

Sławomir Stec ✉

Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

Wpływ pandemii koronawirusa na mobilność Polaków

Impact of the coronavirus pandemic on the mobility of Poles

Synopsis. Trwająca od 2020 roku pandemia COVID-19 spowodowała bardzo duże zmiany w wielu dziedzinach życia na całym świecie. Zaistniałe zmiany dotknęły bezpośrednio całe społeczeństwo. W miarę wzrostu liczby zakażeń i rozprzestrzeniania się patogenu po całym świecie, zaczęła spadać mobilność społeczeństwa. W związku z powyższym podjęto badania, których celem było przeprowadzenie oceny wpływu pandemii COVID-19 na mobilność mieszkańców Polski, a w szczególności przeprowadzanie diagnozy w zakresie siły wpływu liczby zakażeń na mobilność pieszą i pojazdami mieszkańców Polski. Do badań wykorzystano metodę współczynnika korelacji liniowej Persony. W wyniku analiz, stwierdzono, że w całym badanym okresie, od 1 marca 2020 roku do 31 grudnia 2021 roku wzrost liczby zakażeń umiarkowanie wpływał na spadek mobilności mieszkańców. Najbardziej silną zależność odnotowano w pierwszych dwóch tygodniach pandemii. W tym, okresie współczynnik korelacji wynosił $-0,845$ dla mobilności pieszej i $-0,895$ dla mobilności pojazdami. Wraz z upływem czasu, kiedy ludzie zaczęli się oswajać z pandemią, a także rozpoczęto szczepienia przeciwko COVID-19, zależność między liczbą zakażeń, a mobilnością społeczeństwa zmniejszyła się z silnej do umiarkowanej.

Słowa kluczowe: pandemia, koronawirus, mobilność, mobilność piesza, mobilność pojazdami, pandemia COVID-19, wpływ pandemii na mobilność

Abstract: The COVID-19 pandemic, which has been ongoing since 2020, has caused very big changes in many areas of life around the world. The changes also directly affected society. As the number of infections increased and the pathogen spread around the world, the mobility of society began to decline. In connection with this fact, a study was carried out on the strength of the impact of the number of infections on the mobility of pedestrians and the mobility of vehicles for residents in Poland. The person correlation coefficient method was used for the research. As a result of the analyses, it was found that in the entire period under review, from 1 March 2020 to 31.12 2021, the increase in the number of infections moderately

✉ Sławomir Stec – Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza; Wydział Zarządzania; e-mail: s.stec@prz.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-5645-7507>

affected the decrease in the mobility of residents. The strongest relationship was recorded in the first two weeks of the pandemic. During this period, the correlation coefficient was -0.845 for walking mobility and -0.895 for vehicle mobility. With the passage of time, as people began to get used to the pandemic and vaccination against Covid-19 began, the relationship between the number of infections and the mobility of the population decreased from strong to moderate.

Key words: pandemic, coronavirus, mobility, walking mobility, mobility of vehicles, the COVID-19 pandemic, the impact of the pandemic on mobility

Kody JEL: R41, J69, Q54, R49

Wstęp

W grudniu 2019 roku media na całym świecie zaczęły donosić o pojawieniu się w chińskim mieście Wuhan, niespotykanej do tej pory, ciężkiej formy zapalenia płuc. Początkowo lekarze i naukowcy nie znali przyczyn tej choroby. Szybko jednak znaleziono czynnik chorobotwórczy, którym był wirus SARS-CoV-2, wywołujący chorobę COVID-19. Pomimo wprowadzonych przez władze chińskie działań ograniczających rozprzestrzenianie się wirusa, w tym przede wszystkim ograniczaniu przemieszczania się ludzi, nowe zakażenia zaczęły pojawiać się w kolejnych państwach na całym świecie. W Polsce pierwszy przypadek zakażenia odnotowano 4 marca 2020 roku, a pierwszy przypadek śmiertelny w wyniku tej choroby zaraportowano 12 marca 2020 roku. Dzień wcześniej, Światowa Organizacja Zdrowia ogłosiła, że zapanowała pandemia o wymiarze globalnym [Duszyński i in. 2020]. To spowodowało ogromne zaniepokojenie, pojawiła się niepewność, a przede wszystkim zmieniły się postawy wielu społeczeństw. Rządy poszczególnych krajów zaczęły wprowadzać różne ograniczenia w celu zapewnienia zdrowia i bezpieczeństwa publicznego. Wprowadzone restrykcje z czasem ulegały zmianom i były uzależnione od aktualnej sytuacji pandemicznej związanej z liczbą nowych zakażeń, liczbą zgonów oraz liczbą zajętych łóżek szpitalnych. Wraz z pojawieniem się szczepionki przeciw SARS-CoV-2, a tym samym realizowanym programem szczepień, kolejne decyzje władz centralnych polegały na stopniowym uchylaniu wszelkich ograniczeń. W Polsce już po kilku dniach od stwierdzenia pierwszego przypadku choroby zamknięto szkoły i wiele instytucji. Odwołano imprezy masowe, a także zamknięto duże obiekty handlowe. Bardzo wiele przedsiębiorstw przeszło na pracę zdalną. Wprowadzono ograniczenia w przemieszczaniu się ludności, a przedsiębiorstwa transportowe ograniczyły swoją działalność. Te wszystkie ograniczenia znacznie wpłynęły na styl życia mieszkańców, a przede wszystkim przyczyniły się do zmian w zakresie mobilności społeczeństwa [Bryniarska i Kuza 2021]. Pomimo że do chwili obecnej nadal obowiązuje stan pandemii, to jednak jest to dobry moment do przeprowadzenia dokładniejszych badań, nad wpływem pandemii COVID-19 na różne sfery życia społeczeństwa. W niniejszym opracowaniu, celem analiz było przeprowadzenie oceny wpływu pandemii COVID-19 na mobilność mieszkańców Polski, a w szczególności przeprowadzanie diagnozy w zakresie siły wpływu liczby zakażeń na mobilność pieszą i pojazdami mieszkańców Polski. Należy jednak zaznaczyć, że od początku pojawienia się pandemii, prowadzone są różne badania związane z wpływem pandemii na różne dziedziny życia. Również przeprowad-

zono badania i analizy w zakresie mobilności społeczeństwa w czasie pandemii. Zgodnie z wcześniej prowadzonymi częściowymi badaniami przyjęto dwie hipotezy:

- H_1 – w okresie od 1 marca 2020 roku do 31 grudnia 2021 roku liczba zakażeń wirusem SARS-CoV-2 miała wpływ na mobilność społeczeństwa.
- H_2 – z każdą kolejną falą zakażeń, wpływ nowych zachorowań na mobilność społeczeństwa się zmniejszał.

Pandemia COVID-19, a życie i mobilność Polaków

Pierwsze informacje o nowej chorobie pojawiły się w grudniu 2019 roku, kiedy w Chinach wykryto skupisko chorych z ciężkim zapaleniem płuc w mieście Wuhan w prowincji Hubei. Światowa Organizacja Zdrowia została poinformowana 31 grudnia 2019 roku, gdy wykryto 44 zachorowania. Z kolei 9 stycznia 2020 roku przekazano publicznie informację, że choroba jest powodowana przez nowego koronawirusa podobnego do SARS-CoV-2. Jak już wspomniano, poszczególne państwa zaczęły wdrażanie różnych ograniczeń. W dniu 23 stycznia 2020 roku wdrożono w Wuhan i prowincji Hubei tzw. lockdown, czyli częściowe zamrożenie gospodarki, przy czym wprowadzono zakaz wychodzenia z domów oraz kordon sanitarny. W innych krajach natomiast zaczęto wprowadzać ograniczenia dla osób powracających z Chin. Jednak kiedy pod koniec stycznia w Europie zaczęły pojawiać się przypadki zachorowań rozpoczęto wprowadzanie lockdownu i w innych krajach. Niestety nie przyniosło to zamierzonego efektu. Epidemia zaczęła wymykać się spod kontroli. Najpierw tak się stało we Włoszech, a następnie w Hiszpanii i Francji. Europa zachodnia stała się epicentrum pandemii w marcu 2020 roku. Kiedy okazało się, że szybkie rozprzestrzenianie wirusa spowodowane było poprzez różne wydarzenia, w których uczestniczyły duże skupiska ludności, to rządy pozostałych krajów wprowadzały ograniczenia w przemieszczaniu się natychmiast po pojawieniu się pierwszych przypadków [Dong 2020].

