

Artur Badyda¹Andrzej Kraszewski²

TRANSPORT PUBLICZNY – ZAGROŻENIE CZY SZANSA DLA ŚRODOWISKA³

Narastające problemy komunikacyjne miasta i coraz większe trudności w sprawnym obsłudze ruchu przez system drogowo-uliczny – zwłaszcza w okresach szczytów komunikacyjnych – powinny skłonić przynajmniej część mieszkańców do korzystania ze środków transportu zbiorowego. Aspekty związane z szansami i zagrożeniami, jakie niesie za sobą istnienie i rozwój transportu publicznego, nie mogą być rozpatrywane w oderwaniu od szans i zagrożeń związanych z funkcjonowaniem transportu jako takiego. Szanse i zagrożenia ze strony transportu w miastach, ze szczególnym uwzględnieniem transportu publicznego, zostaną przedstawione w artykule w oparciu o model przyczynowo-skutkowy, opisany akronimem DPSIR, złożony z następujących elementów: siła sprawcza (*D-driving force*), presja (*P-pressure*), stan (*S-state*), skutek (*I-impact*), reakcja (*R-response*). Przykłady przytaczane w artykule dotyczą Warszawy.

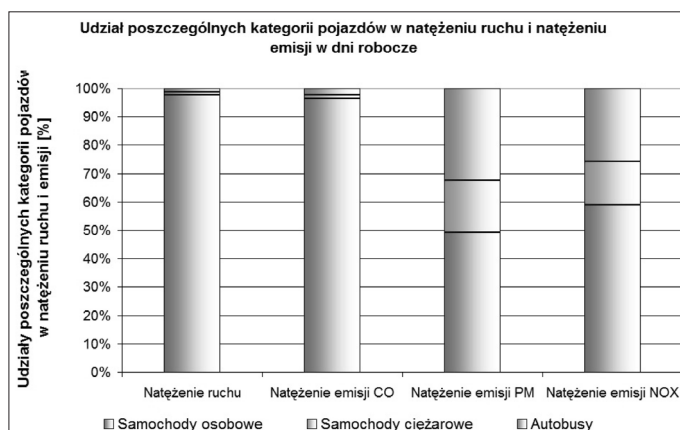
Wprowadzenie

Dynamiczny wzrost liczby pojazdów poruszających się po polskich drogach, w sytuacji znacznie wolniej powiększającej się sieci komunikacyjnej, powoduje zauważalny spadek średniej prędkości ruchu pojazdów. Szczególne znaczenie ma to w dużych aglomeracjach, gdzie dynamika wzrostu natężenia ruchu jest większa niż w skali całego kraju. Sieci drogowo-uliczne nie są w stanie sprawnie obsłużyć generowanego ruchu, efektem czego są liczne uciążliwości dla środowiska miejskiego, w tym rosnący poziom zanieczyszczeń powietrza, co może skutkować większą zachorowalnością mieszkańców na choroby układu oddechowego. Jak bowiem wskazują Keller i in. [1] oraz Chłopek [2–4], jazda na zatłoczonych ulicach, a więc z niskimi prędkościami średnimi, sprzyja znacznemu zwiększaniu się zużycia pali-

wa (przekraczającego 20 dm³ w przeliczeniu na 100 km), a w efekcie również zanieczyszczeń komunikacyjnych: tlenku węgla, węglowodorów, a w przypadku silników o zapłonie samoczynnym, również cząstek stałych.

Wskutek niedoboru lub wręcz braku kompleksowych rozwiązań w zakresie systemów komunikacyjnych miast i terenów do nich przyległych, w wielu aglomeracjach pojawia się nadmiarowy ruch, który w warunkach istnienia takich rozwiązań (np. obwodnica miejska, rozwinięta sieć metra, system komunikacji publicznej zapewniający konkurencyjność czasową w stosunku do komunikacji indywidualnej i inne) byłby ograniczany. Przykładowo do Warszawy, jak wykazało ostatnie badanie ruchu z 2005 roku, dziennie dociera ponad 300 tysięcy pojazdów z ruchu podmiejskiego, regionalnego i tranzytowego, co dodatkowo znacząco obciąża i tak niewydolny system komunikacyjny miasta [5]. Powoduje to istotne zanieczyszczenie środowiska (rys. 1).

