynamics of the increase in infections (Fig. 4a and 4b) the distinctiveness of the spring and autumn periods is clearly visible, hence the study divided the year 2021 into spring wave (weeks 1.-21.) and autumn wave (weeks 37.-52.), as well as the holiday period (weeks 22.-36.), when the incidence in Poland was less than 10 per 100,000 inhabitants per week (0.01%).

By the end of 2021, the level of COVID-19 vaccination was about 10 percentage points lower in the population of Podlaskie Voivodeship than in Poland (Fig. 5). At the beginning of the autumn wave 2021 (week 37), the full series of vaccinations was completed in Poland and Podlaskie Voivodeship by 50.3% and 41.6% respectively.

100 000 osób z tej subpopulacji (159,2) niż w Polsce (125,6) (Ryc. 4a i 4b), ale stosunek średniej tygodniowej umieralności (Ryc. 6a i 6b) w subpopulacji niezaszczepionych do umieralności w subpopulacji zaszczepionych był niższy. Dla Polski stosunek ten wynosi 3,26, zaś dla Podlasia 2,81.

Tabela rozkładu wieku i płci pacjentów zmarłych na COVID-19 w 2021 r. na Podlasiu ukazuje wzrost umieralności w grupie mężczyzn do 65. r. ż. w porównaniu z podobną grupą w populacji polskiej (Tabela I).

Na poziomie województw Polski istnieje słaba korelacja dodatnia ( $R=0,33$ ) pomiędzy odsetkiem gospodarstw domowych z osobami starszymi (65+) a umieralnością z powodu COVID-19 w 2021 r. w danym województwie. Na poziomie powiatów województwa

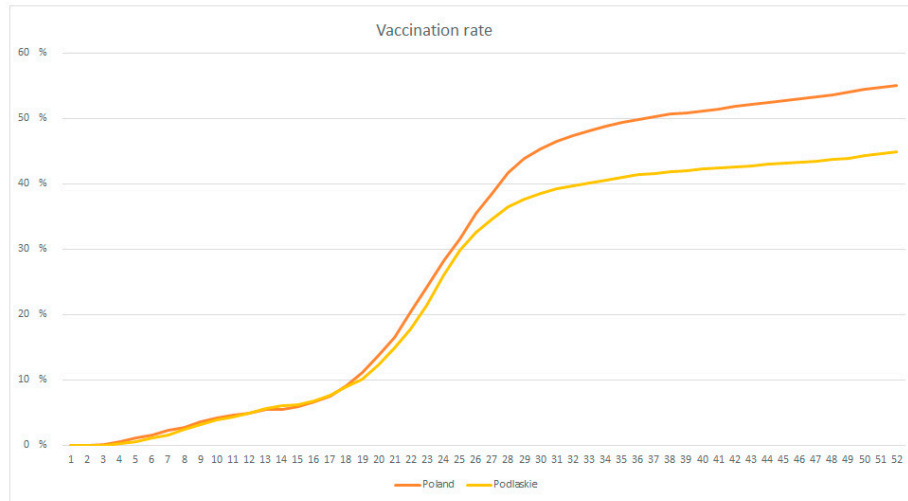


Fig. 5. Two-dose vaccination rate in Poland and Podlaskie Voivodeship populations at the end of 2021, by week  
 Ryc. 5. Współczynnik szczepień dwudawkowych w populacjach Polski i województwa podlaskiego na koniec 2021 r., wg tygodnia

