

Wpływ pandemii COVID-19 na funkcjonowanie pasażerskiego transportu kolejowego

Janusz POLIŃSKI¹, Krzysztof OCHOCIŃSKI²

Streszczenie

W artykule przedstawiono sytuację przewozową na kolejach polskich podczas pierwszej i drugiej fali pandemii COVID-19. Scharakteryzowano rysujące się trendy w zakresie korzystania z transportu kolejowego. Wychodząc naprzeciw potrzebom rynku, transport kolejowy powinien być podatny na wszelkie rozwiązania techniczne, które ograniczałyby możliwość poziomego przenoszenia zarażeń, zarówno wśród podróżnych, jak i personelu przewoźników. Wskazano przykłady działań poprawiających pod tym względem bezpieczeństwo podczas przewozu, jako podstawowego warunku systematycznego powrotu podróżnych na kolej.

Słowa kluczowe: transport kolejowy, COVID-19, pasażerskie przewozy kolejowe

1. Wstęp

Pandemia COVID-19 spowodowała poważny wstrząs wywołujący na całym świecie niepożądane skutki gospodarcze. Negatywnie wpływa zarówno na pracę ludzi, jak i na funkcjonowanie instytucji i przedsiębiorstw bez względu na ich wielkość. Do branż najbardziej narażonych na skutki tego wpływu jest zaliczany transport, a w szczególności pasażerski i towarowy sektor kolejowy.

Na wielkość przewozów w transporcie pasażerskim negatywnie wpływa ograniczanie liczby przewożonych podróżnych oraz możliwość zakażenia personelu. Obawy przewoźników towarowych wzbudza spadek liczby zleceń, dłuższy czas realizacji płaćności oraz ograniczenia w ruchu międzynarodowym. Należy podkreślić, że problemy dotyczą wszystkich ogniw łańcuchów transportowych i dotyczą zarówno przedsiębiorstwa kolejowe, spedycyjne, logistyczne, a także nadawców oraz odbiorców. Konsekwencje finansowe poniosą także zarządcy infrastruktury kolejowej oraz operatorzy różnego rodzaju infrastruktury usługowej. Niniejszy artykuł dotyczy kolejowych przewozów pasażerskich.

Analizując perspektywiczne programy UE oparte na rozwoju kolei, wszelkie negatywne skutki pandemii należy rozpatrywać w kontekście strategii na rzecz zrównoważonego rozwoju transportu, spójności społecznej i gospodarczej, przechodzenia na czystą

mobilność i wysoką efektywność transportu. Transport kolejowy ma kluczowe znaczenie zarówno w realizacji wymienionych strategii, jak i osiągnięciu celów Zielonego Ładu, ponieważ jest najbardziej zrównoważonym i przyjaznym dla środowiska, rodzajem transportu. Niezależnie od tego, opóźnieniu mogą ulec prace związane z transformacją cyfrową lub pełnym otwarciem rynku kolejowego.

W dokumencie [9] wskazano, że (...) *Technologie i dane cyfrowe mają do odegrania ważną rolę w zwalczaniu pandemii. Mobilne aplikacje mogą usprawnić strategię ustalania kontaktów zakaźnych i wspierać organy odpowiedzialne za zdrowie publiczne w zakresie monitorowania i ograniczania rozprzestrzeniania się wirusa. Sztuczna inteligencja i robotyka mogą również pomóc w monitorowaniu utrzymywania dystansu fizycznego zgodnie z prawem ochrony danych lub w ułatwianiu dezynfekcji (...).*

Obserwując funkcjonowanie sektora transportu kolejowego w pierwszym kwartale 2020 roku stwierdzono, że zapotrzebowanie pasażerów na transport w 2020 r. będzie znacznie niższe od poziomu z 2019 roku.

Warto przytoczyć zapis [25], że (...) *aby złagodzić skutki pandemii, wdrażane są ambitne działania polityczne obejmujące wiele dziedzin. W tym kontekście obecne rozporządzenie ma na celu uzupełnienie istniejących ram w dziedzinie kolei, aby umożliwić organom krajowym i zainteresowanym stronom w sektorze kolejowym łatwiejsze radzenie sobie z szeregiem negatywnych skutków pande-*

¹ Dr inż.; emerytowany pracownik Instytutu Kolejnictwa; e-mail: jpolin53@vp.pl.

² Mgr inż.; Instytut Kolejnictwa, Zakład Dróg Kolejowych i Przewozów; e-mail: kochocinski@ikolej.pl.

mii COVID-19 oraz zaspokojenie pilnych potrzeb sektora kolejowego przez cały okres oddziaływania tych skutków. Środki te dotyczą w szczególności uchylenia, zmniejszenia lub odroczenia opłat za dostęp do infrastruktury kolejowej, a także uchylenia opłat za rezerwację. Obejmują one okres odniesienia od dnia 1 marca 2020 r. do dnia 31 grudnia 2020 r., w przypadku którego można zmienić opłaty w drodze odstępstwa od art. 27 dyrektywy 2012/34/UE, zgodnie z którym regulamin sieci (wraz z mającymi zastosowanie opłatami) publikuje się nie mniej niż na cztery miesiące przed składaniem wniosków o przyznanie zdolności przepustowej infrastruktury (...). Działania w tym kierunku poparły kolejowe organizacje branżowe [15, 20].

Inicjatywa Komisji Europejskiej zbiegła się w tym zakresie z działaniami podejmowanymi przez polskie Ministerstwo Infrastruktury. Warto wspomnieć o wprowadzonych działaniach, które miały na celu łagodzenie przewoźnikom skutków finansowych związanych z pandemią.

Na podstawie procedury SARS-Cov-2, narodowy zarządca infrastruktury kolejowej PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., zawiesił pobieranie opłat rezerwacyjnych za rezygnację z przyznanej przepustowości oraz pobieranie kar za uruchomienie przez przewoźników pociągów z innym pojazdem trakcyjnym, niż zaplanowany lub za zwiększoną masę brutto pociągu. Udogodnienia te miały na celu sprzyjanie działaniom przewoźników, dotkniętych skutkiem rezygnacji podróżnych z korzystania z usług przewozowych [22].

Celem artykułu jest przybliżenie sposobu działania transportu kolejowego podczas pandemii COVID-19, jak również przedstawienie wpływu wprowadzanych ograniczeń na rozwiązania techniczne, zmniejszające emisję wirusów w pojazdach i poprawiające bezpieczeństwo podróżowania.

Bez względu na istniejącą sytuację pandemiczną, rodzi się wiele pytań dotyczących przyszłości kolejowych przewozów pasażerskich. Jaka będzie rola tych przewozów w transporcie pasażerskim Polski? Czy pandemia wpłynie na rodzaje taboru przewozowego i plany jego zakupów? Jak potencjalni podróżni widzą korzystanie z usług kolei w przyszłości i jak się to będzie miało do obowiązujących strategii rozwoju? Podobnych pytań pojawia się więcej, a niepokoje związane z przyszłością dotyczą zarówno funkcjonujących spółek przewozowych, władz państwowych, jak również szerokiej rzeszy potencjalnych podróżnych.

2. Funkcjonowanie pasażerskiego transportu kolejowego w okresie pandemii

Na skutek pierwszej fali pandemii, kolejowy transport pasażerski i towarowy uległ znacznemu zmniejszeniu ze względu na wprowadzone ograniczenia i niższy popyt. Tymczasowe ograniczenia, dotyczące połączeń

między państwami członkowskimi UE, wywarły duży wpływ na ten sektor: zawieszono większość międzynarodowych pociągów pasażerskich, a krajowe przewozy osób znacznie zmniejszyły się w porównaniu do danych z 2019 roku. To przełożyło się również na spadki przychodów zarządcy infrastruktury kolejowej, który odpowiada za utrzymanie sieci kolejowej i inwestycje.

Wiele podmiotów, wchodzących dopiero na rynek kolejowy, musiało zaprzestać działalności, a kolejowe przedsiębiorstwa przewozowe, o ugruntowanej pozycji na rynku, odnotowały straty w usługach transportowych [25]. W ujęciu krajowym, kolejowe przewozy pasażerskie okazały się w miarę odporne na trudności w okresie pandemicznego kryzysu. Pociągi jednak jeździły, chociaż w ograniczonym zakresie, a usługi kolejowe były prowadzone z zachowaniem wszelkich środków ostrożności. Ta odporność kolei ma ogromne znaczenie dla gospodarki regionalnej, krajowej i unijnej.