Tak było również w Polsce. W trzy dni po stwierdzeniu pierwszego przypadku zachorowania Główny Inspektorat Sanitarny odradził podróże do krajów azjatyckich oraz Włoch. Kolejnego dnia rekomendowano odwołanie imprez masowych powyżej 1000 osób w pomieszczeniach zamkniętych. Dnia 9 marca 2020 roku wprowadzono na granicach Polski kontrolę sanitarną, a 12 marca 2020 roku Ministerstwo Zdrowia wprowadziło w Polsce stan zagrożenia epidemicznego. Dzień później zamknięto czasowo granice kraju, a także zawieszono połączenia lotnicze. W dniu 16 marca 2020 roku dokonano całkowitego zamknięcia granic Rzeczypospolitej. Ponadto zamknięto wszystkie szkoły i uczelnie. W dniu 25 marca podjęto decyzje o ograniczeniach w przemieszczaniu się. Ostatniego dnia marca wprowadzono w miejscach publicznych zasadę utrzymywania co najmniej 2-metrowego dystansu pomiędzy ludźmi. Wdrożono również ograniczenia w dystansie w sklepach. Dodatkowo ograniczono dostęp do parków, bulwarów, deptaków i innych miejsc rekreacji. Wprowadzono nakaz używania rękawiczek w sklepach, a także zamknięto w weekendy sklepy budowlane. Od 3 kwietnia zakazano wstępu do lasów i parków narodowych. Wdrożony zakaz przemieszczania, podróżowania i przebywania w miejscach publicznych stopniowo przedłużano. Podobnie wprowadzone limity w liczbie podróżujących transportem publicznym korygowano wraz ze zmieniającą się sytuacją w liczbie zakażeń (tab. 1).

Tabela 1. Obowiązujące limity pasażerów w transporcie publicznym w Polsce w okresie od 1 marca 2020 r. do 31 grudnia 2021 roku

Table 1. Applicable passenger limits in public transport in Poland in the period from March 1, 2020 to December 31, 2021

| Okres obowiązywania | Limit miejsc | |
|-------------------------|-----------------------|------------------------------|
| | Miejsc siedzących [%] | Miejsc w całym pojeździe [%] |
| 25.03.2020 – 17.05.2020 | 50 | |
| 18.05.2020 – 30.05.2020 | 50 | 30 |
| 17.10.2020 – 14.05.2021 | | |
| 01.06.2020 – 16.10.2020 | 50 | 50 |
| 15.05.2021 – 05.06.2021 | | |
| od 06.06.2021* | 75 | 100 |

*limit pasażerów w transporcie publicznym obowiązywał do czasu objętego badaniami, Źródło: [Smolarski i Suszewicz 2021].

W dniu 16 kwietnia 2020 roku wprowadzono nakaz zasłaniania nosa i ust w miejscach publicznych. Stopniowe łagodzenie obostrzeń rozpoczęto 20 kwietnia 2020 roku. Wdrażano go w kilku etapach. Pierwszy etap polegał na otwarciu dostępu do parków i lasów. Zwiększono limity w placówkach handlowych. Od 4 maja 2020 roku otwarto centra handlowe, wznowiono działalność hoteli. Nadal obowiązywał wówczas zakaz ruchu lotniczego. Pod koniec maja 2020 roku zezwolono na organizację wesel w ograniczeniach liczby gości. Od 1 czerwca wznowiono ruch lotniczy, a także zwiększono limity pasażerów w transporcie publicznym – do połowy zajętości miejsc. Od 13 czerwca 2020 roku otworzono granicę Polski. Początkowo do krajów UE, a trzy dni później do pozostałych krajów. W kolejnym etapie odmrażania gospodarki otworzono obiekty sportowe i kulturalne. Niestety, ale w drugiej połowie wakacji nastąpiło zdecydowanie zwiększenie zachorowań na COVID-19. To spowodowało, że rząd Polski zaczął wdrażać ponownie liczne ograniczenia. W zależności od liczby zakażeń w danym powiecie, obejmowano go odpowiednią strefą oznaczoną kolorami. Strefa czerwona obowiązywała w regionie o najwyższym wskaźniku zachorowalności. Strefa umiarkowana była oznaczona żółtym kolorem. Najmniejsza zaś liczba zachorowań powodowała, że powiat znajdował się w strefie zielonej [Duszyński i in. 2020]. W dniu 17 października 2020 roku cała Polska została objęta czerwoną strefą. Wówczas ponownie zaostrzono limity osób w sklepach. Zakazano organizacji imprez okolicznościowych. Wprowadzono ponownie w szkołach i na uczelniach kształcenie zdalne. Ograniczono czas działalności lokali gastronomicznych. Zawieszono działalność basenów i siłowni. Tydzień później zamknięto całkowicie gastronomię i lokale rozrywkowe. Zmniejszono ponownie limity w transporcie publicznym. W dniu 1 listopada, na okres dwóch dni, zamknięto całkowicie cmentarze. Od 4 listopada wprowadzono w godzinach 8.00–16.00 od poniedziałku do piątku zakaz przemieszczania się osób do 16. roku życia bez opieki osoby dorosłej. W sylwestra 2020 roku wprowadzono całkowity zakaz przemieszczania się, który obowiązywał do godziny 19.00 do 6.00 dnia następnego. Z początkiem 2021 roku sytuacja epidemiczna w Pols-

ce zaczęła się poprawiać. Dodatkowo rozpoczęcie programu szczepień, przyspieszyło decyzję władz o stopniowym luzowaniu obostrzeń. Niestety kolejna już III fala pandemii zmusiła do wprowadzenia ponownych obostrzeń, które zaczęły obowiązywać od 20 marca 2021 roku. Dotyczyły głównie hoteli, galerii handlowych, placówek kulturalnych i rozrywkowych. Większość z nich obowiązywała do czerwca, kiedy to zaczęto stopniowo znosić obostrzenia [Koronawirus....].

Pandemia oraz wdrażane liczne ograniczenia przyczyniły się w znacznym stopniu do zmiany zachowania mieszkańców w różnych sferach życia. Zdecydowanie spadła aktywność społeczeństwa w zakresie codziennego przemieszczania się. Szczególnie dotyczyło to obszarów, gdzie wcześniej odnotowano bardzo duży ruch samochodów oraz ruch pieszych [Tarkowski i in. 2020]. Jak zauważa Wielechowski wraz ze współautorami [2020], w Polsce zidentyfikowano znaczący spadek podróży. Przyczyniło się do tego kilka czynników, takich jak: ograniczenie liczby wykonywanych połączeń, wprowadzenie limitów pasażerów mogących jednocześnie podróżować w pojeździe, brak zajmowania miejsc stojących, obowiązek zakrywania ust i nosa [Taczanowski 2020]. Częstym powodem w ograniczeniu podróżowania było przechodzenie szkół, uczelni i poszczególnych podmiotów na kształcenie oraz pracę zdalną. Ponadto, wiele osób bało się groźby odbycia kwarantanny. Wybierano wówczas transport indywidualny w postaci jazdy samochodem lub osobistymi środkami komunikacji (rower, hulajnoga).

Wspomniane powyżej zmiany w zachowaniu społeczeństwa, potwierdzają badania przeprowadzone przez Ociepka [2021]. Przykładowo mobilność na terenach rekreacyjnych, takich jak parki, zwiększyła się o niespełna 26%. Z kolei w miejscach i punktach komunikacyjnych, zanotowano zmniejszenie mobilności społeczeństwa o 22%. Najwyższy w skali jednego dnia spadek mobilności zaobserwowano w sklepach spożywczych oraz aptekach (-95%). Z kolei w miejscach handlu i rekreacji stwierdzono spadek o 92%. Najniższy spadek, o 9%, odnotowano w miejscach zamieszkania.

Istotne jest to, że zmiany w mobilności, najbardziej zauważalne były w pierwszych miesiącach. Borkowski, Jażdżewska-Gutta oraz Szmelter-Jarosz [2020] w swoich badaniach stwierdzili, że w okresie pierwszych dwóch tygodni pandemii w Polsce spadła liczba podróży o ponad 65% w stosunku do okresu sprzed pandemii. W zakresie podróży do i z pracy liczba przejazdów tygodniowo zmniejszyła się z 10 do 3. Z kolei, w przypadku podróży związanych z rekreacją spadek ten był z 5 do 1 podróży tygodniowo. Analizując wybór środków transportu, to podróżni zrezygnowali z transportu publicznego, gdzie zauważono spadek o 80%. Oczywiście redukcja przemieszczania się dotyczyła również pojazdów, gdzie ruch zmniejszył się o 60%, a także pieszo, gdzie ludzie zmniejszyli przemieszczanie się o 50%.