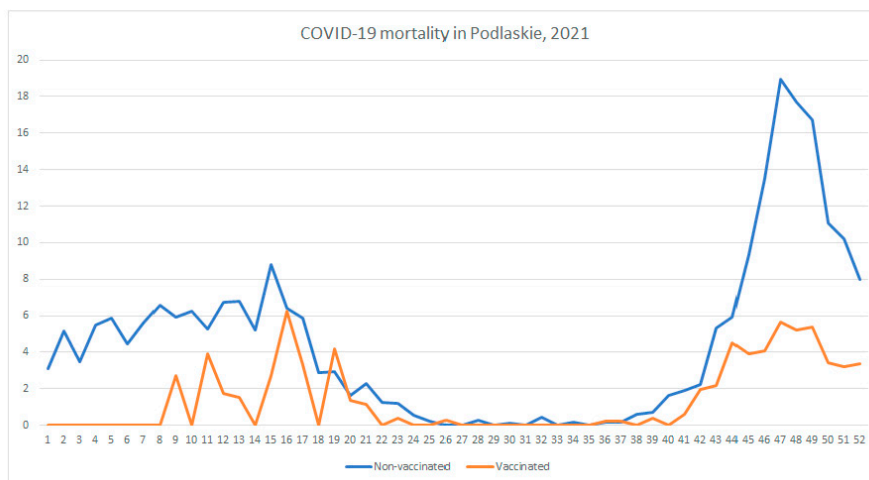
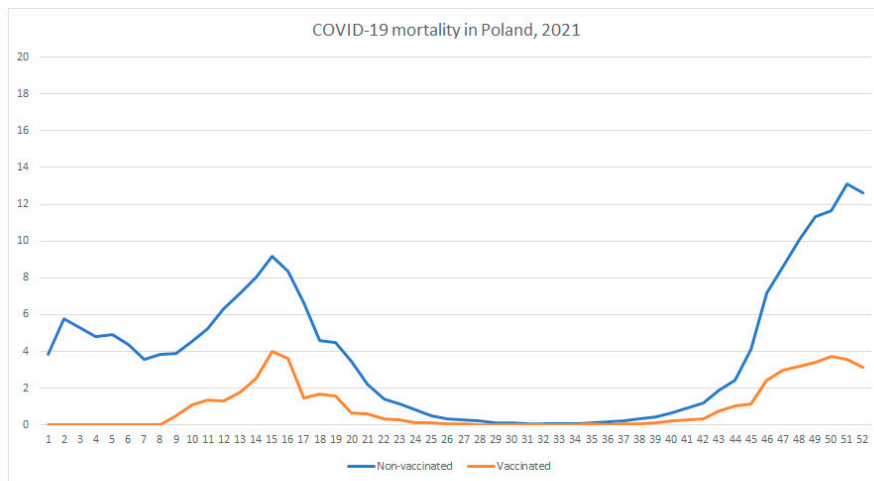


Fig. 6a and 6b. COVID-19 mortality (per 100,000 inhabitants) during each week of 2021 in Poland and Podlaskie Voivodeship, divided into subpopulations of the vaccinated and non-vaccinated. Aberrations in spring wave in Podlaskie Voivodeship due to small number of the vaccinated.

Ryc. 6a i 6b. Umieralność na COVID-19 (na 100 000 mieszkańców) w każdym tygodniu 2021 roku w Polsce i województwie podlaskim w podziale na subpopulacje szczepionych i nieszczepionych, Aberracje w fali wiosennej w województwie podlaskim ze względu na małą liczebność zaszczepionych.

Table I. Layout of COVID-19-associated deaths in 2021 (per 100,000 inhabitants) in particular age groups of Podlaskie Voivodeships and Poland. There is a visible increase of deaths in men below 60 in Podlaskie compared to Poland. Notice that in 80+ group for both genders mortality is higher in Podlaskie, while the most casualties were recorded within this group. Tabela I. Rozkład wiekowy zgonów związanych z COVID-19 w 2021 r. (na 100 000 mieszkańców w danej grupie) dla Podlasia i Polski. Dostrzegalna jest większa umieralność mężczyzn do 60. r. ż. na Podlasiu w porównaniu do całej Polski. Należy zauważyć, że w grupie 80+ w przypadku obu płci umieralność jest większa na Podlasiu, a to właśnie w tej grupie wiekowej notowano najwięcej zgonów.

Mortality per 100,000 by age group									
Categories	Poland			Podlaskie			Excess (Podlaskie - Poland)/ Poland		
	F	M	Both	F	M	Both	F	M	Both
0-24	0.63	0.68	0.66	1.39	1.32	1.35	119%	93%	105%
25-29	3.00	5.94	4.50	2.48	6.96	4.79	-17%	17%	7%
30-34	5.22	9.60	7.45	2.30	19.04	11.02	-56%	98%	48%
35-39	8.27	18.00	13.19	8.81	20.54	14.88	7%	14%	13%
40-44	12.85	27.63	20.31	11.79	38.64	25.46	-8%	40%	25%
45-49	27.19	56.72	42.01	22.93	62.80	43.01	-16%	11%	2%
50-54	38.52	91.91	65.01	26.67	144.42	85.46	-31%	57%	31%
55-59	69.83	136.73	102.35	90.51	188.16	138.39	30%	38%	35%
60-64	131.36	256.14	190.01	148.44	289.51	216.15	13%	13%	14%
65-69	245.84	523.40	370.13	247.26	512.50	368.17	1%	-2%	-1%
70-74	449.08	883.31	632.53	420.99	844.93	597.27	-6%	-4%	-6%
75-79	668.33	1352.93	930.84	679.73	1222.96	886.24	2%	-10%	-5%
80+	1384.03	2314.03	1673.58	1587.42	2797.39	1966.71	15%	21%	18%