W I kwartale 2020 roku zaobserwowano powszechną rezygnację ludności z usług transportu zbiorowego, wskutek czego zmniejszyła się wielkość przewozów kolejowych. Pomimo ogłoszonego stanu epidemii, wszyscy przewoźnicy kolejowi przewozów pasażerskich, utrzymali przewozy w relacjach krajowych. Ponieważ znacznie ograniczono dalekobieżne przewozy autokarowe, część osób zaczęła korzystać z transportu kolejowego. Pomimo tego, liczba osób korzystających w ciągu doby z usług kolei była rekordowo niska (rys. 1). Jak stwierdził Urząd Transportu Kolejowego (UTK), w tym okresie w niektórych regionach liczba przewiezionych podróżnych była mniejsza o 95% w porównaniu do wielkości przewozów sprzed roku. (...) W szczycie przewozowym wyniosła ona około 16%, a poza szczytem 9%. W weekendy kształtowała się na poziomie około 7–8%. Najniższą dotąd średnią dobową frekwencję odnotowano w Niedzielę Wielkanocną, 12 kwietnia – było to zaledwie 4,5% (...) [22]. Skutkowało to ograniczeniem liczby uruchamianych pociągów.



Rys. 1. Powszechny widok peronu kolejowego podczas pierwszej fali pandemii [fot. A. Szkocki]

Według danych UTK, dziennie uruchamiano średnio około 65% pociągów pierwotnie przewidywanych w rozkładzie jazdy, a niektórzy przewoźnicy kolejowi wprowadzali specjalne rozkłady jazdy. Już wówczas przewidywano, że taka sytuacja będzie miała duży wpływ na rentowność kolei. Przewoźnicy realizujący przewozy w ramach umów PSO znacznie ograniczyli liczbę połączeń i częstotliwość kursowania na skutek spadku popytu na przewozy. Jednocześnie (...) na obszarze Polski całkowicie zawiesili działalność: Leo Express (uruchamiający przewozy w relacji Praha Hl. N. – Kraków Główny na podstawie przyznanej decyzji o otwartym dostępie), České dráhy (uruchamiający połączenia na trasie Jindřichov ve Slezsku – Gluchořazy – Mikulovice w ramach umowy międzynarodowej) oraz ODEG Ostdeutsche (uruchamiający połączenia na trasie Hagenwerder – Krzewina Zgorzelecka – Hirschfelde w ramach umowy międzynarodowej). (...). W marcu 2020 r. odwołano ogółem 2338 pociągów na sieci kolejowej narodowego zarządcy infrastruktury, o 1353 pociągi więcej niż w analogicznym okresie 2019 r. Największą liczbę pociągów odwołał przewoźnik ODEG Ostdeutsche (785 pociągów, 33,6% wszystkich odwołanych pociągów). W tym samym czasie przewoźnik POLREGIO odwołał 480 pociągów, Koleje Dolnośląskie 343 pociągi, PKP Intercity S.A. 153 pociągi, České dráhy 137 pociągów, Koleje Śląskie 113 pociągów, Koleje Mazowieckie i Koleje Wielkopolskie po 108 pociągów. Pozostali przewoźnicy poniżej 100 pociągów (...) [22].

Sytuację po pierwszej fali pandemii trafnie opisano w [10]: (...) W transporcie kolejowym głęboki spadek przewozów wystąpił na relacjach międzyregionalnych i międzynarodowych obsługiwanych przede wszystkim przez PKP Intercity, a także w ruchu regionalnym, obsługiwanych przez wielu przewoźników (...).

W miesiącach wakacyjnych widoczny był powrót pasażerów na kolej. Wzorem lat ubiegłych, podróżni zaufali kolei, planując urlopowe wyjazdy. Systematycznie wzrastały codzienne podróże pomiędzy miejscem zamieszkania i miejscem pracy, a przewoźnicy wznowili część połączeń, aby zagwarantować odpowiednią ofertę przewozową. Liczby odwołanych pociągów w poszczególnych miesiącach III kwartału 2020 r. zamieszczono w tablicy 1.

W III kwartale 2020 roku przewoźnicy uruchomili łącznie ponad 419 tys. pociągów pasażerskich, czyli o ponad 104 tys. pociągów więcej niż w II kwartale, w którym odczuwało się wiosenny lockdown i jego skutki (w tym samym czasie odwołano 2,9 tys. składów osobowych) [18].

Według danych UTK, po trzech kwartałach 2020 r. wynik w sektorze pasażerskim był mniejszy o 33%, niż w tym samym okresie przed epidemią, w którym przewieziono łącznie 164,9 mln pasażerów [24]. Z prognozy frekwencji w pociągach, opracowanej przez Prezesa UTK wynikało, że w końcu 2020 roku liczba pasażerów kolei powinna zawierać się między 208 a 240 mln. W porównaniu z 2019 r. epidemia zmniejszyła liczbę podróżnych korzystających z usług kolei o około 100 mln [6].

Pomimo wprowadzenia wielu ograniczeń związanych z przemieszczaniem się, można stwierdzić, że pandemia COVID-19 potwierdziła wcześniejsze tezy, mówiące o systemie kolejowym jako najbardziej odpornym na zakłócenia wywołane pandemią. Bez kolei, komunikacja publiczna, zwłaszcza na obszarach pozamiejskich, w wielu regionach nie byłaby dostępna. Informacje dotyczące punktualności pociągów w III kwartale 2020 roku zamieszczono w tablicy 2.

Tablica 1

Liczba odwołanych pociągów w III kwartale 2020 roku

Parametr	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	III kwartał
Liczba pociągów odwołanych	991	1013	912	2916

[Opracowano na podstawie danych z Urzędu Transportu Kolejowego (UTK)].

Tablica 2

Dane o punktualności pociągów pasażerskich w III kwartale 2020 roku

Parametr	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	III kwartał
Punktualność przyjazdu przy opóźnieniach powyżej 5 min 59 s	94,33%	93,64%	93,83%	93,93%
Liczba pociągów uruchomionych ogółem	139 927	138 606	140 942	419 475
Liczba pociągów punktualnych ogółem	114 404	111 794	112 845	339 043
Pociągi opóźnione do 5 min 59 s	17 588	18 001	19 398	54 987
Pociągi opóźnione od 6 min do 59 min 59 s	7 525	8 358	8 271	24 154
Pociągi opóźnione od 60 min do 119 min 59 s	296	352	319	967
Pociągi opóźnione od 120 min	114	101	109	324

[Opracowano na podstawie danych z Urzędu Transportu Kolejowego (UTK)].

3. Trendy w zachowaniu potencjalnych podróżnych i ich wpływ na prognozy przewozowe

W 2019 r. liczba podróżnych przewiezionych koleją osiągnęła niemal 336 mln osób. Interesujące informacje pod względem pasażerskich przewozów kolejowych w 2020 roku określono przez UTK [6]. W prognozie liczby pasażerów przewożonych przez transport kolejowy przyjęto cztery warianty.

- W wariantcie pierwszym (optymistycznym) do III kw. 2020 roku założono wyhamowanie tendencji spadkowej. Dla listopada i grudnia przewidziano wyhamowanie obserwowanej niewielkiej tendencji wzrostowej. W tym wariantcie liczba pasażerów kolei na koniec roku może osiągnąć 240 mln osób.
- W wariantcie drugim przyjęto wyniki za 2019 r. pomniejszone o odchylenie standardowe z okresu styczeń – sierpień 2020 r. dla pozostałych miesięcy roku. Wariant ten przewiduje wielkość przewozów na poziomie 231 mln. osób.
- W wariantcie trzecim zakładany scenariusz przewiduje spadek liczby podróżnych w okresie wrzesień – grudzień, podobny do tego jaki miał miejsce między styczniem i sierpniem. W tym wariantcie wielkość przewozów może wynieść 220 mln. osób.
- W wariantcie czwartym (pesymistycznym) przewidywano zmniejszenie liczby podróżnych w listopadzie i grudniu podobne do spadków w kwietniu i w maju, a całkowitą wielkość przewozów w 2020 roku oszacowano na 208 mln. osób.