W innych krajach odnotowano jeszcze większe spadki. Jak podaje Międzynarodowe Stowarzyszenie Transportu Publicznego, spadek liczby pasażerów sięgał nawet 90% (niektóre miasta Chin, Iranu, Stanów Zjednoczonych), [UITP 2020]. Z kolei w San Francisco i Waszyngtonie oraz Nowym Jorku spadek ten był na poziomie 85% [Hughes 2020].

Jeżeli chodzi o poszczególne rodzaje transportu, to największy spadek o 76% zauważono w transporcie lotniczym. Przyczyną był fakt całkowitego odwołania lotów międzynarodowych w niektórych miesiącach. Z kolei w transporcie kolejowym przewieziono o 38% pasażerów mniej, niż w analogicznym okresie poprzedzającym pandemię

W transporcie drogowym odnotowano spadek liczby pasażerów na poziomie –48%. Ogólnie w pierwszym roku pandemii, środkami transportu publicznego przewieziono o 42,9% pasażerów mniej niż w 2019 roku [Bryniarska i Kuza 2021].

Wszelkie przeprowadzone dotąd badania wskazują, że w wyniku pandemii, a przede wszystkim na skutek wdrażanych ograniczeń, mobilność społeczeństwa zdecydowanie się zmniejszyła. Dotyczy to zarówno mobilności pieszej, jak i pojazdami, w tym komunikacją publiczną.

Materiały i metody

W celu realizacji celu głównego, jak również weryfikacji hipotez, zbadano liniową zależność pomiędzy liczbą zakażeń wirusem SARS-Cov-2 a wskaźnikiem mobilności pieszej oraz mobilności pojazdami Polaków przy użyciu współczynnika korelacji Persony. Dzięki temu określono siłę i kierunek liniowej zależności pomiędzy powyższymi zmiennymi. Zgodnie z interpretacją, gdy współczynnik korelacji (r) mieści się w przedziale 0–0,3, korelacja jest słaba. W przypadku wyniku 0,3–0,5 mamy do czynienia z umiarkowaną korelacją. Współczynnik w zakresie 0,5–0,7 wskazuje na silną korelację, a współczynnik r 0,7 do 1 pokazuje, że korelacja jest bardzo silna [Buda i Jarynowski 2010]. Z kolei znak liczby pozwala na ocenę kierunku relacji – gdy wartość liczbowa jest dodatnia, oznacza to, że wraz ze wzrostem wartości jednej zmiennej rosną wartości także drugiej, wartość ujemna natomiast świadczy o tym, że wzrost wartości jednej zmiennej wiąże się ze spadkiem wartości drugiej [Golonka b.d.].

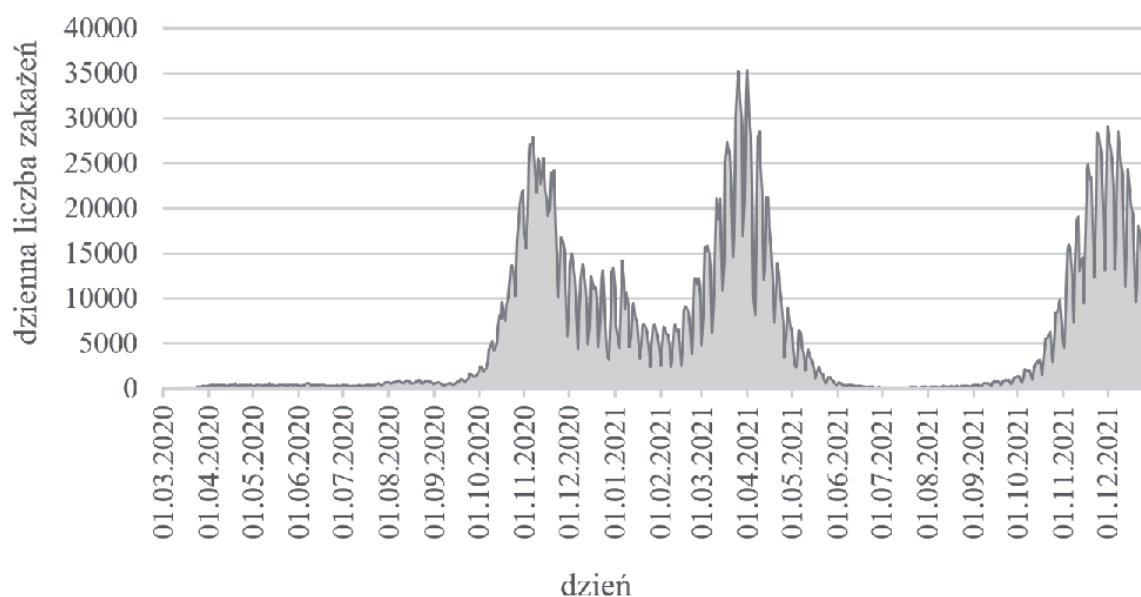
Do badania wykorzystano dane za okres od 1 marca 2020 roku do 31 grudnia 2021 roku. Dokonano obliczeń wpływu zmiennych na siebie nawzajem w całym danym okresie, przeprowadzono również badanie korelacji dwóch zmiennych w okresach czterech fal pandemii. Na podstawie liczby spadków i wzrostów zakażeń sezonowych przyjęto, że pierwsza fala pandemii w Polsce trwała od 1 marca do 10 sierpnia 2020 roku. Druga fala przypadała na okres od 11 sierpnia 2020 roku do 25 stycznia 2021 roku. Kolejny wzrost zakażeń rozpoczął się 26 stycznia 2021 roku i trwał do 31 lipca 2021 roku. To była trzecia fala. Na koniec zbadano korelację w czwartej fali przypadającej na okres od 1 sierpnia 2021 roku do końca okresu badania. Dodatkowo przeprowadzono badanie w okresie pierwszych dwóch tygodni pandemii, czyli od 1 do 15 marca 2020 roku, co pozwoliło ukazać początkową reakcję społeczeństwa na początek pandemii oraz wprowadzone ograniczenia.

Przed rozpoczęciem badań empirycznych na podstawie zebranego materiału, pochodzącego ze statystyk urzędowych Ministerstwa Zdrowia (wskaźniki zachorowań) oraz danych tworzonych przez serwis koronawirusnas.pl na podstawie lokalizacji i przemieszczania się po terenie Polski, które były pobierane od właścicieli urządzeń Apple. Dane zostały zebrane, przetwarzane i udostępnione Apple Inc. Jako wartość wyjściową (w obliczeniach i na wykresie oznaczono jako 0 (rys. 2) została przyjęta średnia wartość z danych historycznych. Dodatkowo wykorzystano też dane dotyczące mobilności, pochodzące z serwisu Google. Przegląd dotychczasowych badań w tym temacie, jako przegląd literatury, wykonano na podstawie dostępnych materiałów źródłowych. Omówiono w skrócie przebieg pandemii COVID-19, w tym przedstawiono kalendarium najważniejszych decyzji rządu. Dokonano również przeglądu badań na

temat mobilności społeczeństwa w związku z trwającą pandemią. W analizie uzyskanych wyników badań wykorzystano metody interpretacji danych, w szczególności metodę opisową i graficzną (wykresy).

Wyniki badań i dyskusja

W analizowanym okresie, od 1 marca 2020 roku do 31 grudnia 2021 roku, pandemia trwała nieprzerwanie z sezonowymi wzrostami i spadkami zakażeń na całym świecie. To spowodowało, że zarówno Światowa Organizacja Zdrowia, jak i poszczególne kraje informowały o kolejnych falach pandemii. I tak w Polsce przyjęto, że do końca 2021 roku nastąpiły cztery fale pandemii. Pierwsza fala, która trwała do 10 sierpnia 2020 roku, miała najłagodniejszy przebieg. W szczytowym momencie odnotowano ponad 840 infekcji dziennie (rys. 1). W drugim okresie liczba przypadków była znacznie wyższa, gdyż 7 listopada 2020 roku przybyło aż 27 875 pacjentów z SARS-CoV-2. Z kolei największy dzienny przyrost nowych zakażeń stwierdzono w trzeciej fali. 1 kwietnia 2021 roku odnotowano zakażenie u 35 251 osób. W dalszym okresie, od czerwca 2021 roku, liczba nowych zakażeń ustabilizowała się i wyniosła niecałe 200 osób dziennie. Jednak okres jesienny 2021 roku przyniósł ponowny wzrost liczby zakażonych osób, gdzie 1 grudnia 2021 roku przekroczył już 29 000 nowych przypadków.