Table II. Layout of COVID-19-associated mortality (per 100,000 inhabitants) in Podlaskie counties (secondary territorial units) compared to population density (persons per km<sup>2</sup>) and local vaccination rate (full course of vaccination, data for the end of 2021)

Tabela II. Rozkład zgonów związanych z COVID-19 (na 100 000 mieszkańców) w podlaskich powiatach, w zestawieniu z ich gęstością zaludnienia (os./km<sup>2</sup>) i lokalną wyszczepialnością (pełen kurs szczepienia, dane na koniec 2021 r.)

Territorial layout of deaths			
County	Population density	Mortality	Vaccination rate
augustowski	34.39	285.86	38.5%
białostocki	50.93	161.82	21.8%
bielski	38.15	255.50	36.5%
grajewski	47.90	142.45	32.6%
hajnowski	25.45	377.43	36.5%
kolneński	39.94	245.14	31.0%
łomżyński	37.40	244.89	16.4%
m. Białystok	2560.53	179.40	93.5%
m. Łomża	1630.79	292.80	67.2%
m. Suwałki	1062.21	237.15	42.0%
moniecki	28.56	134.01	31.0%
sejneński	22.68	278.16	32.3%
siemiatycki	29.40	202.65	38.4%
sokólski	31.58	215.71	35.2%
suwalski	27.03	237.77	12.8%
wysokomazowiecki	43.21	181.33	44.6%
zambrowski	58.41	158.79	33.5%



In Podlaskie Voivodeship, in the autumn wave, the vaccinated had a higher average weekly incidence per 100,000 people from this subpopulation (159.2) than in Poland (125.6) (Fig. 4a and 4b), but the ratio of average weekly mortality rate (Fig. 6a and 6b) in the unvaccinated subpopulation to mortality in the vaccinated subpopulation was lower. For Poland, the ratio is 3.26, while for Podlasie it is 2.81.

The table of age and sex distribution of patients who died of COVID-19 in 2021 in Podlaskie Voivodeship shows an increase in mortality in the group of men under 65 compared to a similar group in the Polish population (Table I).

At the level of voivodeships in Poland, there is a weak positive correlation ( $R=0.33$ ) between the percentage of households with elderly people (65+) and mortality due to COVID-19 in 2021 in a given voivodeship. At the poviát level of the Podlaskie Voivodeship, we observe a strong positive correlation ( $R=0.89$ ) between local population density and COVID-19 vaccination coverage in given poviát (Table II).

It is noteworthy that, in the USK patient population the significant increase in mortality between spring and autumn, from 12% to 19%.

## DISCUSSION

As mentioned in the introduction, Podlaskie Voivodeship ranks around average compared to other voivodeships in terms of access to health care and the main risk factors for severe COVID-19. However, Figure 2 shows a pattern of so-called “multi-generational family” that is more highlighted in Podlaskie Voivodeship than in the rest of Poland. The oldest generation living together with the younger ones, thus exposing themselves to infection, transmitted primarily by the younger part of the population, more professionally and socially active (14). Increased mortality in Podlaskie Voivodeship compared to Poland, is only noticeable in the group of patients 80+. Although the correlation is rather weak ( $R=0.33$ ), some convergence is visible (Fig. 3), and the discussed parameter may require detailed analysis, especially since similar conclusions were drawn in a study analyzing this phenomenon in 29 European Union countries (14).

The increased mortality among middle-aged men remains to be explained (Table I) – perhaps this group is particularly reluctant to be vaccinated. Unfortunately, statistics on vaccination status are not published disaggregated by sex and age, which prevented us from undertaking more extensive analyses in this regard.