Wartości spadków dla całego roku w stosunku do 2019 r. wyniosły odpowiednio od blisko 29% w wariantcie optymistycznym do ponad 38% w wariantcie pesymistycznym. Porównanie tych założeń ze stanem rzeczywistym pozwala stwierdzić, że najbliższy rzeczywistości był wariant czwarty. Według danych UTK [30], w ubiegłym roku kolej przewiozła 209,2 mln osób. Ten wynik był o 126,7 mln osób mniejszy niż w 2019 roku.

Pandemia wywarła duży wpływ na wielkość przewozów. Prognozowany już w czasie pierwszej fali pandemii spadek o około 100 mln podróżnych w stosunku do 2019 roku, pokazuje skalę oddziaływania ograniczeń wywołanych epidemią. Należy przy tym zauważyć, że intratne oferty przewoźników kolejowych, zapewniające bezpieczeństwo i wygodę podróżowania, potrafią przyciągnąć podróżnych. Wskazują na to wyniki z kolejnych miesięcy i wzrastająca liczba podróżnych od 6 mln w kwietniu 2020 roku do 20 mln w sierpniu 2020 r. [6]. Ograniczenia transportowe, wprowadzone w trakcie pierwszej i drugiej fali pandemii, zmieniły dotychczasowe podejście do roli transportu publicznego. Potrzeba zachowania dystansu,

jako ochrony przed zagrożeniem, będzie obowiązywała dłużej niż obecna pandemia.

Rewolucyjna dla transportu może stać się praca zdalna. Statystyki dotyczące pracy zdalnej przed pandemią informowały tylko o kilku procentach zatrudnionych, czyli jest trzy razy mniej niż w najbardziej rozwiniętych krajach Europy, nie mówiąc już o USA, gdzie ta forma pracy zaczęła upowszechniać się już w końcu lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia. W obecnych czasach, zabieganie o dobrego fachowca bardzo często łączy się z zapewnieniem jemu mieszkania i odpowiednio wysokiego uposażenia. W niemieckim modelu natomiast, częstymi przypadkami były codzienne dojazdy pracowników z odległości nawet od 150 do 200 km. Dojazd ułatwiała kolej dużych prędkości oraz zwrot kosztów przejazdów. Z tego powodu wiele firm poszukiwało przede wszystkim pracowników z najbliższej okolicy.

Zamrażanie gospodarki i życia społecznego w wielu przypadkach postawiło firmy przed faktem dokonanym. Wydana w marcu 2020 roku ustawa o przeciwdziałaniu COVID-19 [31], wprowadzała zapis mówiący o okresie 180 dni, w trakcie których pracodawca mógł polecić swoim pracownikom pracę poza miejscem jej stałego wykonywania. Wraz z rozwojem pandemii okres ten przedłużano, zastępując go tzw. modelem hybrydowym, w którym część pracowników pracowała zdalnie, a część w biurze. Ten rodzaj pracy jest systematycznie przedłużany.

Analitycy rynków pracy opisują nowe zjawisko dotyczące rynków pracy. Dzięki pracy zdalnej, firmy z dużych miejscowości nie poszukują pracowników z najbliższej okolicy, ponieważ zdalnie można zatrudnić osoby z innych regionów, bardzo często o mniejszych wymaganiach płacowych. Dotyczy to także siedzib firm, które w takich warunkach mogą być mniejsze i mniej okazałe. Oprócz pracy zdalnej, w wielu firmach pojawiło się nowe zjawisko dotyczące procesów dydaktycznych związanych z kształceniem na odległość. Zapewne forma ta w odniesieniu do części nauczania utrwali się na dłużej. Te zachowania, dotąd nie praktykowane, mają duży wpływ na wielkość przewozów [21].

Istotnym czynnikiem, wpływającym na wielkość przewozów, są nastroje potencjalnych podróżnych oraz ich opinie. Interesującym opracowaniem na ten temat jest raport Klastra Luxtorpeda 2.0, przedstawiający wyniki badań podróżnych [14]. Ze wszystkich zapytanych osób, około 57% zadeklarowało, że przed wybuchem pandemii, z kolei korzystało co najmniej raz w tygodniu, natomiast 22,2% z tego środka transportu korzystało kilka razy w miesiącu.

Respondentów zapytano również, czy będą korzystać z przewozów kolejowych w czasie drugiej fali pandemii (rys. 2). Do takich podróży negatywnie odniosło się 8,4% osób, natomiast 40,9% ankietowanych

optymistycznie stwierdziło, że z tego środka transportu będzie korzystać co najmniej raz w tygodniu. Respondenci jasno zadeklarowali, że wzrost zachorowań nieznacznie wpłynie na ich decyzje o podróży koleją w Polsce.



Rys. 2. Puste perony przystanku osobowego SKM Warszawa podczas drugiej fali pandemii [fot. M. Szymajda, Rynek Kolejowy]

Ankietowani mieli również wskazać dodatkowe okoliczności po wygaśnięciu pandemii, które skłoniłyby ich do korzystania z kolei na terenie Polski. W pytaniu istniała możliwość zaznaczenia kilku odpowiedzi. Najwięcej osób wybrało opcję „poprawa oferty przewozowej (zwiększenie liczby połączeń oraz dogodny rozkład jazdy)”, na co wskazało 27,7% odpowiadających. W drugiej kolejności respondenci wybierali odpowiedź „niższe ceny biletów” – 18,4%.

Respondenci byli także proszeni o określenie ich najczęstszego celu podróży koleją: aż 58,8% respondentów wskazało, że jest to dojazd do pracy lub szkoły, cele prywatne – 23,4% znalazły się na drugim miejscu. Najrzadziej wskazywano na turystykę (10,0%) i podróże służbowe (7,8%). W odniesieniu do wyjazdów służbowych istotna jest polityka pracy, która w wielu przypadkach coraz częściej jest oparta na pracy zdalnej i kontaktach zewnętrznych realizowanych w ten sposób.

Warto także zacytować fragment opracowania dotyczący oceny bezpieczeństwa i identyfikacji ryzyka. (...) *Oceniając bezpieczeństwo podróży pociągiem (...) ankietowani najczęściej wskazywali na neutralną ocenę bezpieczeństwa podróży koleją (29,6%). Bardziej optymistyczną ocenę (...) wskazywało 22,3% badanych, natomiast pesymistyczną ocenę (...) wskazało 20,6% ankietowanych (...). Wśród obszarów stanowiących największe zagrożenie w trakcie podróży pociągiem, zdecydowanie najczęściej wskazywano „Tłok w pociągu” (52,4%) oraz „nieprzestrzeganie obostrzeń przez pasażerów” (49%), co pozwala wyciągnąć wniosek, że w opinii pasażerów największym zagrożeniem*

dla ich bezpieczeństwa są inni pasażerowie oraz ich zachowania (...) [14].

4. Zachowania podróżnych i nowe potrzeby jakościowe dotyczące suprastruktury

Wstępne analizy transportu zbiorowego w Europie wskazują, że spadek popytu na ten segment przewozów pasażerskich będzie miał trwały charakter. Nastąpi to wskutek znacznie szerszego niż dotychczas wykorzystywania przez pracodawców pracy zdalnej, a także strachu przed korzystaniem z eksploatowanych dotychczas środków przewozowych i ich wyposażenia technicznego. Pandemia spowoduje także różnego rodzaju zmiany w zakresie podaży.

Wiele przedsiębiorstw przewozowych jeszcze przed pandemią organizowało przetargi na zakup nowego taboru przewozowego. Proces realizacji zamówień jest długotrwały. Z wiadomych względów przetargi nie mogły uwzględnić wielu całkiem nowych wymagań, które pojawiły się w okresie pandemii. Wymagania te są precyzowane nie tylko w odniesieniu do pandemii COVID-19, ale również ze względu na podobne zagrożenia, które mogą mieć miejsce w przyszłości. Dotyczy to m.in. stosowania w pojazdach pasażerskich:

- światła promieni UV-C do ograniczania rozprzestrzeniania się wirusów,
- specjalnych systemów wentylacji i klimatyzacji,
- specjalnych powłok do pokrywania ścian, poręczy lub przycisków w pojazdach zabezpieczających przed osadzaniem się bakterii i wirusów (tzw. samodezynfekujące się powierzchnie),

a także:

- zmiany norm dotyczących dopuszczalnej pojemności pojazdów, rozplanowania ich wnętrza i możliwości odpowiedniego układu miejsc siedzących.