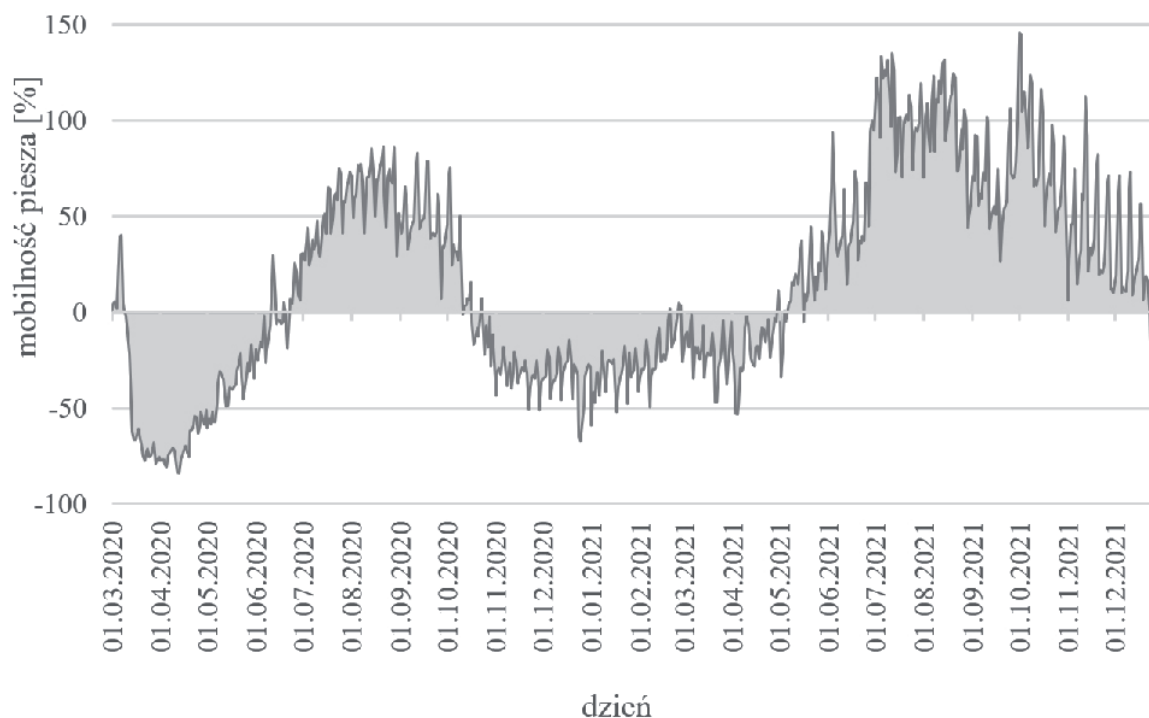


Rysunek 1. Dzienna liczba zakażeń SARS-CoV-2 w Polsce

Figure 1. Daily number of SARS-CoV-2 infections in Poland

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Koronawirus...].

Zachowania ludności w zakresie przemieszczania się miały różny charakter, ulegały znacznym wahaniom i były głównie uzależnione z jednej strony od wprowadzanych przez rząd różnych ograniczeń (lockdownu), a z drugiej strony od liczby zakażeń oraz zgonów, czy też zajętości łóżek szpitalnych. Jak można zauważyć na rysunku 2, pierwsze dni i tygodnie rozprzestrzeniania się wirusa w Polsce spowodowały gwałtowny



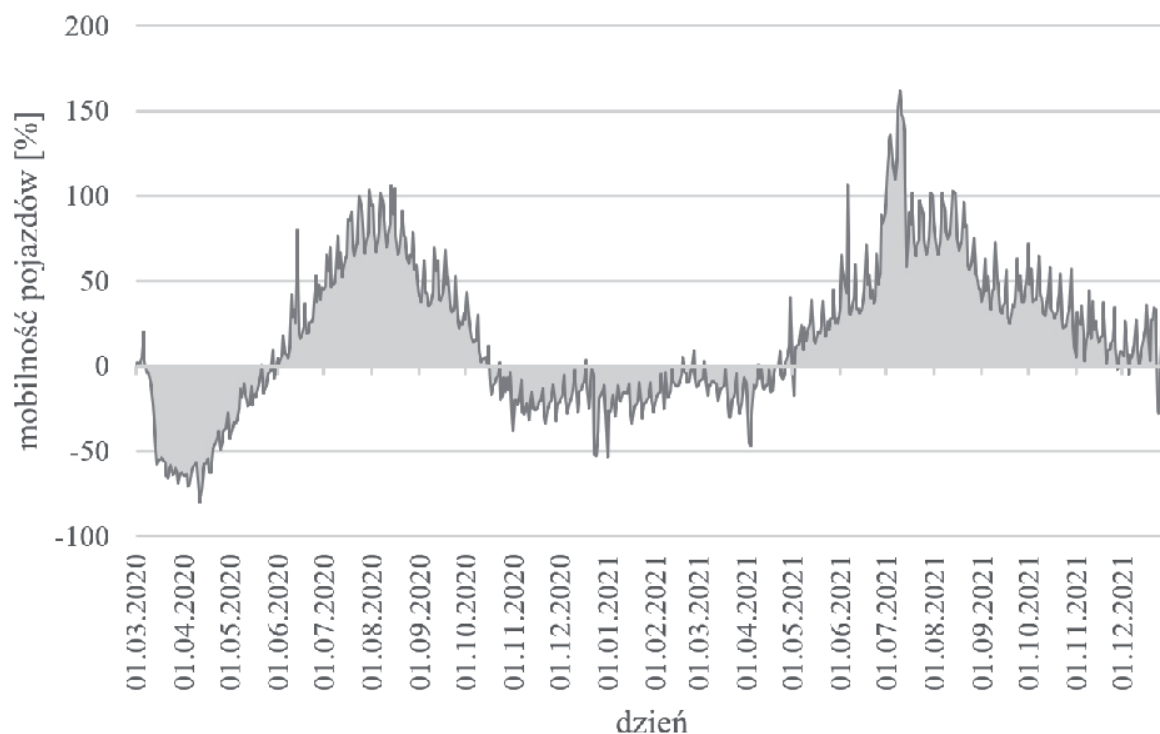
Rysunek 2. Mobilność piesza Polaków w okresie od 1 marca 2020 roku do 31 grudnia 2021 roku
 Figure 2. Walking mobility of Poles in the period from March 1, 2020 to December 31, 2021

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Koronawirus...].

spadek mobilności pieszej społeczeństwa. W niektóre dni tygodnia, ruch pieszych zmalał nawet o 80% w stosunku do średniej uzyskanej na podstawie wieloletnich statystyk mieszkańców korzystających z lokalizatorów umieszczonych w urządzeniach Apple. W marcu 2020 roku mobilność piesza zmalała średnio o 39,2%. Jednak należy podkreślić, że w pierwszej dekadzie tego miesiąca ruch pieszych odbywał się normalnie. Dopiero od 11 marca 2020 roku społeczeństwo zaczęło ograniczać swoje przemieszczanie, co spowodowało, że od 11 do 31 marca 2020 roku ruch zmalał o 63,9%. Z kolei w całym kwietniu 2020 roku odnotowano zmniejszoną mobilność o 69,2%. Przyczyną takiego stanu była przede wszystkim niepewność, strach społeczeństwa przed nieznanym patogenem, a także tragiczne doniesienia z Chin i Japonii. Dodatkowy wpływ na zmniejszoną mobilność miały wprowadzone przez rząd, dość restrykcyjne ograniczenia w przemieszczaniu, w tym zamknięcie parków i lasów. Na podstawie danych Google, w marcu 2020 roku zanotowano zmniejszenie odwiedzin parków, publicznych placów i innych miejsc rekreacyjnych o 58%. Z kolei wizyty w sklepach spożywczych, bazarach i aptekach zmniejszyły się o 59%. Największe spadki zanotowano w restauracjach, centrach handlowych, parkach rozrywki i innych instytucjach kultury. W tym przypadku liczba odwiedzin spadła o 78%. Jedynym punktem, gdzie odnotowano wzrost liczby odwiedzin lub inaczej określając obszarem przebywania społeczeństwa były miejsca rezydencji. W tym przypadku odnotowano w pierwszym miesiącu pandemii, wzrost o 13% [COVID-19...]. Należy jednak zaznaczyć, że na wahania poziomu mobilności społeczeństwa w poszczególnych dniach, miały też wpływ takie czynniki jak: wolny dzień