Zatory komunikacyjne w miastach są już nie tylko uciążliwością związaną z tzw. szczytem komunikacyjnym, powodującą wydłużanie się czasu podróży. To przede wszystkim źródło zwiększonej emisji do powietrza produktów spalania paliw w silnikach pojazdów. W wielu miastach, zwłaszcza tych, w których uregulowane są kwestie związane z emisją zanieczyszczeń ze źródeł komunalnych, emisje zanieczyszczeń komunikacyjnych mają znaczący, a niekiedy wręcz dominujący udział w całkowitej emisji niektó-



Rys. 1. Udział wybranych kategorii pojazdów w natężeniu ruchu i natężeniu emisji zanieczyszczeń w dni robocze

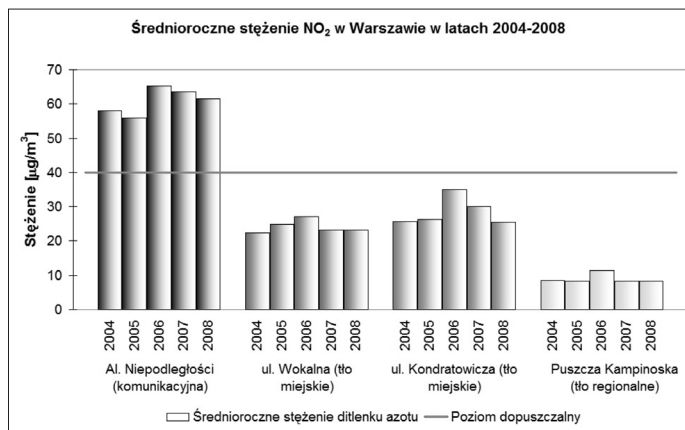
Źródło: Opracowanie własne

¹ Dr inż., Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, artur_badyda@is.pw.edu.pl

² Prof. dr hab. inż., Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, andrzej.kraszewski@is.pw.edu.pl

³ Tekst artykułu był wygłaszany na konferencji „Plan transportowy w ustawie o publicznym transporcie zbiorowym” w Warszawie w listopadzie 2009 roku.

rych zanieczyszczeń. Zgodnie z informacjami publikowanymi przez Główny Urząd Statystyczny [6], w skali kraju transport odpowiada za ponad 26% całkowitej emisji tlenków azotu, niemal 25% całkowitej emisji tlenku węgla, ponad 12% emisji pyłów i 11% emisji niemetanowych lotnych związków organicznych. Sytuację w Warszawie przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Średnioroczne stężenie NO₂ w wybranych stacjach monitoringu w Warszawie w latach 2004–2008

Źródło: Opracowanie własne

Z kolei według Mazowieckiego Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska [7] w Warszawie bez mała 90% całkowitej emisji tlenku węgla pochodzi ze źródeł liniowych (głównie ruch drogowy). Transport w Warszawie jest również odpowiedzialny za niemal 60% całkowitej emisji pyłów PM₁₀ oraz 50% emisji tlenków azotu, przy czym w centralnych rejonach miasta udział ruchu drogowego w emisji tych zanieczyszczeń przekracza znacząco 90%.

Problemy komunikacji w miastach

W Warszawie, jako kluczowym węźle komunikacyjnym Polski, problemy komunikacyjne systematycznie rosną. Jest to, podobnie jak w całym kraju, spowodowane brakiem możliwości obsłużenia generowanego ruchu przez system drogowo-uliczny, którego rozwój jest zdecydowanie wolniejszy aniżeli wzrost liczby pojazdów. Wiele miejskich ciągów komunikacyjnych nie jest w stanie przyjąć takiej liczby pojazdów i nie jest możliwe, aby ruch po nich odbywał się sprawnie i w sposób płynny. Jednocześnie istnieje pilna potrzeba zmodernizowania infrastruktury transportowej, służącej powiązaniom Warszawy zarówno z odległymi miastami, jak też połączeniom w skali aglomeracji i w samym mieście. W Warszawie spotykają się 3 z 10 transeuropejskich korytarzy drogowo-kolejowych (*Trans European Network* – TEN). Z tego względu niezbędne staje się pilne rozwiązanie problemu zewnętrznych połączeń komunikacyjnych miasta z największymi ośrodkami Europy, w tym jak najszybsza budowa obwodnic miejskich.

Jednocześnie priorytetem w działaniach władz municypalnych powinno być dążenie do prawidłowego ukształtowania systemu ulicznego i usprawnienia komunikacji miejskiej, jak również inne działania, o niepodważalnym wpły-

wie na poprawę standardu życia mieszkańców aglomeracji, o których będzie mowa w dalszej części artykułu.