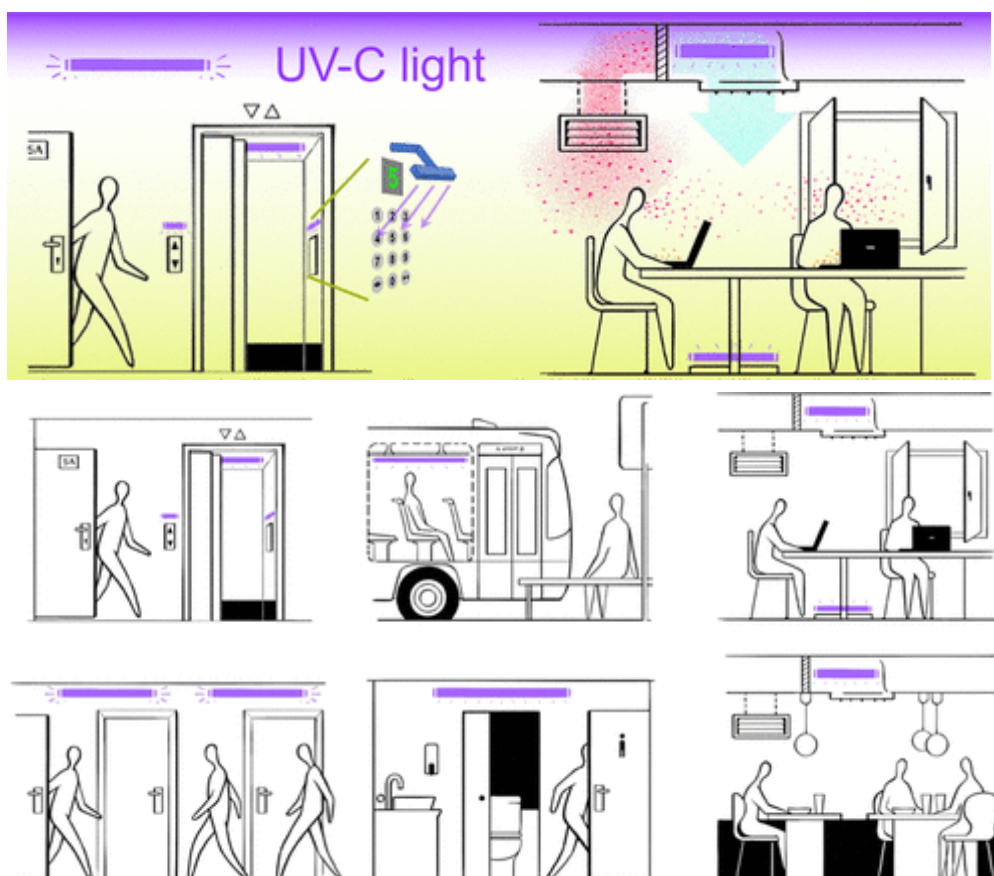
4.1. Światło UV-C ograniczające rozprzestrzenianie się wirusów

Światło UV-C jest powszechnie stosowane do sterylizacji. Ta krótkotrwała, łatwa do wdrożenia i niedroga metoda, powinna być rozpowszechniana także w miejscach publicznych, np. w pociągach (toalety, przestrzeń pasażerska podczas postojów na stacjach zwrotnych itp.). W celu zapobiegania przenoszeniu wirusów, powszechnie stosuje się proste środki: częste mycie rąk, maski na twarz i inne fizyczne bariery. Skuteczność tych środków może być ograniczona, szczególnie we wspólnych przestrzeniach wewnętrznych, w których oprócz przenoszenia wirusów drogą

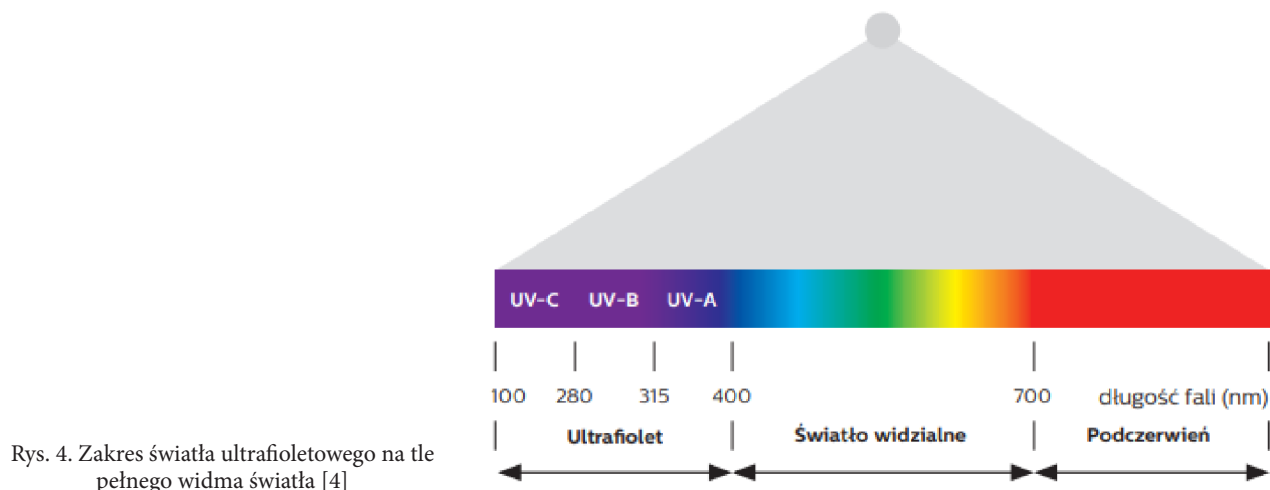
powietrzną, mogą również pośredniczyć w transmisji wirusów niewielkie elementy pojazdów, takie jak przyciski, klamki drzwi i poręcze. Z tego względu konieczne są dodatkowe środki ograniczające przenoszenie wirusów, gdy nastąpi powrót do szkół i uczelni co zwiększy liczbę bezpośrednich kontaktów.

Wśród dostępnych alternatyw, światło UV-C spełnia wymagania szybkiego, powszechnego oraz ekonomicznie opłacalnego zastosowania. Jego wdrożenie jest ograniczone jedynie obecnymi mocami produkcyjnymi, których zwiększenie wymaga szybkiej interwencji przemysłu i władz. Należy podkreślić, że światło UV-C zabija 99,9% wirusów COVID-19 w ciągu kilku sekund [1]. Może więc wydatnie pomóc w ograniczeniu jego rozprzestrzeniania. Światło można bezpiecznie stosować w miejscach o dużym natężeniu ruchu – w szpitalach, środkach transportu lub w szkołach (rys. 3). W Chinach światło UV jest już szeroko stosowane do dezynfekcji autobusów i innych przedsiębiorstw publicznych. W najbliższym czasie ten sposób dezynfekcji może być wykorzystywany znacznie częściej. Ta technologia będzie szeroko udostępniana firmom oświetleniowym [23].

Promieniowanie ultrafioletowe (UV) jest niewidoczne dla ludzkiego oka i dzieli się na promieniowanie UV-A, UV-B oraz UV-C. Długość fal promieniowania UV-C mieści się w zakresie od 100 do 280 nm. Najsilniejsze działanie bakteriobójcze mają fale o długości 265 nm. Niskociśnieniowe promienniki UV-C, produkowane przez różne firmy oświetleniowe, emitują głównie fale o długości 254 nm, których oddziaływanie na DNA wynosi 85% tzw. wartości szczytowej. Dzięki temu są niezwykle skuteczne w rozkładaniu DNA i RNA mikroorganizmów. Oznacza to, że bakterie i wirusy nie mogą się replikować i powodować chorób. Warto podkreślić, że ta technologia znalazła zastosowanie wszędzie tam, gdzie istnieje ryzyko zanieczyszczenia mikrobiologicznego. Jest stosowana bezpiecznie i skutecznie od ponad 40 lat. Nie znalazła jak dotąd zastosowania w pasażerskich pojazdach kolejowych, ale w związku z dążeniami do bezpieczeństwa tej gałęzi transportu, tego typu ochrona powinna być brana pod uwagę przez producentów taboru przewozowego. Na rysunku 4 pokazano zakres długości fali światła UV na tle pełnego widma światła.