Therefore, it seems that the only population parameters that can significantly affect the epidemic situation in Podlasie in 2021 compared to Poland as

podlaskiego obserwujemy silną korelację dodatnią ( $R=0,89$ ) pomiędzy gęstością zaludnienia powiatu a wyszczepialnością przeciwko COVID-19 w danym powiecie (Tabela II).

W populacji pacjentów USK uwagę przykuwa znaczący wzrost śmiertelności pomiędzy wiosną a jesienią – z 12% na 19%.

## DYSKUSJA

Jak wspomniano we wstępie, województwo podlaskie plasuje się w okolicach średniej na tle innych województw Polski jeżeli chodzi o dostęp do opieki zdrowotnej oraz główne czynniki ryzyka ciężkiego przebiegu COVID-19. Jednakże Ryc. 2 ukazuje silniej zaznaczony, niż w pozostałej części Polski, wzorzec tzw. rodziny wielopokoleniowej, gdzie najstarsze pokolenie zamieszkuje wspólnie z młodszymi pod jednym dachem, narażając się tym samym na zakażenie transmitowane przede wszystkim właśnie przez młodszą część populacji, bardziej aktywną zawodowo i społecznie (14). Zwiększona umieralność na Podlasiu względem Polski zaznacza się co prawda dopiero w grupie pacjentów 80+ – korelacja jest co prawda dość słaba ( $R=0,33$ ), jednak pewne zbieżności są widoczne (Ryc. 3), zaś omawiany parametr może wymagać dokładniejszej analizy, zwłaszcza iż podobne wnioski wyciągnięto w pracy analizującej to zjawisko w 29 państwach Unii Europejskiej (14).

Do wyjaśnienia pozostaje zwiększona umieralność wśród mężczyzn w średnim wieku (Tabela I) – być może grupa ta szczególnie niechętnie poddaje się szczepieniom. Niestety statystyki dot. stanu zaszczepienia nie są publikowane z podziałem na płeć i wiek, co uniemożliwiło podjęcie szerszych analiz w tym zakresie.

Wydaje się zatem, że jedynymi parametrami populacyjnymi mogącymi istotnie wpłynąć na sytuację epidemiczną Podlasia w roku 2021 w porównaniu do całej Polski są wspomniane wyżej schemat rodziny wielopokoleniowej oraz stan zaszczepienia populacji. Przypomnieć przy tym należy, iż umieralność z powodu COVID-19 w roku 2021 była tylko o ok. 10% wyższa niż średnia krajowa dla tego okresu (Ryc. 3), co nie jest szczególnie złym wynikiem.

Więcej informacji przynosi analiza rozkładu czasowego zgonów i zakażeń (Ryc. 4a, 4b, 6a, 6b). Różnica w dynamice narastania obu fal wynika najpewniej z dominacji wariantu Delta w fali jesiennej (15), cechującego się wyższą zakaźnością i śmiertelnością niż poprzednie warianty SARS-CoV-2 (16, 17).

Z drugiej strony, przed nabyciem zakażenia chrońni w pewnym stopniu szczepionka (18), którą do końca wakacji przyjęło już ok. 50% populacji polskiej (Ryc. 5) – zatem im wyższy poziom zaszczepienia

a whole, are the aforementioned multi-generational family pattern and the vaccination status of the population. It should be recalled that the mortality rate due to COVID-19 in 2021 was only about 10% higher than the national average for this period (Fig. 3), which is not a particularly bad result.

More information is provided by the analysis of the temporal distribution of deaths and infections (Fig. 4a, 4b, 6a, 6b). The difference in the growth dynamics of the two waves is most likely due to the dominance of the Delta variant in the autumn wave (15), characterized by higher infectivity and mortality than the previous SARS-CoV-2 variants (16, 17).

On the other hand, acquisition of the infection is protected to some extent by the vaccine (18), which has already been received by about 50% of the Polish population by the end of the summer (Fig. 5) – therefore, the higher the level of vaccination of the population, the smoother the slope of the curve should be. Indeed, such a relationship is observed for Poland and Podlaskie Voivodeship. Significantly, enthusiasm for vaccination was much lower in counties with a low population density (Table II), i.e., in rural areas – hence, presumably, the higher mortality in these areas.