W obecnej sytuacji, przy silnym obciążeniu ruchem samochodowym dróg wlotowych do Warszawy (sięgającym 60 tys. pojazdów na dobę), przepraw mostowych (do 145 tys. pojazdów na dobę) oraz najważniejszych arterii komunikacyjnych miasta (70 000–110 000 pojazdów na dobę), płynne poruszanie się w systemie drogowo-ulicznym miasta jest w zasadzie niemożliwe. Sytuacja ta dotyczy przede wszystkim środków transportu indywidualnego, choć, w przypadku zwłaszcza autobusów, dotyczy również środków komunikacji publicznej. Przyczyn leżących u podstaw takiego stanu rzeczy nie można oczywiście upatrywać jedynie w braku obwodnicy miejskiej, choć fakt ten jest bez wątpienia jednym z kluczowych czynników obecnej sytuacji. Na problemy komunikacyjne miasta nakłada się jednak szereg innych czynników, wśród których jednymi z ważniejszych są:

- wzrastający udział podróży samochodem w podziale zadań przewozowych,
- niedostosowana do generowanego ruchu przepustowość istniejących ciągów komunikacyjnych,
- długotrwałe procedury przetargowe i wolno prowadzone prace remontowe,
- niedostateczna liczba przepraw mostowych.

Narastające problemy komunikacyjne miasta i coraz większe trudności w sprawnym obsłużeniu ruchu przez system drogowo-uliczny – zwłaszcza w okresach szczytów komunikacyjnych, gdy na większości głównych ulic oraz na mostach stosunek natężenia ruchu do przepustowości przekracza 0,75, a często nawet czasowo dochodzi do 1,0 – powinny skłonić przynajmniej część mieszkańców do korzystania ze środków transportu zbiorowego. Jednak z *Diagnozy Systemu Transportowego Warszawy* [8] wynika, że w latach 1998–2005 ruchliwość w podróżach niepieszych zwiększyła się o około 8%, przy czym jeśli chodzi o podział zadań przewozowych w podróżach wewnętrznych mieszkańców Warszawy, udział podróży samochodem w skali doby zwiększył się z niespełna 33% do 38%, przy jednoczesnym spadku udziału komunikacji zbiorowej z 66% do 60,5%. W rezultacie zwiększyło się obciążenie sieci drogowo-ulicznej miasta, co dodatkowo uwydatniło problemy zatorów komunikacyjnych i ich oddziaływanie na środowisko miejskie.

Szanse i zagrożenia ze strony transportu publicznego dla środowiska

Aspekty związane z szansami i zagrożeniami, jakie niesie ze sobą istnienie i rozwój transportu publicznego, nie mogą być rozpatrywane w oderwaniu od szans i zagrożeń związanych z funkcjonowaniem transportu jako takiego. Szanse i zagrożenia ze strony transportu w miastach, ze szczególnym uwzględnieniem transportu publicznego, zostaną przedstawione w oparciu o model przyczynowo-skutkowy, opisany akronimem DPSIR, złożony z następujących elementów:

- siła sprawcza (D-driving force),
- presja (P-pressure),

- stan (*S-state*),
- skutek (*I-impact*),
- reakcja (*R-response*).

Siła sprawcza

Siłą sprawczą, a więc przyczyną problemów komunikacyjnych jest transport, czyli pojazdy poruszające się w sieci drogowo-ulicznej miasta. W Warszawie zarejestrowanych jest obecnie około 1 miliona aut, z czego większość stanowią samochody osobowe. Jak wykazało Warszawskie Badanie Ruchu sprzed 4 lat, dodatkowo codziennie do Warszawy wjeżdża ponad 300 tysięcy pojazdów, z czego ponad 80% to samochody osobowe. Ponieważ z roku na rok liczba rejestrowanych w Polsce pojazdów wyraźnie wzrasta, należy oczekiwać, że również liczba pojazdów poruszających się po ulicach Warszawy będzie stale rosła. Efektem tego zjawiska może być zwiększająca się presja transportu na środowisko miasta.

Warszawa, jako jedyna europejska stolica i jedyna w Europie miasto powyżej miliona mieszkańców, nie posiada obwodnicy, co skutkuje korzystaniem z sieci drogowo-ulicznej miasta przez ruch tranzytowy, regionalny czy podmiejski, jak również częściowo wewnątrzmijski, który mógłby swobodnie korzystać z obwodnicy. Rezultatem obecnej sytuacji jest więc wspomniane już silne obciążenie ruchem drogowym ciągów wlotowych do miasta, najważniejszych arterii komunikacyjnych w mieście, a przede wszystkim mostów.

Wspomniany wzrost udziału transportu indywidualnego w podziale zadań przewozowych, mimo relatywnie dobrze rozwiniętej sieci wewnątrzmijskiego transportu zbiorowego, w tym dużej gęstości przystanków (98% populacji miasta zamieszkuje w promieniu 500 m od najbliższego przystanku) i rozwiniętej sieci komunikacji szynowej, dodatkowo zwiększa obciążenia sieci drogowo-ulicznej miasta, a w efekcie potęguje problem zatorów i ich oddziaływania na środowisko. Wynika to m.in. z braku konkurencyjności czasowej komunikacji publicznej, zwłaszcza autobusowej, w stosunku do transportu indywidualnego. Częstokroć również ruch tramwajowy nie ma zapewnionej swobody funkcjonowania, zwłaszcza z powodu blokowania ruchu tramwajów na skrzyżowaniach. Wydzielanie pasów dla autobusów również nie rozwiązuje problemu, ponieważ w godzinach szczytu często korzystają z nich samochody.