Rys. 3. Światło UV-C w scenariuszach z życia codziennego [1]



Rys. 4. Zakres światła ultrafioletowego na tle pełnego widma światła [4]

Obecnie ta metoda już została wdrożona w nowojorskim metrze [28] i jest wdrażana w pociągach podmiejskich Nowego Jorku. Z uwagi na to, że tabor przewozowy nie był wyposażony w specjalne lampy UV-C, stosuje się sprzęt przenośny podczas nocnych postojów pociągów. Prace w tym zakresie są prowadzone przez Centrum Badań Radiologicznych Uniwersytetu Columbia. Jednym z ich efektów ma być opracowanie rozwiązań stałego wyposażenia szynowego taboru przewozowego [28].

4.2. Specjalne systemy wentylacji pociągów pasażerskich i ich obsługi

Wentylacja przestrzeni wagonów pasażerskich jest istotnym sposobem zmniejszenia koncentracji wszelkich patogenów zawieszonych w powietrzu. Istnieją dowody na to, że osoby które przebywają w pomieszczeniu słabo wentylowanym, są bardziej narażone na ryzyko zachorowania niż osoby znajdujące się w dobrze wentylowanym pomieszczeniu. Wynika to z faktu, że osoby przebywające w niedostatecznie wentylowanym pomieszczeniu są narażone na większe stężenie patogenów unoszących się w powietrzu, a ryzyko powiększa się wraz z czasem przebywania w takim środowisku. Ograniczenie ryzyka infekcji drogą powietrzną jest możliwe przez:

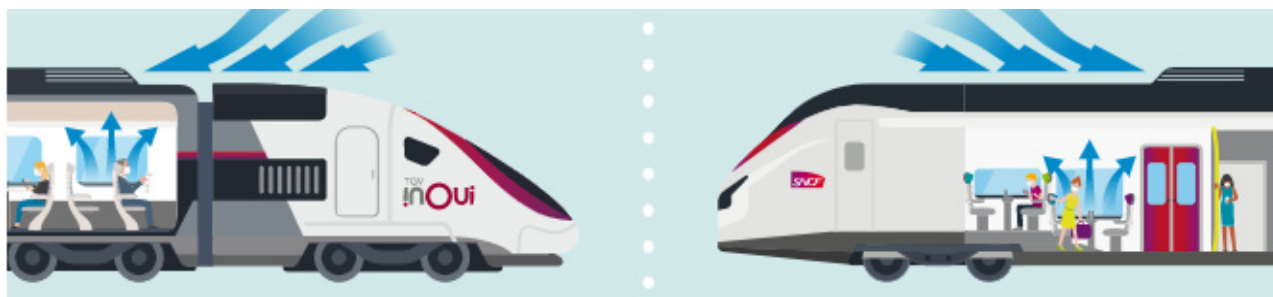
- skrócenie czasu spędzonego w danej lokalizacji, co niestety nie jest możliwe w przypadku jazdy pociągiem na większą odległość,
- zmniejszenie stężenia materiału zakaźnego w powietrzu znajdującym się wewnątrz wagonu,
- zmniejszenie ryzyka rozprzestrzeniania się wirusów przez regularne mycie rąk, czyszczenie powierzchni i ograniczenie osadzania się cząstek zakaźnych

Wydajność i skuteczność wentylacji odgrywają rolę zarówno w ekspozycji na cząstki zakaźne, jak i w szybkości ich depozycji [29]. Przykładowo, Francuska Wysoka Rada ds. Zdrowia Publicznego (HCSP) wydała dwa zalecenia dotyczące COVID-19, które należy prze-

strzegać także w pociągach. Określają one, że należy używać powietrza zewnętrznego do wymiany powietrza wewnętrznego tak często, jak to możliwe oraz preferować systemy z pośrednim przepływem powietrza.

Wysokowydajne systemy wentylacyjne, stosowane w nowoczesnych pociągach, spełniają pierwsze zalecenie, ponieważ rutynowo wymieniają powietrze wewnętrzne z powietrzem zewnętrznym. System wentylacyjny filtruje zassane powietrze z wnętrza pociągu, a następnie miesza z przefiltrowanym powietrzem spoza pociągu. Ta mieszanina jest podgrzewana lub chłodzona (w zależności od pory roku) i rozprowadzana wewnątrz pociągu. Dokładna proporcja powietrza zewnętrznego różni się w zależności od rodzaju pociągu. Na przykładzie szybkich TGV INOUI i OUIGO mieszanka zawiera około 1/3 powietrza zewnętrznego i 2/3 powietrza wewnętrznego, które jest ponownie filtrowane co trzy minuty. Oznacza to, że cała objętość powietrza jest wymieniana co dziewięć minut. W pociągach regionalnych TER mieszanka zawiera średnio 40% powietrza zewnętrznego i 60% powietrza wewnętrznego, więc cała objętość powietrza jest wymieniana co pięć do ośmiu minut, w zależności od typu konstrukcyjnego pociągu [14].

Drugim zaleceniem, dotyczącym zdrowia publicznego, jest unikanie bezpośredniego przepływu powietrza. Ekspert francuscy zastanawiali się, czy bezpośredni przepływ powietrza może rozprzestrzeniać COVID-19 przez wypychanie kropelek od osoby zakażonej w kierunku innych osób i przenoszenie na nie wirusa (jeśli nie noszą masek). Ponieważ w pociągach eksploatowanych we Francji nie ma bezpośredniego przepływu powietrza, wykluczono taki scenariusz. W celu zapewnienia pasażerom wygody, w pociągach SNCF wykorzystywane są lekkie, pośrednie przepływy, kierujące powietrze od podłogi w górę, co zmniejsza ryzyko zarażenia. Jednocześnie częściej są wymieniane filtry powietrza i dezynfekowane jego wloty i kanały instalacyjne (rys. 5).



Rys. 5. Powietrze z urządzeń wentylacji lub klimatyzacji jest tłoczone od dołu w kierunku sufitu wagonu, aby ograniczyć możliwość poziomej ekspozycji wirusa [14]

Jednocześnie, wiele grup specjalistów od systemów klimatyzacji doskonalą systemy odfiltrowywania cząsteczek tak małych jak koronawirus. Jest to w pierwszym rzędzie wykorzystywane w kajutach statków wycieczkowych, ale znajdzie także zastosowanie do klimatyzacji przedziałów pasażerskich w wagonach [27].

W Polsce, producenci pasażerskiego taboru kolejowego powszechnie eksploatowanego przez spółki kolejowe, opracowali rekomendacje dotyczące używania ogrzewania, wentylacji oraz klimatyzacji zainstalowanej w pociągach. Jest to pomocne dla firm przewozowych, ponieważ brakuje w tym względzie odpowiednich aktów prawnych. Wprowadzane ograniczenia dotyczą liczby pasażerów i obowiązku zakrywania przez nich nosa oraz ust. Regulacje nie odnoszą się do użytkowania systemów klimatyzacji. Przykładem może być PESA Bydgoszcz S.A., która w rekomendacjach zawarła następujące zapisy [3]:

- Przed rozpoczęciem przewozu pasażerów należy wstępnie ogrzać lub schłodzić wnętrze pojazdu, celem ograniczenia trybu pracy zamkniętego obiegu powietrza, gdy występuje duża różnica pomiędzy temperaturami zadaną i zmierzoną (tzw. delta).
- Należy częściej niż zwykle wymienić filtry.
- Jeżeli stosowane filtry są klasy G3, można wymienić filtry na klasę G4 (na czas pandemii). Jeżeli to możliwe, dopuszcza się czasową zmianę filtrów na klasę ePM10 $\geq 50\%$ z tym, że filtry muszą być kontrolowane pod względem zanieczyszczenia i zdecydowanie częściej wymieniane. Przy ich wymianie należy zachować ostrożność i stosować środki ochrony osobistej, aby chronić drogi oddechowe oraz oczy.
- Zaleca się co najmniej cotygodniowe oczyszczanie systemu klimatyzacji (wnętrza klimatyzatorów i kanałów) za pomocą ozonatorów (o dużej wydajności), lamp UV, specjalistycznych środków che-

micznych zgodnie z instrukcjami producentów tych środków.