od pracy, dzień świąteczny, czy niekorzystna pogoda. Istotną determinantą wpływającą na zmienność mobilności były pory roku. W okresie wiosenno-letnim w 2020 roku oraz 2021 roku widoczny jest zdecydowany trend wzrostowy przemieszczania się pieszych. Jednak w 2020 roku maksymalny wzrost mobilności był na poziomie 103,3% (31 lipca), przy czym ruch pieszych powyżej 100% odnotowano tylko w dwóch dniach wakacji. Podczas kolejnego lata 2021 mobilność powyżej 100% odnotowana była przez kilkanaście dni. Często było to powyżej 130%, a 10 lipca 2021 roku aż 162%. Niestety szybki wzrost liczny zachorowań w drugiej połowie sierpnia przyczynił się do zmniejszenia ruchu.

W przypadku mobilności pojazdami wśród polskiego społeczeństwa, zauważono podobne tendencje spadkowe i wzrostowe, jak w przypadku ruchu pieszego (rys. 3). W tym przypadku spadki ruchu społeczeństwa były nieco mniejsze. W pierwszym miesiącu pandemii spadł ruch mieszkańców poruszających się pojazdami o 36,2%, przy czym w dwóch ostatnich dekadach marca spadek ten był na poziomie -54,3%. W następnym miesiącu pandemii wskaźnik mobilności pojazdami zmniejszył się o 55,5%. W porównaniu z mobilnością pieszą, wahania mobilności pojazdami są nieco łagodniejsze. Warto jednak zwrócić uwagę, że w miarę upływu czasu, podczas kolejnych fal pandemii, mobilność społeczeństwa zdecydowanie mniej już reagowała na kolejne zakażenia. Podczas czwartej fali pandemii, pomimo że zanotowano spadek poruszania się ludzi, to jednak ich mobilność była na dodatnim poziomie. Podobnie można zaobserwować, że wprowadzony zakaz wychodzenia z domów w dniu 31 grudnia 2020 roku od godziny 18 nie spowodował gwałtownego obniżenia mobilności

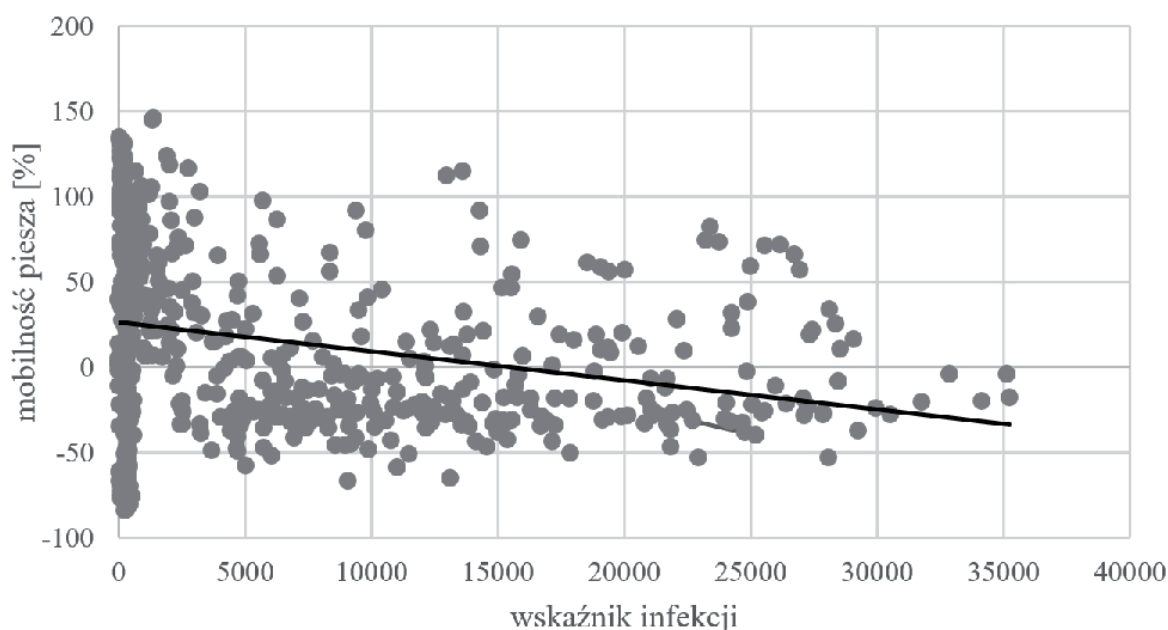


Rysunek 3. Mobilność pojazdami Polaków w okresie od 1 marca 2020 roku do 31 grudnia 2021 roku
Figure 3. Mobility by vehicles of Poles in the period from March 1, 2020 to December 31, 2021

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Koronawirus...].

mieszkańców, jak się spodziewano. W przypadku przemieszczania się pojazdami, ruch osób zmalał o 29% w ostatnim dniu roku i o 53,5% w pierwszym dniu 2021 roku. Istotne jest, że wyniki badań dotyczących mobilności pojazdami odnoszą się do ogółu całego transportu i nie są podzielone na rodzaje transportu. Oczywiście zdecydowanie mniejsze spadki mobilności odnotowano w przypadku poruszania się prywatnymi pojazdami, gdzie w pierwszych tygodniach pandemii, ruch ten spadł o około 40%, a w transporcie publicznym, aż o 71% [COVID-19...].

Powyższe analizy wykazały, że liczba zachorowań na COVID-19, a także poszczególne fale pandemii oraz wdrażane obostrzenia, a później ich zdejmowanie wpłynęło znacząco na mobilność Polaków. W celu sprawdzenia, czy te tendencje spadkowe i wzrostowe są bezpośrednio spowodowane pandemią oraz liczbą zakażeń, przeprowadzono badanie wpływu dwóch zmiennych przy użyciu współczynnika korelacji wspomnianego w metodologii. Badanie przeprowadzone w okresie od marca 2020 roku do grudnia 2021 roku wykazało, że współczynnik korelacji dla mobilności pieszej wynosił $r = -0,231$ (rys. 4, tab. 2). Wynik ten informuje, że korelacja jest słaba (dostateczna). Wartość współczynnika korelacji w tym przypadku oznajmia, że wzrost liczby zakażeń na COVID-19 dostatecznie wpływa na zmniejszenie się mobilności pieszej Polaków.



Rysunek 4. Zależność mobilności pieszej od wskaźnika zakażeń SARS-CoV-2 w okresie od 1 marca 2020 roku do 31 grudnia 2021 roku

Figure 4. Dependence of walking mobility on the SARS-CoV-2 infection rate in the period from March 1, 2020 to December 31, 2021

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Koronawirus...].