Przyczyn takiego zjawiska należy poszukiwać w ogólnym niedoborze, a w zasadzie braku takiej infrastruktury, która mogłaby skłonić część kierowców do rezygnacji z podróżowania po Warszawie samochodami. Z tego też względu, podsumowując ocenę siły sprawczej, można wskazać, że w przypadku takiej aglomeracji jak warszawska, problemy komunikacyjne wynikają przede wszystkim z:

- braku zintegrowanego systemu transportu zbiorowego o wysokiej jakości świadczonych usług, w tym braku II i III linii metra;
- braku sprawnego systemu zarządzania ruchem obejmującego obszar całego miasta, a zwłaszcza nieuwzględnieniu

priorytetów dla pojazdów komunikacji zbiorowej i uprzywilejowania środków transportu zbiorowego w centralnym obszarze miasta, jak i w korytarzach dojazdowych do terenów śródmiejskich;

- braku sprawnych węzłów przesiadkowych, a więc integracji pomiędzy różnymi środkami transportu publicznego;
- stosunkowo niskiego standardu usług świadczonych przez transport publiczny, zwłaszcza jeśli chodzi o wskaźnik napełnienia pojazdów, częstotliwość kursowania i jakość taboru;
- wciąż niskiej jakości usług oraz małej atrakcyjności kolei podmiejskich;
- niedoboru systemu parkingów typu Park&Ride;
- niedostatecznie rozwiniętej sieci rowerowej, w tym w braku powszechnie dostępnych parkingów dla rowerów w pobliżu głównych węzłów przesiadkowych i kluczowych celów podróży (szkoły, uczelnie, urzędy, obiekty kultury).

Do innych ważnych przyczyn obecnej sytuacji zaliczyć należy:

- brak obwodnicy miejskiej,
- niedostateczną liczbę przepraw mostowych,
- brak na obszarze miasta tras szybkiego ruchu lub ruchu przyspieszonego, zapewniających sprawne połączenia obwodowe między odległymi dzielnicami,
- rosnący udział samochodów w podziale zadań przewozowych.

Presja

Głównymi czynnikami oddziaływania transportu na środowisko, w tym również w miastach, będą:

- emisja zanieczyszczeń powietrza, szczególnie zanieczyszczeń charakteryzujących się negatywnym oddziaływaniem na zdrowie:
 - tlenek węgla,
 - tlenki azotu,
 - węglowodory,
 - cząstki stałe,
 - inne (aldehydy, tlenki siarki, związki fosforu);
- emisja hałasu,
- zatory komunikacyjne.

Jak już wspomniano powyżej, w Warszawie znaczący udział w emisji zanieczyszczeń ma właśnie transport drogowy (90% emisji CO, 60% emisji PM₁₀ oraz 50% emisji NO_x), a wielokrotnie w centralnych dzielnicach emisja z transportu to nawet ponad 90% całkowitej emisji niektórych zanieczyszczeń na danym obszarze.

Z kolei wspomniane przyczyny zwiększania się roli siły sprawczej, jak brak miejskiej obwodnicy, niedostateczna liczba mostów, brak systemu zarządzania ruchem, a w efekcie brak możliwości sprawnego obsłużenia generowanego ruchu, prowadzą do powstawania zatorów komunikacyjnych, które mają szczególnie wpływ na emisję zanieczyszczeń powietrza. Na centralnym obszarze Warszawy średnia

prędkość ruchu pojazdów w godzinach szczytu to około 10 km/h, a dla całej Warszawy około 20 km/h.

W ramach projektu badawczego, realizowanego w latach 2005–2006 na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, wykonano m.in. pomiary natężenia ruchu w przekroju al. Niepodległości w Warszawie. Wykazano wówczas, że w ciągu doby (w dni robocze) ruch osiągał poziom około 70–75 tysięcy pojazdów. Znaczącą większość z nich (niemal 98%) stanowiły samochody osobowe, około 1% samochody ciężarowe, a nieco ponad 1% całkowitego natężenia ruchu autobusy, głównie miejskie. Niemniej jednak wyraźnie inaczej na tym tle przedstawia się natężenie emisji produktów spalania paliw, zależne od natężenia ruchu pojazdów, ich średniej prędkości oraz rodzaju pojazdu. Z obliczeń, wykonanych z zastosowaniem metodyki prof. Zdzisława Chłopka z Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej, wynika, że udział w emisji tlenu węgla w ramach poszczególnych kategorii pojazdów jest zbliżony do ich udziału w całkowitym natężeniu ruchu. Zdecydowanie odmiennie jest jednakże w przypadku natężenia emisji tlenków azotu oraz zanieczyszczeń pyłowych. Autobusy miejskie, stanowiące 1,3% całkowitego natężenia ruchu, odpowiedzialne były za ponad 32% emisji pyłów oraz niemal 26% emisji tlenków azotu. Jest to bardzo ważny aspekt w kontekście określenia stopnia oddziaływania transportu publicznego na środowisko i dążenia do obniżenia jego udziału w kształtowaniu jakości powietrza atmosferycznego. Zależności związane z tym zagadnieniem prezentuje rys. 1.