Due to the unfavorable ratio of deaths and infections in the unvaccinated population relative to

ludności, tym łagodniejsze powinno być nachylenie krzywej. Istotnie, taką zależność obserwujemy dla Polski i Podlasia. Co znamienne, entuzjazm wobec szczepień był znacznie niższy w powiatach o niewielkiej gęstości zaludnienia (Tabela II), a więc na obszarach wiejskich – stąd zapewne większa umieralność na tych obszarach.

Ze względu na niekorzystne stosunki zgonów i zakażeń w populacji niezaszczepionych względem populacji zaszczepionych można założyć, iż w populacji podlaskiej efekt ochronny szczepionki jest nieco niwelowany przez inne czynniki zwiększające ryzyko zgonu – nie są to jednak, jak podkreśliliśmy wcześniej, różnice demograficzne i zdrowotne populacji, lecz parametry trudniejsze do wychwycenia. Rolę mógł tu odgrywać np. “efekt stadny”, który miał szansę pojawić się w lepiej zaszczepionej populacji polskiej, a jego brak w populacji podlaskiej sprzyjał zakażeniom i, tym samym, zgonom. Nie mniej ważne mogło być obłożenie łóżek szpitalnych, których dostępność, mimo iż taka, jak w reszcie kraju, mogła nie być wystarczająca dla przyjęcia chorych w fali jesiennej.

Częściowo potwierdza to analiza podgrupy pacjentów z COVID-19 hospitalizowanych w Uniwersyteckim Szpitalu Klinicznym w Białymstoku w 2021 r. Granice “fali wiosennej” i “fali jesiennej”, dla uprosz-

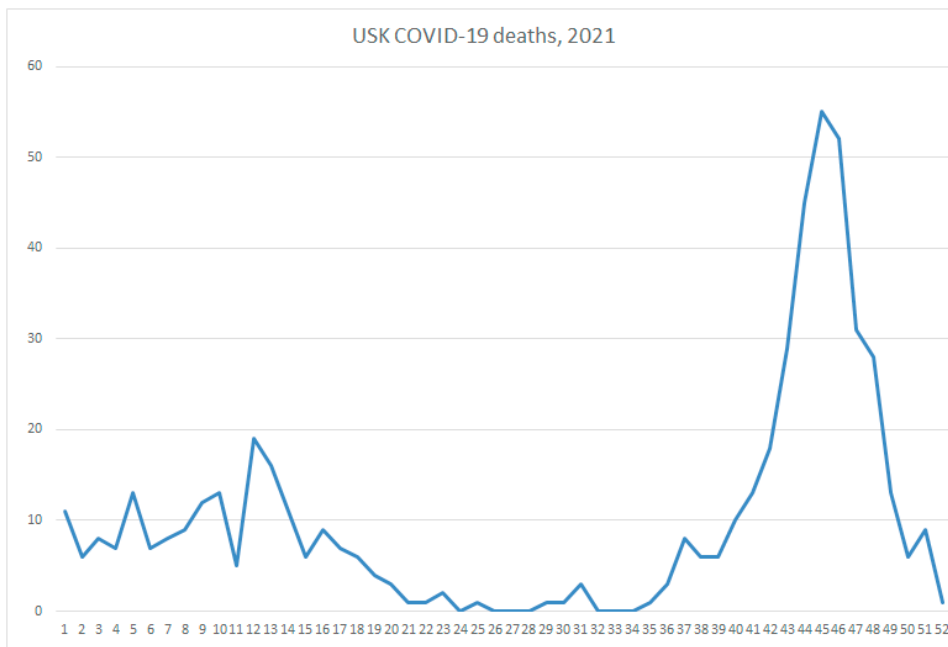


Fig. 7. Deaths associated with COVID-19 in University Hospital in Białystok (USK) in 2021. Despite introducing the vaccine, autumn wave had more serious impact on the patients than spring wave: in spring – 182 patients out of 1,524 died; in autumn – 334 out of 1,728. The main cause of death was cardiovascular complications and the hospital wards with highest death rate were ICU and the temporary hospital.