- Zaleca się codzienne (po zakończeniu i przed rozpoczęciem pracy przewozowej) załączanie urządzeń HVAC³ w trybie ogrzewania tak, aby przez kanały popłynęło powietrze o maksymalnie wysokiej temperaturze. W przypadku ogrzewania opartego na urządzeniach ogrzewających wodę, należy przestawić agregat w tryb pracy dogrzewacza (maksymalna temperatura wody), a także zamknąć dopływ świeżego powietrza.
- Zaleca się co najmniej dwukrotnie (w ciągu doby) dezynfekcję wnętrza przedziałów pasażerów i maszynisty oraz możliwie intensywne ich przewietrzanie po przeprowadzonych zabiegach higieniczno-sanitarnych.

Agencja Kolejowa UE wydała specjalne zalecenia w zakresie wentylacji wnętrza pojazdów oraz klimatyzacji i zamieściła je w specjalnej broszurze [2]. Wskazano w niej m.in.:

- w przypadku uszkodzonego systemu wentylacji wnętrza pociągu pasażerskiego, gdy jest to tylko możliwe, należy ewakuować pasażerów,
- nie należy wyłączać systemów wentylacji lub klimatyzacji podczas przewozu osób,
- jeżeli jest to możliwe, układ HVAC powinien być zasilany w 100% świeżym, zewnętrznym powietrzem,
- należy sprawdzić u producenta lub za pomocą testu, możliwość pracy urządzeń przy 100% zasilaniu świeżym, zewnętrznym powietrzem, a o ile to nie jest możliwe, dostosować odpowiedni dopływ świeżego powietrza oraz zapoznać się z zasadami konserwacji systemu,
- o ile istnieje możliwość otwierania okien, rygle powinny być odblokowane, aby w przypadku dużej

³ HVAC to branża inżynierii sanitarnej. Skrót powstał z zestawienia pierwszych liter angielskich słów oznaczających ogrzewanie, wentylację i klimatyzację (*heating, ventilation, air conditioning*).

liczby pasażerów lub uszkodzenia wentylacji, był możliwy dopływ świeżego powietrza,

- o ile trasa pociągu wiedzie przez długie tunele, w poszczególnych rodzajach pociągów należy podczas działania wentylacji przeprowadzić analizę przepływu powietrza w wagonach,
- należy ograniczyć wykorzystywanie przez system wentylacyjny tego samego powietrza,
- należy przestrzegać zaleceń w zakresie konserwacji i bieżącego utrzymania systemu HVAC wraz ze stosowaniem odpowiednich filtrów zalecanych przez producenta.

4.3. Materiały i powłoki zabezpieczające przed rozprzestrzenianiem się wirusów

Niektóre powierzchnie pojazdów jak np.: ściany, poręcze i uchwyty, przyciski urządzeń, klamki itp. działają jak przechowalnia mikroorganizmów, sprzyjająca przenoszeniu się chorób, które mogą rozprzestrzeniać się na każdego, kto zetknie się z takim elementem. Z tego powodu istotne jest rozwinięcie technologii, samoistnie radzących sobie z ograniczeniem możliwości przeniesienia choroby przez podróżnych, dotyczących zainfekowanych elementów.

Różne materiały, z których można wykonywać te elementy można modyfikować, aby uzyskać tzw. aktywność bakteriobójczą. Chemiczne lub fizyczne zmiany na powierzchni mogą wywołać efekt przeciwbakteryjny. Do materiałów można dodawać substancje chemiczne, takie jak antybiotyki lub biocydy, aby nadać im właściwości przeciwdrobnoustrojowe. Należy jednak zachować równowagę między tymi właściwościami oraz biokompatybilnością, ponieważ materiały będą w bezpośrednim kontakcie z organizmem użytkownika, co może budzić obawy dotyczące toksyczności.

Niektóre materiały mają wewnętrzne właściwości przeciwdrobnoustrojowe. Nie potrzebują obciążenia przeciwdrobnoustrojowego, aby wywierać swoją aktywność, ponieważ sam materiał ma naturalną zdolność eliminowania mikroorganizmów. Do najbardziej znanych naturalnych materiałów o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych należą metale: srebro, miedź i cynk oraz polimery, takie jak chitozan. W przypadku wielu metali o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych, forma jonowa wykazuje wyższą aktywność bakteriobójczą niż metal jako pierwiastek. Srebro i miedź są tego dobrymi przykładami. Powierzchnie wykonane z miedzi przeciwdrobnoustrojowej są już stosowane na całym świecie na lotniskach, dworcach kolejowych i w placówkach ochrony zdrowia. Umożliwiają redukcję rozprzestrzeniania się zakażeń, wspierając kluczowe środki kontroli zakażeń, takie jak dobra higiena rąk oraz regularne czyszczenie i dezynfekcja powierzchni [19].

Samodezynfekujące się powierzchnie, są krokiem naprzód w przyszłej polityce kontroli zakażeń. Należy

przeprowadzić więcej badań dotyczących powierzchni samoczynnie dezynfekujących się, aby w pełni wykorzystać ich potencjał w zakresie poprawy kontroli zakażeń i strategii bezpieczeństwa. Doniesienia o zastosowaniu tych materiałów w placówkach służby zdrowia pokazują obiecujące wyniki, a już wiele firm dostarczających produkty o właściwościach samodezynfekujących wskazuje, że inwestycja w profilaktykę może być najlepszym sposobem na ograniczenie ogromnego problemu rozprzestrzeniania się infekcji [16]. Należy podkreślić, że zastosowania tego typu rozwiązań w transporcie publicznym są niewielkie.

Powierzchnie aktywowane światłem są również przykładem niedawno opracowanych materiałów samodezynfekujących się. W ostatnim okresie różne firmy opracowały różnorodne powłoki antybakteryjne, dezynfekujące powierzchnie przed wirusami. Opracowano np. powłoki przeciwwirusowe, wykorzystując nanocząsteczki miedzi i innych metali. Zamiast metali, produkty powłoki mogą zawierać aktywny chlor stabilizowany innowacyjnym polimerem. Takie produkty można stosować do pokrywania ścian, podłóg, ścianek działowych i powierzchni na dworcach kolejowych, lotniskach oraz wagonach kolejowych. Powłoki są przezroczyste i można je natryskiwać lub malować bez uszkodzenia powlekanych powierzchni. Stabilizowany chlor ma na celu przedłużenie trwałości powłoki [12].

Latem 2020 roku nowoczesne zabezpieczenie wewnętrznych powierzchni taboru przewozowego zastosowały Koleje Śląskie, które wprowadziły trwałe zabezpieczenia antybakteryjne i antywirusowe swojego taboru. Dzięki współpracy z firmą produkującą takie powłoki, rozpoczęto proces pokrywania wszystkich pociągów (ponad 60 jednostek) specjalną powłoką, bazującą na nanocząsteczkach dwutlenku tytanu. Po aplikacji, trwale wiążą się one z podłożem, tworząc system powłok fotokatalitycznych, które uaktywniają się pod wpływem światła i w naturalnym procesie fizykochemicznym likwidują wirusy, bakterie, grzyby i pleśń [8]. Proces nanoszenia powłoki antybakteryjnej pokazano na rysunku 6.



Rys. 6. Nanoszenie powłoki antybakteryjnej na ściany wagonu [13]

Należy zauważyć, że po aplikacji specjalnego środka na powierzchnię, nanocząsteczki dwutlenku tytanu wnikają w jej strukturę, tworząc trwałą powłokę o właściwościach samodezynfekujących, która utrzymuje się przez minimum 12 miesięcy nawet na powierzchniach o dużej intensywności eksploatacyjnej, jak klamki czy włączniki. Oprócz właściwości antywirusowych i antibakteryjnych, nanocząsteczki oczyszczają także powietrze, neutralizują zapachy oraz likwidują lotne związki organiczne (LZO). Nie wnikają przy tym do organizmu i są całkowicie bezpieczne dla zdrowia ludzi i środowiska. Środek jest bezwonny, bezbarwny i całkowicie niewidoczny dla oka. Nie zmienia struktury i koloru powierzchni. Jego obecność i aktywność jest okresowo potwierdzana w specjalistycznych testach kontrolnych. Można stosować go na wszystkich rodzajach podłoża, takich jak szkło, stal, plastik, ceramika, tekstylia, a nawet beton lub drewno [8].