Istotnym aspektem, związanym z presją transportu na środowisko, jest również hałas. W zasadzie klimat akustyczny miasta kształtowany jest w dużej mierze przez transport. Hałas komunikacyjny jest w Warszawie zdecydowanie dominującym źródłem uciążliwości akustycznych. Z *Diagnozy Systemu Transportowego Warszawy* wynika, iż miasto to należy do najbardziej zagrożonych hałasem miast w Polsce, zarówno pod względem liczby ludności narażonej na ponadnormatywny hałas, jak i z uwagi na wielkość powierzchni miasta, na której występują przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu. Przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu stwierdza się wzdłuż około 80% dróg krajowych i wojewódzkich w Warszawie. Również na terenie całego województwa mazowieckiego notuje się rosnące poziomy natężenia hałasu i podwyższenie rejestrowanych w ostatnich latach poziomów dźwięku, przekraczających dopuszczalną normę o ponad 15 dB, zwłaszcza w porze nocnej.

Stan środowiska

Stan środowiska jest efektem presji wywołanej funkcjonowaniem transportu. Swego rodzaju łącznikiem pomiędzy presją a stanem środowiska będą wspomniane wyżej zatory komunikacyjne, które z jednej strony powodują presję, wywołując zwiększoną emisję zanieczyszczeń do powietrza, z drugiej zaś są pewnym stanem środowiska miejskiego, który wywoła określone skutki, istotne zwłaszcza z punktu widzenia społeczeństwa (np. straty czasu).

Powstawanie zatorów komunikacyjnych wynika zasadniczo z wyczerpania przepustowości ciągu komunikacyjnego lub części sieci drogowo-ulicznej, wskutek zbyt dużego natężenia ruchu w sieci, co powoduje konieczność ograniczenia prędkości ruchu pojazdów. Pierwotne przyczyny mogą wynikać ze zbyt małej pojemności sieci, ograniczonej przepustowości skrzyżowań, nieprawidłowo ustawionej sygnalizacji świetlnej, zwężenia jezdni z powodu remontu lub zdarzeń drogowych, warunków atmosferycznych i innych. Niemniej jednak przy pewnym natężeniu ruchu przestaje istnieć możliwość swobodnego wyboru prędkości przez użytkowników pojazdów ze względu na obecność innych pojazdów na drodze. Należy również zwrócić uwagę, iż w wielu dużych aglomeracjach miejskich wydłużeniu ulega czas trwania tzw. szczytów komunikacyjnych, co dodatkowo wpływa niekorzystnie na stan środowiska miejskiego.

Kluczowymi wskaźnikami opisującymi stan środowiska będą jednak poziomy zanieczyszczeń atmosferycznych, rejestrowane w stacjach monitoringu jakości powietrza oraz natężenie hałasu. Zgodnie z zapisami ustaw o Inspekcji Ochrony Środowiska oraz Prawo Ochrony Środowiska, Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska zobowiązane są do prowadzenia rocznej oceny jakości powietrza w województwach. Oceny jakości powietrza dokonuje się w strefach, które stanowią: aglomeracje o liczbie mieszkańców większej niż 250 tysięcy oraz obszary jednego lub więcej powiatów położonych na obszarze tego samego województwa, nie wchodzące w skład aglomeracji. W zakresie dopuszczalnych norm obowiązuje obecnie rozporządzenie ministra środowiska z 14 czerwca 2007 roku w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, w którym normy określono w zależności od rodzaju źródła emisji hałasu, sposobu zagospodarowania rozważanego obszaru oraz pory doby.

Odwołując się ponownie do przykładu Warszawy, w której monitorowanie poziomów zanieczyszczeń komunikacyjnych odbywa się tylko w 1 stacji monitoringu (zlokalizowanej przy krawędzi jezdni – al. Niepodległości) należy wskazać, że rokrocznie rejestrowane są przekroczenia dopuszczalnych stężeń ditlenku azotu oraz frakcji pyłów PM_{10} . W roku 2008 średnioroczne stężenie NO_2 zostało przekroczone o 54% w stosunku do poziomu dopuszczalnego, a stężenie PM_{10} o 20%. Ponadto, w przypadku pyłów, dopuszczalne stężenie o dobowym czasie uśredniania jest przekraczane około 200 razy w ciągu roku (na podstawie badań monitoringowych z lat 2004–2008). Rys. 2 prezentuje średnioroczne stężenia ditlenku azotu na przestrzeni ostatnich 5 lat, dla porównania w stacji komunikacyjnej, 2 stacjach tła miejskiego i w stacji tła regionalnego.