Ryc. 7. Zgony związane z COVID-19 w Szpitalu Uniwersyteckim w Białymstoku (USK) w 2021 r. Pomimo wprowadzenia szczepionki, fala jesienna miała poważniejszy wpływ na pacjentów niż fala wiosenna: wiosną – zmarło 182 pacjentów z 1 524; jesienią – 334 z 1 728. Główną przyczyną zgonów były powikłania sercowo-naczyniowe, a oddziałami szpitalnymi o największej śmiertelności były OIOM i szpital tymczasowy.

the vaccinated population, it can be assumed, that in the Podlaskie Voivodeship population the protective effect of the vaccine is somewhat offset by other factors that increase the risk of death – however, these are not, as we emphasized earlier, demographic and population health differences, but parameters that are more difficult to detect. For example, the “herd effect,” could play a role here, as it was likely to occur in the better vaccinated Polish population, and its absence in the Podlasie population favored infections and, thus, deaths. No less important may have been the occupancy rate of hospital beds, the availability of which, although the same as in the rest of the country, may not have been sufficient to accommodate patients in the autumn wave.

This is partly confirmed by the analysis of a subgroup of COVID-19 patients hospitalized at the University Clinical Hospital in Białystok in 2021. The boundaries of the “spring wave” and “autumn wave”, for simplicity, are the same as those of the Podlaskie Voivodeship. It turns out that despite the fact the vaccine reduced mortality in the general population of the voivodeship, the population of hospitalized patients – mainly unvaccinated – endured the infection with the Delta variant dominant in the autumn wave, worse (Fig. 7). The high peak of patients at the beginning of the wave may have contributed significantly to overloading the local health care system.

## CONCLUSIONS

The higher mortality rate due to COVID-19 in the Podlaskie Voivodeship may be influenced by: the greater contact between the elderly and the younger part of the population at home and the lower vaccination rate of the population. However, these are not all possible factors. Among others, the disparity in mortality between men and women in middle age remains to be analyzed.

Since it is not possible to provide the inhabitants of the Podlaskie Voivodeship with effective protection using preventive vaccinations, as in the case of the general population of Poland, in addition to continuing to carry out preventive vaccinations, more attention should be paid to non-specific prophylaxis. In health care facilities, the use of protective masks by staff and patients should be more carefully controlled, to prevent local outbreaks. Older people should be advised to avoid contact with people who have had contact with infected, including within the family. It is also worth intensifying screening programmes controlling the general health status of the Podlasie population, such as the “BiałystokPLUS” programme, in order to reduce the occurrence of civilisation diseases in the region, especially cardiovascular diseases, which worsen the

czenia, są takie same, jak dla Podlasia. Okazuje się, iż pomimo że szczepionka obniżyła umieralność w ogólnej populacji województwa, populacja pacjentów hospitalizowanych – głównie nieszczepionych – gorzej zniosła zakażenie wariantem Delta, dominującym w fali jesiennej (Ryc. 7). Wysoki pik chorych na początku fali mógł znacznie przyczynić się do przeładowania lokalnego systemu opieki zdrowotnej.

## WNIOSKI

Na większą umieralność z powodu COVID-19 w województwie podlaskim mogą wpływać: większy kontakt osób starszych z młodszą częścią populacji w warunkach domowych i mniejszy poziom zaszczepienia populacji. Nie są to jednak wszystkie możliwe czynniki. Do przeanalizowania pozostaje m. in. dysproporcja w śmiertelności mężczyzn i kobiet w wieku średnim.

Skoro nie udaje się zapewnić mieszkańcom Podlasia tak skutecznej ochrony za pomocą szczepień ochronnych, jak ogółowi populacji Polski, należałoby oprócz dalszego prowadzenia szczepień ochronnych przyłożyć większą wagę do profilaktyki nieswoistej. W placówkach ochrony zdrowia stosowanie maseczek ochronnych przez personel i pacjentów powinno być starannie kontrolowane, aby nie tworzyły się w nich lokalne ogniska zachorowań. Osobom starszym należy zalecić unikanie kontaktu z osobami, które miały kontakt z zakażonymi, w tym także w obrębie rodziny. Warto również zintensyfikować programy screeningowe kontrolujące ogólny stan zdrowia populacji Podlasia, takie jak program “BiałystokPLUS”, by ograniczyć występowanie w regionie chorób cywilizacyjnych, zwłaszcza układu sercowo-naczyniowego, pogarszających rokowanie w przebiegu COVID-19. Natomiast promocja szczepień przeciwko COVID-19 powinna być prowadzona aktywniej na terenach wiejskich, gdzie wyszczepialność jest najniższa.

prognosis of COVID-19. On the other hand, promotion of vaccination against COVID-19 should be carried out more actively in countryside areas, where vaccination rates are the lowest.