4.4. Inne rozwiązania techniczne ograniczające rozprzestrzenianie się wirusów

W ostatnim czasie wielu producentów taboru kolejowego rozpoczęło prace nad rozwiązaniami ograniczającymi rozprzestrzenianie się wirusów. Przykładem są, wyprodukowane przez firmę Siemens Mobility, dodatki do klamek drukowane w technologii 3D, m.in. do drzwi toalet i kabin maszynistów w nowych pociągach Łastoczka, eksploatowanych w aglomeracjach rosyjskich, a także w pociągach kolei dużych prędkości Sapsan. Elementy montowane na klamkach umożliwiają otwieranie drzwi łokciem lub przedramieniem, zmniejszając ryzyko rozprzestrzeniania się bakterii oraz wirusów [18]. Przykład klamki pokazano na rysunku 7.



Rys. 7. Uchwyt do otwierania łokciem drzwi wagonu lub kabiny maszynisty [7]

Systematycznie pojawiają się coraz to nowsze wymagania w stosunku do modernizowanego lub nowego kolejowego taboru przewozowego. Coraz częściej postuluje się zainstalowanie dodatkowych drzwi w kabi-

nie maszynisty, zapewniających wejście do kabiny bez konieczności przechodzenia wśród podróżnych.

W postępowaniach poprzedzających zakup nowego taboru coraz częściej wskazuje się na potrzebę, a wręcz konieczność instalowania w pojazdach fabrycznie montowanych dozowników na płyny dezynfekujące, zapewnienie swobodnego otwierania i zamykania wszystkich drzwi pociągu przez maszynistę, a także instalację pojemników do selektywnej zbiórki odpadów.

Trwają także prace nad nowym systemem otwierania drzwi za pomocą specjalnego przycisku uruchamianego stopą zamiast stosowanego obecnie przycisku przystosowanego do dłoni. Trudnością nie jest konstrukcja przycisku, lecz jego umieszczenie w pobliżu drzwi, zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz wagonu.

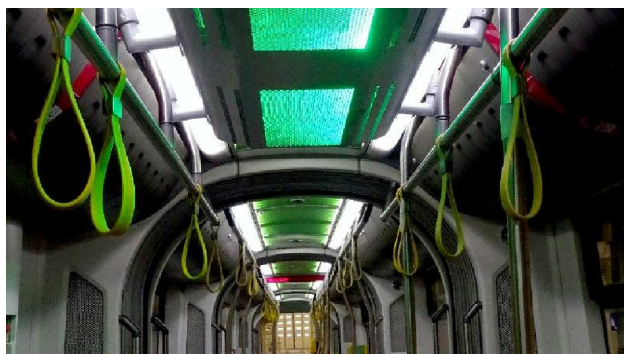
Doraźnym środkiem zabezpieczającym uchwyty i poręcze w środkach transportu jest folia biobójcza. To jest nowe, innowacyjne rozwiązanie przeciwko bakteriom, wirusom i grzybom, które namnażają się na różnych powierzchniach pojazdu. Folia ochronna jest przezroczysta, samoprzylepna i nadaje się do każdej powierzchni o wysokiej częstotliwości kontaktu. Jej działanie to hamowanie rozwoju drobnoustrojów i zapewnienie długotrwałej ochrony często dotykanych powierzchni. Gwarantuje użytkownikom wysoki standard higieny i bezpieczeństwa przez obniżenie ryzyka infekcji [26]. Poręcze pokryte folią pokazano na rysunku 8.



Rys. 8. Poręcze w wagonie pokryte folią antibakteryjną [26]

Interesujące urządzenia zamontowano na próbie w poznańskich tramwajach i autobusach. W trakcie jazdy, urządzenie podwieszone do sufitu (rys. 9) filtruje powietrze za pomocą układów filtracyjnych, usuwając wirusy, bakterie, alergeny, grzyby, roztocza i kurz. Podczas ruchu pojazdu powietrze jest wymieniane co kilkanaście minut. Skuteczność zastosowanych filtrów w „wyłapywaniu” cząstek wielkości koronawirusa COVID-19 wynosi co najmniej 99,99%. Dodatkowo, kiedy pojazd nie jest użytkowany, urządzenia dezynfekują

ją wewnątrz ozonem, który skutecznie usuwa nagromadzone wirusy, bakterie i alergenów także z powierzchni filtrów separujących powietrze [11].



Rys. 9. Urządzenie zamontowane na suficie wagonu tramwajowego w Poznaniu [11]

Oprócz opisanych rozwiązań technicznych, obecna pandemia postawiła przed konstruktorami pojazdów wiele wyzwań na przyszłość. Nowe rozwiązania funkcjonalne w tak powszechnie stosowanych elektrycznych lub spalinowych zespołach trakcyjnych powinny sprowadzać się do ochrony zarówno pracowników przewoźnika, jak i podróżnych. Wspomniane dodatkowe wejście z zewnątrz pojazdu do kabiny maszynisty, rozplanowanie wnętrza, umieszczenie uchwytów ograniczających możliwość skupiania podróżnych w jednym miejscu, czy wreszcie rozplanowanie miejsc siedzących, powinno być istotnym elementem wysiłku projektantów w nadchodzących latach. Wobec zapewne trwałego zjawiska mniejszej popularności transportu publicznego, większego znaczenia nabierze zapewnienie właściwego komfortu podróżowania, m.in. przez zmiany norm dotyczących dopuszczalnej pojemności pojazdów. Poza tym, kolej ma zasadnicze znaczenie dla dekarbonizacji sektora transportu i przyczynia się do ekologicznego ożywienia gospodarczego w UE [5].

Na tak kompleksowe działania powinni być otwarci producenci taboru przewoźowego. Wiąże się to także z podniesieniem kosztów pojazdów. Z tego względu, zwłaszcza przy dużych zamówieniach, powinien być wprowadzony prawny mechanizm ich weryfikacji jakościowej i ilościowej.

5. Podsumowanie

Działania, związane z reaktywacją działalności gospodarczej, budowaniem koncepcji rozwoju, a także przygotowaniem i wprowadzaniem reform systemowych oraz instytucjonalnych, wymagają inicjatywy ze środowisk eksperckich, w tym przedstawicieli nauki [10]. W obliczu bardzo dużych strat społecznych

i gospodarczych wywołanych pandemią COVID-19, co przekłada się na wielkość przewozów pasażerskich, działania innowacyjne na kolei (technika, technologia, organizacja), będą miały podstawowe znaczenie dla uzyskiwanych efektów przewozowych, ale nie prowadzących do takiego widoku, jak na rysunku 10.



Rys. 10. Zatłoczony pociąg Kolei Mazowieckich [źródło: Super Ekspres]

Ze względu na brak wiedzy dotyczącej perspektywy zakończenia trwającej pandemii, jak również możliwość powtarzania się podobnych zjawisk w przyszłości, przed konstruktorami taboru przewoźowego i organizatorami przewozów stają ważne zadania. Powinny one dotyczyć konstrukcji taboru przewoźowego, rozkładu i wyposażenia przestrzeni pasażerskiej wraz ze stosowaniem odpowiednich rozwiązań technicznych i technologicznych. Może to wpłynąć na weryfikację już złożonych zamówień na nowy tabor przewoźowy lub zakres jego modernizacji.

Rentowność transportu publicznego będzie się zmniejszała. Tabor przewoźowy będzie musiał być inaczej eksploatowany, co w wielu przypadkach będzie związane z mniejszymi zyskami. Nie można liczyć na to, że te środki transportu będzie można zastąpić innymi, tańszymi. Miastom nie uda się również rozciągnąć ciągów komunikacyjnych tak, aby każdy poruszał się indywidualnym transportem samochodowym [21], ograniczając wykorzystanie transportu publicznego. Z czasem rola transportu szynowego w przewozach pasażerskich będzie systematycznie rosła, chociaż trudno prognozować, kiedy ten transport osiągnie wyniki z 2019 roku.