W Warszawie największe zagrożenie hałasem występuje w pobliżu głównych ciągów komunikacyjnych i w rejonach dróg wjazdowych do miasta, jak również w pobliżu linii kolejowych. Niemniej jednak wzrastające natężenie ruchu powoduje coraz większe uciążliwości również w pobliżu lokalnych dróg. Badania prowadzone w Warszawie w pobliżu

głównych ciągów komunikacyjnych wykazały, że dla arterii, na których natężenie ruchu przekracza w porze dziennej 5000 poj./h rejestruje się poziomy hałasu sięgające 70–79 dB. Na tych samych ciągach w porze nocnej natężenie ruchu wahało się w zakresie od prawie 400 do ponad 1300 poj./h, co powodowało hałas o poziomie 58–74 dB. Hałas lotniczy związany jest oczywiście z sąsiedztwem lotnisk, a więc przede wszystkim lotniska „Okęcie”, ale również lotniska „Bemowo” i lotnisk wojskowych [9].

Skutek

Opisany powyżej stan środowiska może powodować określone skutki dotyczące wielu dziedzin życia człowieka. W kontekście presji transportu na środowisko mowa tu przede wszystkim o skutkach zdrowotnych, wynikających z przebywania w środowisku o podwyższonych stężeniach zanieczyszczeń powietrza i ponadnormatywnych poziomach hałasu. Ponadto problemy komunikacyjne, a przede wszystkim zatorki drogowe są przyczyną licznych problemów społecznych, a wskazuje się również na ich negatywny wpływ na aspekty ekonomiczne i gospodarcze.

Wiele programów badawczych zostało poświęconych na świecie badaniom nad oddziaływaniem różnego rodzaju zanieczyszczeń na schorzenia układu oddechowego czy sercowo-naczyniowego. Głównie analizowano przypadki nasilenia objawów astmy oskrzelowej, reakcji alergicznych czy też zaostrzenia przebiegu przewlekłej obturacyjnej choroby płuc, zwiększonej zachorowalności, a nawet umieralności z powodu określonych chorób, które mogą być wywołane podwyższonymi poziomami zanieczyszczeń. Niewiele programów skupiało się jednak na analizie chronicznego oddziaływania zanieczyszczonego powietrza na stan zdrowia ludzi. Poza tym należy mieć na uwadze również pośrednie oddziaływanie spowodowane m.in. spożywaniem roślin jadalnych, które zostały zanieczyszczone substancjami pochodzącymi ze spalania paliw w silnikach pojazdów bądź poprzez oddziaływanie zanieczyszczonego powietrza, bądź poprzez glebę i wody gruntowe. Przede wszystkim mowa tu o metalach ciężkich i wielopierścieniowych węglowodorach aromatycznych.

Wziąwszy pod uwagę poziomy zanieczyszczeń rejestrowane przy ruchliwej ulicy, Wydział Inżynierii Środowiska we współpracy z Wojskowym Instytutem Medycznym przeprowadził badania sprawności oddechowej wśród osób zamieszkujących w sąsiedztwie al. Niepodległości, przy której rejestrowane są również, o czym była mowa powyżej, stężenia zanieczyszczeń komunikacyjnych. W badaniach wzięło udział 750 osób mieszkających przy tej arterii komunikacyjnej, dla celów porównawczych badaniom poddano również 756 osób zamieszkujących obszary pozamiejskie. Uwzględniony został także podział na osoby palące i niepalące. Celem badania było oszacowanie odsetek osób z objawami przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP), cechującej się postępującym i nieodwracalnym ograniczaniem przepływu powietrza w drogach oddechowych, w której etiologii, obok palenia tytoniu, za jeden z najważniejszych czynników ryzyka wymienia się zanieczyszczenie powietrza [10].

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono pięciokrotnie większy odsetek osób z zaburzeniami oddychania (zweżenie oskrzeli) w grupie niepalących mieszkańców Al. Niepodległości w porównaniu z niepalącymi mieszkańcami terenów pozamiejskich. Wśród palaczy różnica była dwukrotna. Oszacowane zostało również ryzyko wystąpienia przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP) w zależności od miejsca zamieszkania badanej osoby. Analizy przeprowadzone z zastosowaniem modeli regresji logistycznej wykazały nieco ponad dwukrotnie większe ryzyko wystąpienia POChP wśród palaczy w porównaniu z osobami niepalącymi, niemal trzykrotnie większe wśród mieszkańców al. Niepodległości w porównaniu z osobami zamieszkującymi poza miastem (w odniesieniu do całej badanej zbiorowości) i ponad czterokrotnie wyższe ryzyko w grupie niepalących mieszkańców al. Niepodległości w porównaniu z grupą kontrolną.