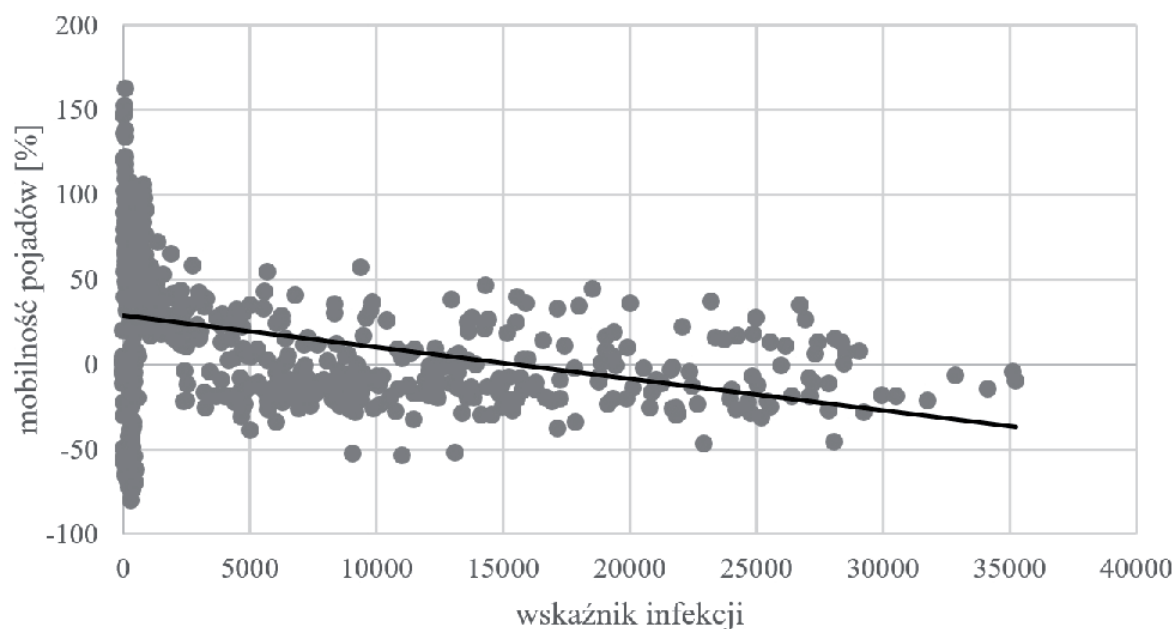
W przypadku mobilności pojazdami wpływ liczby zakażeń na poruszanie się mieszkańców był trochę większy. W badanym okresie współczynnik korelacji był na poziomie $-0,351$, czyli korelacja była umiarkowana (rys. 5, tab. 2). Zatem zarówno w przypadku zależności mobilności pieszej, jak i pojazdami od wskaźnika zakażeń

Tabela 2. Zależność mobilności Polaków od wskaźnika zakażeń SARS-CoV-2 w poszczególnych falach pandemii

Table 2. Dependence of the mobility of Poles on the SARS-CoV-2 infection rate in individual waves of the pandemic

| Fala pandemii | Okres badania | Mobilność piesza [r] | Mobilność pojazdów [r] |
|---------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
| I–IV | 01.03.2020 – 31.12.2021 | -0,2612 | -0,3508 |
| I | 01.03.2020 – 10.08.2020 | 0,3352 | 0,4175 |
| I | 01.03.2020 – 15.03.2020 | -0,8456 | -0,8949 |
| II | 11.08.2020 – 25.01.2021 | -0,6727 | -0,6832 |
| III | 26.01.2021 – 31.07.2021 | -0,5970 | -0,6060 |
| IV | 01.08.2021 – 31.12.2021 | -0,5369 | -0,6474 |

Source: badanie własne.



Rysunek 5. Zależność mobilności pojazdami od wskaźnika zakażeń SARS-CoV-2 w okresie od 1 marca 2020 roku do 31 grudnia 2021 roku

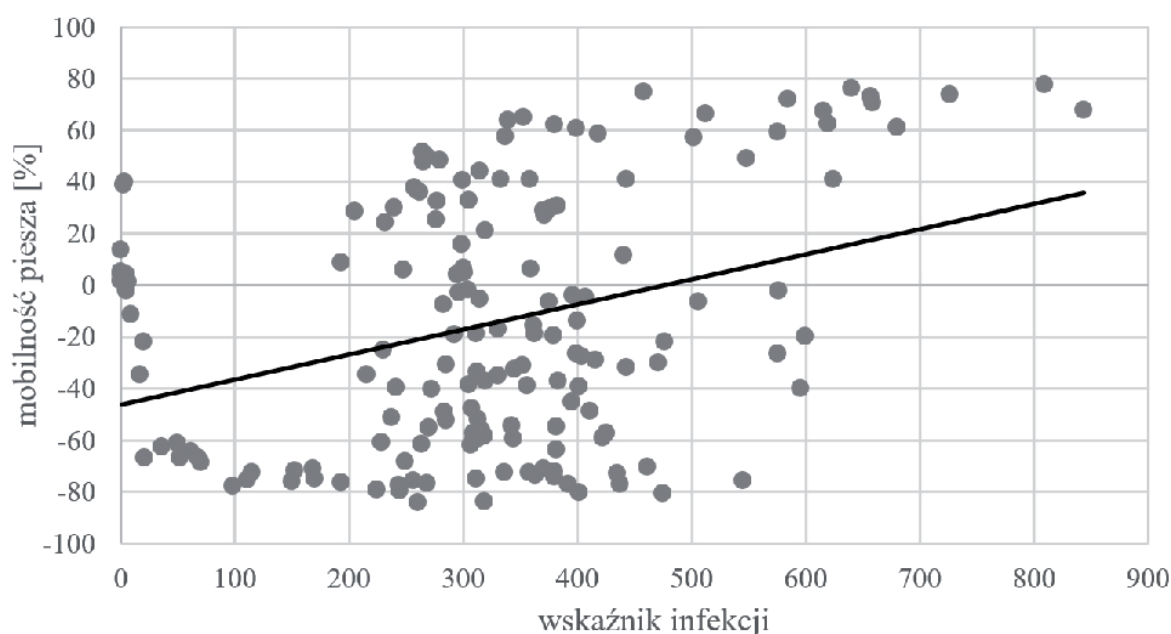
Figure 5. Dependence of vehicle mobility on the SARS-CoV-2 infection rate in the period from March 1, 2020 to December 31, 2021

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Koronawirus...].

SARS-CoV-2 można potwierdzić hipotezę pierwszą, która mówi, że w okresie od 1 marca 2020 roku do 31 grudnia 2021 roku liczba zakażeń wirusem SARS-CoV-2 miała wpływ na mobilność społeczeństwa.

W analizie przebiegu pandemii widać dość dużą zmienność zakażeń, co wykazuje sezonowy (falowy) charakter. Dlatego powszechnie akceptowane jest definiowanie kolejnych fal pandemii. W związku z tym zbadano, w jaki sposób poszczególne fale wpłynęły na mobilność pieszą i pojazdami społeczeństwa polskiego. W pierwszej fali, trwającej od marca 2020 roku do około 10 sierpnia 2020 roku, współczynnik korelacji

dla dwóch przyjętych zmiennych (liczba zakażeń, mobilność piesza) wyniósł 0,335 (tab. 2). Jest to zależność słaba (dostateczna), ale w przeciwieństwie do całego badanego okresu, współczynnik korelacji jest dodatni (rys. 6.). Interpretuje się to tak, że w miarę wzrostu liczby zakażeń na SARS-CoV-2 mobilność piesza wzrasta, czyli Polacy częściej się przemieszczają. Jest to zatem odwrotna zależność dla całego badanego okresu. Dlatego można byłoby zadać pytanie, z czego to wynika? Otóż, pierwsza fala pandemii charakteryzowała się stosunkowo niewielką liczbą zakażeń, a także wdrożeniem w życie bardzo dużych ograniczeń w mobilności. Jednak po miesiącu zaczęto te ograniczenia zmniejszać, co spowodowało, że ludzie zaczęli się częściej przemieszczać. Dodatkowo, pomimo wycofywania ograniczeń, liczba zakażeń wolno, ale systematycznie wzrastała, w szczególności w drugiej połowie wakacji. Społeczeństwo nadal jednak było mobile, stąd też korelacja jest dodatnia.



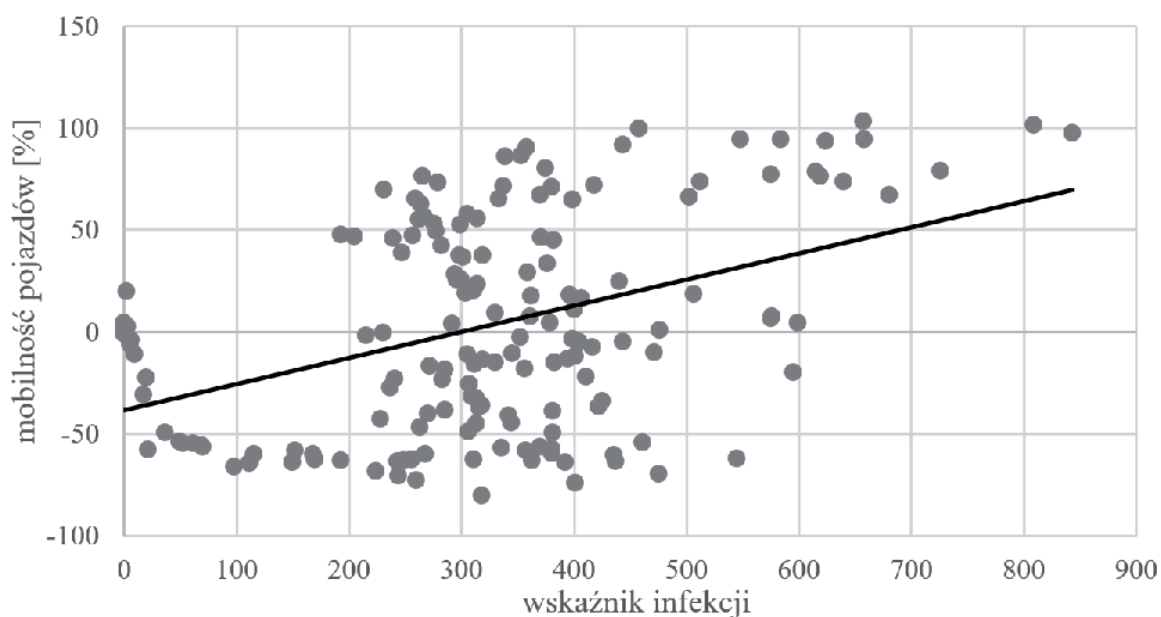
Rysunek 6. Zależność mobilności pieszej od wskaźnika zakażeń SARS-CoV-2 w okresie od 1 marca 2020 roku do 31 grudnia 2021 roku