Literatura

1. Back to Normal: An Old Physics Route to Reduce SARS-CoV 2 Transmission in Indoor Spaces [Powrót do normalności: stara fizyka ogranicza-

- jąca transmisję SARS-CoV-2 w pomieszczeniach zamkniętych], ACS Nano 2020, 14, 7704-7713, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.0c04596> [dostęp: 25.11.2020].
2. Co z klimatyzacją pojazdów podczas pandemii? Pesa opracowała rekomendacje, <https://www.rynek-kolejowy.pl/mobile/co-z-klimatyzacja-pojazdow-podczas-pandemii--96540.html> [dostęp: 02.12.2020].
 3. Covid-19 Information Bulletin, Ventilation in Railway Vehicles, European Union Agency for Railways, September, 2020.
 4. Do dezynfekcji włącz Philips UV-C. Broszura, <https://www.assets.signify.com/is/content/Signify/Assets/philips-lighting/poland/20201123-uvc-disinfection-luminaires-brochure-pl.pdf> [dostęp: 01.12.2020].
 5. Kolej ma zasadnicze znaczenie dla dekarbonizacji sektora transportu i przyczynia się do ekologicznego ożywienia gospodarczego w UE, <https://cor.europa.eu/pl/news/Pages/Rail-is-key-to-decarbonise-the-transport-sector-and-contribute-to-the-EU-s-green-recovery-.aspx> [dostęp: 24.11.2020].
 6. Kolej straci w tym roku przez pandemię około 100 mln pasażerów, Rynek Kolejowy, <https://www.rynek-kolejowy.pl/mobile/kolej-straci-w-tym-roku-przez-pandemie-ok-100-mln-pasazerow-98885.html> [dostęp: 26.11.2020].
 7. Koleje rosyjskie przetestują łączniki klamek drzwi opracowane przez firmę Siemens Mobility w celu poprawy środków higieny, <https://gudok.ru/news/?ID=1499967> [dostęp: 05.12.2020].
 8. Koleje Śląskie wprowadzają trwałe zabezpieczenia antybakteryjne i antywirusowe swojego taboru, <http://www.outsourcingportal.eu/pl/koleje-slaski-wprowadzaja-trwale-zabezpieczenia-antybakteryjne-i-antywirusowe-swojego-taboru> [dostęp: 05.12.2020].
 9. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Turystyka i transport w roku 2020 i w dalszej przyszłości. COM(2020) 550 final, Bruksela, dnia 13.5.2020 r.
 10. Logistyka i mobilność w okresie pandemii COVID-19. 13. tydzień 2020. Raport przygotowany przez międzyśrodowiskowy zespół „Sieć kompetencji TSL” pod kierownictwem prof. dr. hab. Wojciecha Paprockiego. Ekspertyza 1, Warszawa, 31 marca 2020 r.
 11. MPK testuje urządzenia filtracyjne, <https://www.poznan.pl/mim/info/news/mpk-testuje-urządzenia-filtracyjne,155734.html> [dostęp: 05.12.2020].
 12. New antimicrobial coating disinfects surfaces from virus [Nowa powłoka antybakteryjna dezynfekuje powierzchnie przed wirusami], <https://www.israel21c.org/new-antimicrobial-coating-disinfects-surfaces-from-virus/> [dostęp: 25.11.2020].
 13. Polska nanotechnologia podbija Europę w zabezpieczeniu antywirusowym, <https://ceo.com.pl/polska-nanotechnologia-podbija-europe-w-zabezpieczeniu-antywirusowym-19931> [dostęp: 05.12.2020].
 14. Raport: ruch pasażerski w czasie pandemii koronawirusa w transporcie kolejowym. Klaster Luxtorpeda 2.0, Warszawa, 2020, http://www.klasterluxtorpeda.pl/wp-content/uploads/2020/11/Raport_Ruch-pasa%C5%BCerski-w-czasie-pandemii-koronawirusa.pdf [dostęp: 26.11.2020].
 15. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/1429 z dnia 7 października 2020 roku, ustanawiające środki na rzecz zrównoważonego rynku kolejowego w związku z epidemią COVID-19, Dz.Urz. UE L 333/1 z 12.10.2020.
 16. Self-disinfecting surfaces and infection control (Samo-dezynfekujące powierzchnie i kontrola infekcji) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7127218/> [dostęp: 25.11.2020].
 17. Siemens Mobility dostarcza drukowane w 3D elementy do pociągów w celu poprawy higieny i walki z koronawirusem, <https://www.mobility.siemens.com/pl/pl/o-firmie/nawosci/siemens-mobility-dostarcza-drukowane-w-3d-elementy-do-pociagow-w-celu-poprawy-higieny-i-walki-z-koronawirusem.html> [dostęp: 05.12.2020].
 18. Spadła punktualność polskich pociągów. Zawsze o czasie przyjeżdżał tylko jeden przewoźnik, <https://www.polsatnews.pl/wiadomosc/2020-11-20/pkptlk-wetlina-zagorz-warszawa-zachodnia-przez-krosno-jaslo-lublin/> [dostęp: 26.11.2020].
 19. Sposób na walkę z drobnoustrojami – miedź! <http://bezale.pl/2017/03/30/sposob-na-walke-z-drobnoustrojami-miedz/> [dostęp: 05.12.2020].
 20. Stanowisko kolejowych organizacji branżowych w sprawie projektu Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiającego środki na rzecz zrównoważonego rynku kolejowego w związku z pandemią COVID19, Warszawa, 06.07.2020 r.
 21. Strategie rozwoju czy strategie przetrwania? Transport publiczny po pandemii, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/strategie-rozwoju-czy-strategie-przetrwania-transport-publiczny-po-pandemii-65757.html> [dostęp: 24.11.2020].
 22. Sytuacja na rynku kolejowym w czasach epidemii COVID-19, Informacja UTK dostępna na WWW <https://utk.gov.pl/pl/aktualnosci/15972,Sytuacja-na-ryнку-kolejowym-w-czasach-epidemii-COVID-19.html> [dostęp: 09.10.2020].
 23. Światło UV-C zabija 99,9 % koronawirusa w ciągu kilku sekund. Może pomóc w ograniczeniu jego rozprzestrzeniania. <https://innowacje.newseria.pl/news/swiatlo-uv-c-zabija-999,p706796359> [dostęp: 01.12.2020].
 24. Walków M.: *Pandemia uderzyła w polską kolej. Niektórzy widzą jednak szansę w kryzysie COVID-19*,

- Business Insider, 2020, <https://businessinsider.com.pl/finanse/makroekonomia/transport-kolejowy-w-polsce-wplyw-pandemii-covid-19-na-przewozy-pasazerskie-i-cargo/mxl549c> [dostęp: 26.11.2020].
25. Wniosek: Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiające środki na rzecz zrównoważonego rynku kolejowego w związku z pandemią COVID-19 COM(2020) 260 final, Komisja Europejska, Bruksela, 19.06.2020, t. 0127.
- Źródła internetowe
26. <https://sklep.greenservice.pl/pl/preparaty-biobojcze/1371-folia-biobojcza-film-antybakteryjny-i-przeciwwirusowy.html> [dostęp: 05.12.2020].
27. <https://www.asme.org/topics-resources/content/podcast-ventilation-system-to-prevent-virus-spread> [dostęp: 25.11.2020].
28. <https://www.youtube.com/watch?v=5ZjB7iYiAOw> [dostęp: 01.12.2020].
29. https://dos.piib.org.pl/wp-content/uploads/2020/11/Fla%CC%88ktGroup_IAQ_v1_20201106_PL.pdf [dostęp: 02.12.2020].
30. <https://utk.gov.pl/pl/dokumenty-i-formularze/opracowania-urzedu-tran/16653,Podsumowanie-2020-przewozy-pasazerskie-i-towarowe.html> [dostęp: 08.03.2021].
31. <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU-20200000374/O/D20200374.pdf> [dostęp: 08.03.2021].