Program badawczy, o którym mowa powyżej, jest obecnie kontynuowany również we współpracy z Wojskowym Instytutem Medycznym i obejmuje grupę około 5 tys. osób.

Obok zanieczyszczonego powietrza drugą poważną uciążliwością transportu dla społeczeństw dużych ośrodków miejskich jest hałas. Skutki oddziaływania hałasu komunikacyjnego, ze względu na dynamicznie wzrastającą liczbę pojazdów, obejmują coraz większe grupy mieszkańców miast. Efektem są coraz większe uciążliwości, utrudnienia snu, wypoczynku, ale również pracy, co może prowadzić nawet do stanów nerwicowych. Człowiek narażony na hałas w miejscu pracy i nie mający możliwości odpoczynku od niego w domu, np. z powodu sąsiedztwa hałaśliwej drogi, nie ma możliwości zregenerowania organu słuchu. W efekcie następujące wskutek nadmiernego hałasu przesunięcie progu słyszenia nie ma możliwości ustąpienia i ulega utrwaleniu, prowadząc do systematycznego osłabiania słuchu. Długotrwałe występowanie wysokich poziomów hałasu poważnie zwiększa ryzyko trwałego upośledzenia organu słuchu, a nawet utraty słuchu i trwałej głuchoty. Wieloletnie badania nad oddziaływaniem hałasu na zdrowie człowieka prowadzone w Wielkiej Brytanii wskazują ponadto, że hałas może być czynnikiem ryzyka w rozwoju chorób krążeniowo-naczyniowych [11].

Jeśli chodzi o zanieczyszczenie akustyczne, to obecnie w Warszawie 410 tysięcy mieszkańców narażonych jest na hałas przekraczający 65 dB w porze dziennej–wieczornej (L_{DWN} – długookresowy średni poziom dźwięku A w ciągu wszystkich dób w roku). Z tego, 260 tysięcy żyje w środowisku, w którym L_{DWN} przekracza 70 dB, 60 tysięcy mieszkańców narażonych jest na hałas powyżej 75 dB. W przypadku pory nocnej 410 tysięcy mieszkańców Warszawy przebywa w środowisku, w którym hałas przekracza 55 dB, z czego 280 tysięcy jest narażonych na hałas powyżej 60 dB, a 120 tysięcy powyżej 65 dB [12].

Do najważniejszych i najdotkliwszych, negatywnych skutków społecznych wynikających z problemów komu-

nikacyjnych niewątpliwie należą straty czasu ponoszone w zatorach komunikacyjnych. To, co z punktu widzenia każdej osoby tracącej czas w korkach, stanowi uciążliwość, w skali całego miasta może rodzić poważne konsekwencje natury gospodarczej, skutkując stratami finansowymi zauważalnymi z punktu widzenia budżetów przedsiębiorstw, a nawet budżetu miasta. Znaczna liczba osób spóźniających się do pracy wskutek zatorów wpływać może w dłuższej perspektywie czasowej na zmniejszoną efektywność ekonomiczną jednostki, w której są zatrudnieni. W efekcie wpływy z podatków do miejskiego budżetu także mogą być niższe.

Wśród zadań programu badawczego, o którym mowa powyżej, poza oceną zdrowotnych skutków wynikających z problemów transportowych, podjęto więc również próbę oszacowania innych strat społecznych, stanowiących efekt zatorów komunikacyjnych, w tym m.in. strat czasu. Z przeprowadzonego, na reprezentatywnej próbie mieszkańców Warszawy, badania ankietowego wynika, że niemal 60% respondentów ponosi codziennie straty czasu pomiędzy 10 a 30 minut, 15% – pomiędzy 30 a 60 minut, zaś 4% – powyżej 60 minut. Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że mieszkańcy Warszawy tracą co najmniej 2 miliony godzin miesięcznie. Z oczywistych względów ponoszenie największych strat czasu w zatorach komunikacyjnych deklarowali użytkownicy samochodów osobowych oraz pasażerowie autobusów. Jedynie 4% kierowców oraz 12% osób podróżujących najczęściej autobusem wskazywało, że problem strat czasu ich nie dotyczy lub też straty te nie przekraczają 10 minut w skali dnia. Dla porównania wśród pasażerów metra i tramwajów opinię taką prezentowało odpowiednio 73% i 72% respondentów. Wśród innych najczęściej wskazywanych przez mieszkańców Warszawy uciążliwości wynikających z problemu zatorów komunikacyjnych wskazywano stres i zmęczenie, utrudnianie sprawnego ruchu pojazdów uprzywilejowanych, podwyższone poziomy zanieczyszczeń powietrza oraz utrudnianie płynnego ruchu pojazdom transportu miejskiego.