## REFERENCES

1. Napierała T. Geografia Koronawirusa w Polsce. Polskie Towarzystwo Geograficzne. 2020
2. Dadras O, Seyed Alinaghi S, Karimi A, et al. COVID-19 mortality and its predictors in the elderly: A systematic review. *Health Sci Rep* 2022;5(3):e657.

3. Martins-Filho PR. Relationship between population density and COVID-19 incidence and mortality estimates: A county-level analysis. *J Infect Public Health* 2021;14(8):1087-1088.
4. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego Państwowy Zakład Higieny – Państwowy Instytut Badawczy. Sytuacja zdrowotna ludności Polski i jej uwarunkowania – raport za 2020 rok
5. Djaharuddin I, Munawwarah S, Nurulita A, et al. Comorbidities and mortality in COVID-19 patients. *Gac Sanit* 2021;35:S530-S532.
6. Ball P. The lightning-fast quest for COVID vaccines - and what it means for other diseases. *Nature*. 2021;589(7840):16-18.
7. The Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). COVID-19 vaccine efficacy summary [Internet] [Accessed: November 18, 2022] Available from: <https://www.healthdata.org/covid/covid-19-vaccine-efficacy-summary>
8. Urząd statystyczny w Białymstoku. Rocznik Statystyczny Województwa Podlaskiego 2019 [Internet] [Accessed: November 18, 2022] Available from: <https://bialystok.stat.gov.pl/publikacje-i-foldery/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-wojewodztwa-podlaskiego-2019,7,16.html>
9. Baza Analiz Systemowych i Wdrożeniowych. Mapy Potrzeb Zdrowotnych [Internet] Available from: <https://basiwapp.mz.gov.pl/index.html#/visualization>
10. Our World in Data. Coronavirus Pandemic (COVID-19) [Internet] Available from: <https://ourworldindata.org/coronavirus>
11. Pathak EB, Garcia RB, Menard JM, et al. Out-of-Hospital COVID-19 Deaths: Consequences for Quality of Medical Care and Accuracy of Cause of Death Coding. *Am J Public Health* 2021;111(S2):101-106.
12. Office For National Statistics, Deaths due to COVID-19, registered in England and Wales: 2021
13. Sah P, Fitzpatrick MC, Zimmer CF, et al. Asymptomatic SARS-CoV-2 infection: A systematic review and meta-analysis. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2021;118(34):e2109229118.
14. Aparicio Fenoll A, Grossbard S. Intergenerational residence patterns and Covid-19 fatalities in the EU and the US. *Econ Hum Biol* 2020;39:100934.
15. European Centre for Disease Prevention and Control. Implications for the EU/EEA on the spread of the SARS-CoV-2 Delta (B.1.617.2) variant of concern - 23 June 2021. ECDC: Stockholm; 2021.
16. Bolze A, Luo S, White S, et al. SARS-CoV-2 variant Delta rapidly displaced variant Alpha in the United States and led to higher viral loads. *Cell Rep Med* 2022;3(3):100564.
17. Rzymiski P, Pazgan-Simon M, Kamerys J, et al. Severe Breakthrough COVID-19 Cases during Six Months of Delta Variant (B.1.617.2) Domination in Poland. *Vaccines (Basel)* 2022;10(4):557.
18. Bian L, Gao Q, Gao F, et al. Impact of the Delta variant on vaccine efficacy and response strategies. *Expert Rev Vaccines* 2021;20(10):1201-1209.

**Received:** 16.08.2022

**Accepted to publication:** 14.11.2022

Otrzymano: 16.08.2022 r.

Zaakceptowano do publikacji: 14.11.2022 r.

**Address for correspondence:**

Adres do korespondencji:

Joanna Zajkowska,

Klinika Chorób Zakaźnych i Neuroinfekcji

UMB w Białymstoku,

ul. Żurawia 14,

15-540 Białystok

E-mail: [joanna.zajkowska@umb.edu.pl](mailto:joanna.zajkowska@umb.edu.pl)

Tel. 604076052.