Figure 6. Dependence of walking mobility on the SARS-CoV-2 infection rate in the period from March 1, 2020 to December 31, 2021

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Koronawirus...].

Podobna sytuacja występuje w przypadku mobilności pojazdami. Podczas pierwszej fali pandemii w Polsce współczynnik korelacji wyniósł 0,418, czyli korelacja jest umiarkowana (tab. 2). Zatem wraz ze wzrostem liczby zakażeń, wzrosła też mobilność pojazdami. Fakt ten należy podobnie tłumaczyć, jak w przypadku mobilności pieszej.

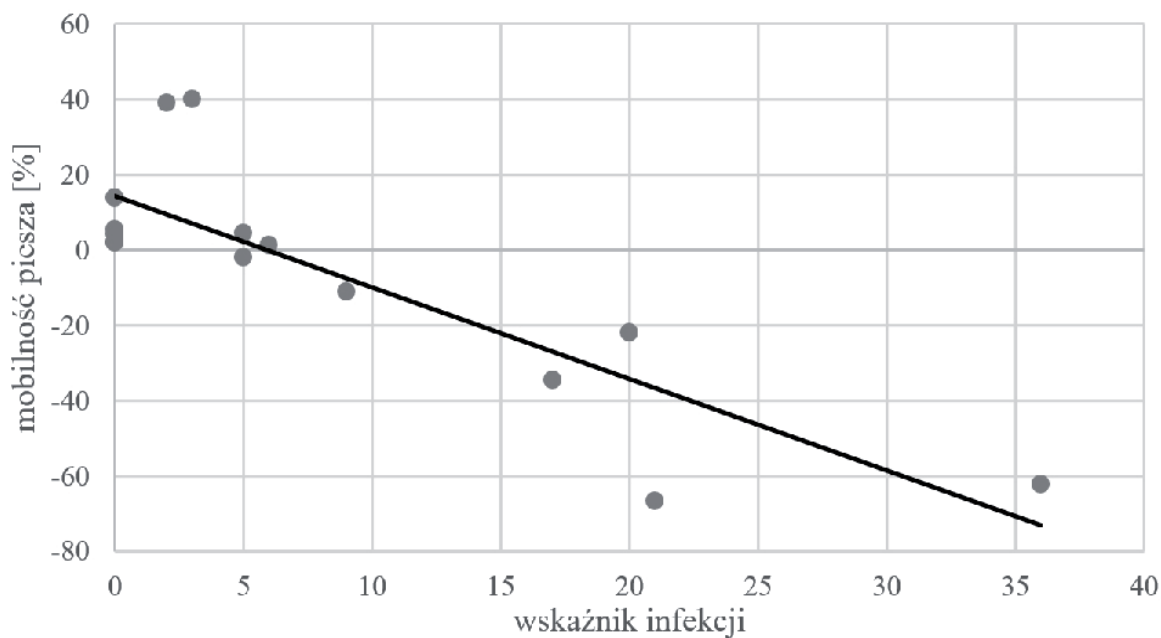
Zdecydowanie inaczej wygląda sytuacja w pierwszych dwóch tygodniach pandemii. W przypadku badania zależności dla mobilności pieszej współczynnik korelacji liniowej dla okresu od 1 marca do 15 marca 2020 roku wyniósł $-0,846$ (rys. 8, tab. 2). Zatem korelacja jest silna, co należy rozumieć, że wraz ze wzrostem liczby zakażeń, mobilność piesza Polaków bardzo szybko się zmniejsza. Można to tłumaczyć faktem, że pierwsze



Rysunek 7. Zależność mobilności pojazdami od wskaźnika zakażeń SARS-CoV-2 w okresie od 1 marca 2020 roku do 31 grudnia 2021 roku

Figure 7. Dependence of vehicle mobility on the SARS-CoV-2 infection rate in the period from March 1, 2020 to December 31, 2021

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Koronawirus...].



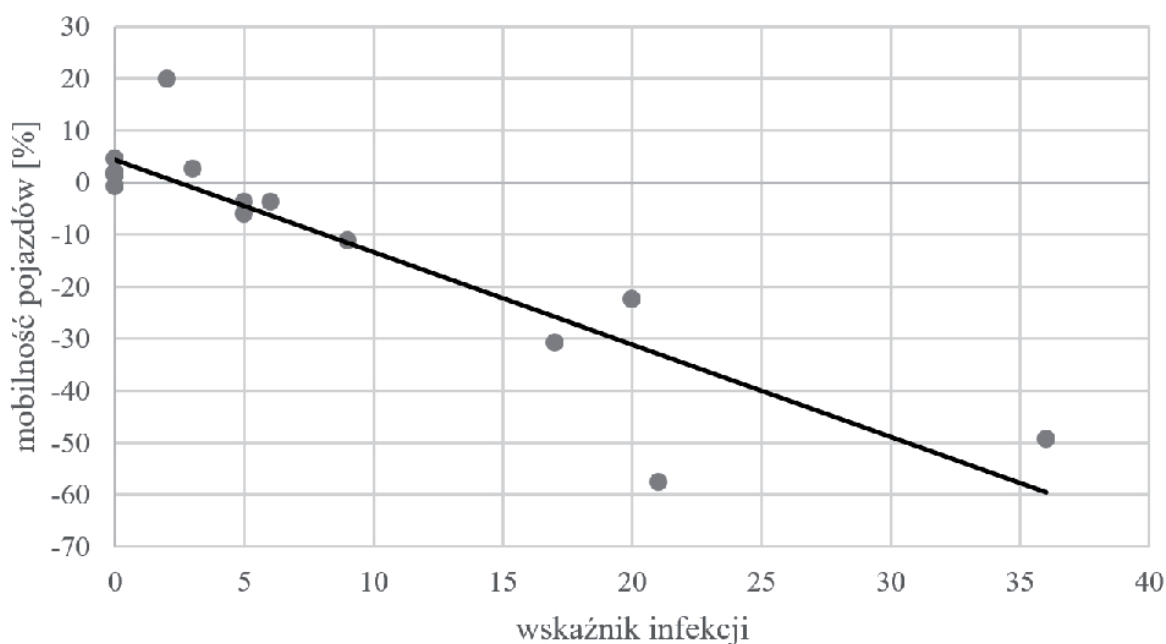
Rysunek 8. Zależność mobilności pieszej od wskaźnika zakażeń SARS-CoV-2 w okresie od 1 marca 2020 roku do 31 grudnia 2021 roku

Figure 8. Dependence of walking mobility on the SARS-CoV-2 infection rate in the period from March 1, 2020 to December 31, 2021

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Koronawirus...].

dni pandemii, zatrzymały mieszkańców w domach, a niepewność, czy też strach przed zakażeniem, spowodował, że mieszkańcy przestali opuszczać swoje domy.

Podobna sytuacja wystąpiła w przypadku mobilności pojazdami, gdzie dla okresu pierwszej połowy marca 2020 r. współczynnik korelacji liniowej wyniósł $-0,895$ (rys. 9, tab. 2) i wykazał się jeszcze większą siłą zależności.



Rysunek 9. Zależność mobilności pojazdami od wskaźnika zakażeń SARS-CoV-2 w okresie od 1 marca 2020 roku do 31 grudnia 2021 roku

Figure 9. Dependence of vehicle mobility on the SARS-CoV-2 infection rate in the period from March 1, 2020 to December 31, 2021

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Koronawirus...].

Druga fala pandemii wpłynęła również dość mocno na zmiany w zachowaniu społeczeństwa. W okresie od 11 sierpnia 2020 roku do 25 stycznia 2021 roku wzrost liczby zakażeń dość mocno ograniczył przemieszczanie się Polaków, zarówno w sposób pieszy, jak i pojazdami. Współczynnik korelacji Persony wyniósł odpowiednio $-0,673$ oraz $-0,683$ (tab.2). Zatem zależność była silna. Spowodowane to było dość silną reakcją rządu na wzrost liczby zakażeń, przez co wprowadzano kolejne ograniczenia. Dodatkowo przedsiębiorstwa oraz szkoły i uczelnie przeszły ponownie w tryb zdalny, a wiele obiektów handlowych, gastronomicznych i kulturalnych zostało zamknięte.

Kolejne fale pandemii, również wpływały na mobilność mieszkańców, jednak jak można zauważyć w tabeli 2, wraz z kolejnymi falami, zależność ta malała. I tak współczynnik korelacji liniowej dla trzeciej fali w przypadku mobilności pieszej wyniósł $-0,597$, a w czwartej fali $-0,540$. Z kolei w przypadku mobilności pojazdami, było nieco inaczej. W tym przypadku kolejne fale pandemii zmniejszały mobilność. I tak współczynnik korelacji wyniósł odpowiednio $-0,606$ i $-0,647$.

Zmniejszający się wpływ liczby zakażeń na przemieszczanie się społeczeństwa wynikał z faktu, że ludzie zaczęli przyzwyczajać do pandemii, mieli też większą wiedzę na temat przebiegu choroby. Największy jednak wpływ miał wdrożony program szczepień przeciwko COVID-19.

Podsumowując powyższe analizy, należy stwierdzić, że hipoteza H_2 – z każdą kolejną falą zakażeń wpływ nowych zachorowań na mobilność społeczeństwa się zmniejszał – została udowodniona, przy czym najbardziej widoczne jest to w przypadku mobilności pieszej Polaków.

Podsumowanie i wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań opracowano następujące wnioski:

1. Pandemia COVID-19 znacząco wpłynęła na mobilność społeczeństwa. Dotyczy to zarówno przemieszczania się pieszego, jak i pojazdami.
2. W okresie zrealizowanych badań, czyli od 1 marca 2020 roku do 31.12 2021 roku wzrost liczby zakażeń umiarkowanie wpływał na spadek mobilności mieszkańców. Współczynnik korelacji dla mobilności pieszej wynosił $r = -0,231$.
3. W poszczególnych falach pandemii, wpływ zakażeń na mobilność mieszkańców Polski rozkładał się różnie. Najbardziej silną zależność odnotowano w pierwszych dwóch tygodniach pandemii. W tym okresie współczynnik korelacji wynosił $-0,845$ dla mobilności pieszej i $-0,895$ dla mobilności pojazdami.
4. Wraz z upływem czasu zależność między liczbą zakażeń a mobilnością społeczeństwa zmniejszyła się z silnej do umiarkowanej. Współczynnik korelacji liniowej dla drugiej fali wynosił $-0,673$, dla trzeciej fali w przypadku mobilności pieszej wyniósł $-0,597$, a w czwartej fali $-0,540$.
5. Ewentualnym było pierwsza fala pandemii, gdyż współczynnik korelacji liniowej Pearsona był dodatni. Wynik wskazuje na to, że w miarę wzrostu liczby zakażeń, wzrasta też mobilność. Jednak fakt ten, został wytłumaczony tym, że początkowo przy niewielkiej liczbie zakażeń, gwałtownie obniżyła się mobilność. Częściowo spowodowane było to licznymi ograniczeniami wprowadzonymi przez władze państwowe. Jednak z czasem nastąpiło tzw. odmrażanie gospodarki, a społeczeństwo zwiększało mobilność.
6. Pierwsze dwa tygodnie pandemii charakteryzowały się silną korelacją. W przypadku mobilności pieszej współczynnik korelacji liniowej wyniósł $-0,846$, a dla mobilności pojazdami $-0,895$.
7. W miarę poznawania choroby, a także rozpoczętego szczepienia przeciwko COVID-19 społeczeństwo zaczęło oswajać się z pandemią, co spowodowało, że ludzie coraz mniej zaczęli uzależniać swoje decyzje o mobilności od stanu rozwoju pandemii.

Konkludując, przeprowadzone badania w niniejszym opracowaniu potwierdzają przeprowadzone wcześniejsze i początkowe analizy przez różnych badaczy i ekspertów, a postawione hipotezy zostały zweryfikowane. Warto również przeprowadzić dalsze badania w obszarze wpływu pandemii na mobilność mieszkańców z perspektywy czasu, w tym oceny badanej społeczności dotyczącej własnych decyzji w zakresie mobilności i działań władz krajowych odnośnie wszelkich ograniczeń.

Bibliografia

- Borkowski B., Jazdzewska-Gutta M., Szmelter-Jarosz A., 2020: Mobilność mieszkańców Polski w czasie epidemii koronawirusa. Wyniki Badań, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Sopot.
- Bryniarska Z., Kuza A., 2021: Analiza wpływu Covid-19 na funkcjonowanie transportu pasażerskiego, *Transport miejski i regionalny*, 10, 7.
- Buda A., Jarynowski A., 2010: Life time of correlations and its applications vol. 1, Independent Publishing, Głogów, 8–10.
- COVID-19 a zmiany w trendach dotyczących przemieszczania się, Google, [źródło elektroniczne] <https://www.google.com/covid19/mobility/> [dostęp: 11.10.2022].
- Dong E., Du H., Gardner L., 2020: An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time, *Lancet Infectious Diseases*, 20(5), 533–534.
- Duszyński J., Afelt A., Ochab-Marcinek A., Owczuk R., Pyré K., Rosińska M., Rychard A., Smiatcz T., 2020: Zrozumieć COVID-19, Opracowanie zespołu ds. COVID-19 przy Prezesie Polskiej Akademii Nauk, Polska Akademia Nauk.
- Golonka N., b.d.: Współczynnik korelacji r-Persona, Predictive Solutions, [źródło elektroniczne] <https://predictivesolutions.pl/wspolczynnik-korelacji-r-pearsona> [dostęp: 10.10.2022].
- Hughes T., 2020: Poor, essential and on the bus: Coronavirus is putting public transportation riders at risk, *USA Today*, [źródło elektroniczne] <https://eu.usatoday.com/story/news/nation/2020/04/14/public-transportation-users-risk-coronavirusspreads-across-us/2979779001/> [dostęp: 10.10.2022]
- Koronawirus w Polsce (SARS-CoV-2), [źródło elektroniczne] <https://koronawirusunas.pl/> [dostęp: 11.10.2022].
- Ociepka P., 2021: Eksploracyjna analiza mobilności ludności w trakcie pandemii, [w:] M. Ziółko, D. Dziedzic (red.), *Transport i łańcuchy dostaw w czasie pandemii*, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa, 11–23.
- Smolarski M., Suszczewicz M., 2021: Wpływ pandemii COVID-19 na funkcjonowanie regionalnego transportu kolejowego obszarów przygranicznych – na przykładzie województwa dolnośląskiego (PL) i kraju libereckiego (CZ), *Czasopismo Geograficzne*, 92(1), 121–140.
- Taczanowski J., 2020: The influence of COVID-19 on international and long-distance passenger rail transport. The cases of Italy and Poland – the first observations, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 23(2), 14–19.
- Tarkowski M., Puzdrakiewicz K., Jaczewska J., Połom M., 2020: COVID-19 lockdown in Poland – changes in regional and local mobility patterns based on Google Maps data, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 23(2), 46–55.
- UITP, 2020: Public transport authorities and COVID-19: impact and response to a pandemic [źródło elektroniczne] <https://www.lek.com/sites/default/files/PDFs/COVID19-public-transport-impacts.pdf> [dostęp: 11.10.2022].
- Wielechowski M., Czech K., Grzęda Ł., 2020: Decline in Mobility: Public Transport in Poland in the time of the COVID-19 Pandemic, *Economies*, 8(4), 78.