Reakcja

Z przedstawionej powyżej charakterystyki wynika, że potencjalnych i rzeczywistych skutków wynikających z problemów komunikacyjnych jest relatywnie wiele. Dowodzi to również, że rozwiązanie tego problemu wymaga wielu różnych działań. Zanim jednak zostaną one podjęte, niezwykle istotne jest odpowiednie zidentyfikowanie problemu, aby określone działania podejmować w pierwszej kolejności tam, gdzie:

- jest wyraźnie zły stan środowiska,
- obserwuje się liczne negatywne skutki,
- ich realizacja przyniesie największe korzyści.

Z tego względu, aby działania te nie stanowiły zbioru przypadkowych posunięć, sporządza się plany naprawcze, w których systematyzuje się, hierarchizuje i planuje określone zadania. Plany te przyjmują postać np.:

- programów ochrony powietrza,
- programów ochrony przed hałasem,
- innych dokumentów.

Z reguły formułowane działania, w kontekście ograniczenia wpływu transportu na środowisko, są działaniami skierowanymi na 4 pierwsze elementy modelu DPSIR, a więc związane z ograniczaniem możliwości działania siły sprawczej, co przełoży się na zmniejszenie presji i poprawę stanu środowiska oraz redukcję niekorzystnych skutków działania transportu. Niemniej jednak prowadzone są również bezpośrednie działania na rzecz ograniczenia presji, poprawy stanu środowiska czy też zmniejszania negatywnych skutków. W większości przypadków działania te przenikają pomiędzy różnymi elementami modelu DPSIR.

Ograniczaniem siły sprawczej mogą być takie działania, jak:

- wprowadzenie ograniczeń w ruchu pojazdów indywidualnych w centralnych częściach miasta i nacisk na korzystanie ze środków komunikacji publicznej,
- wprowadzanie stref ruchu uspokojonego,
- wprowadzenie opłat za wjazd do centrów miast,
- wyraźne podniesienie opłat za parkowanie,
- różnego rodzaju preferencje dla osób korzystających z pojazdów zasilanych alternatywnymi źródłami energii,
- wyprowadzenie części ruchu, zwłaszcza ciężkiego, z obszarów najgęściej zaludnionych i jego koncentracja na określonych drogach (obwodnice, trasy średnicowe w miastach),
- wprowadzanie ograniczeń ruchu np. w godzinach nocnych (głównie w stosunku do pojazdów ciężarowych),
- zwiększenie skuteczności przeglądów rejestracyjnych.

Działania te będą częściowo również ograniczaniem presji, którą można zredukować też poprzez:

- rozwój nowoczesnych technologii w zakresie ograniczania emisji zanieczyszczeń i emisji hałasu, a więc konstrukcji silnika i samego pojazdu,
- promowanie *eco-drivingu* i szkolenia kierowców w zakresie odpowiedniego stylu jazdy,
- promowanie alternatywnych napędów,
- rozwijanie systemów sprawniej i punktualniej komunikacji zbiorowej, połączone z modernizacją i wymianą taboru na bardziej przyjazny środowisku,
- budowę parkingów typu P+R;
- próbę rozwijania systemów zarządzania ruchem w skali całego miasta, a jeśli to możliwe, nawet aglomeracji.

Stan środowiska można poprawiać dzięki:

- rozwijaniu systemów monitorowania jakości środowiska, co umożliwi identyfikowanie miejsc najsilniej narażonych na niekorzystne oddziaływanie,
- stosowaniu odpowiednich konstrukcji drogi (estakada, tunel), nawierzchni jezdni, jak również zachowanie możliwie dużych odległości od najbardziej wrażliwych obszarów,

- stosowaniu odpowiednich urządzeń i budowli ograniczających wpływ hałasu i/lub zanieczyszczeń, jak ekrany akustyczne, wały ziemne, pasy zieleni izolacyjnej czy też lokalizowanie pomiędzy drogą a terenami mieszkalnymi budynków o charakterze usługowym,
- działaniom skierowanym tylko na ograniczenie uciążliwości, jak np. wymiana stolarki okiennej na silniej ograniczającą wpływ hałasu,
- stosowaniu instalacji ujmowania spływów powierzchniowych z jezdni,
- unikaniu przecięć powiązań poprzecznych, a w razie takiej konieczności ich odbudowa.

Najtrudniej jest określić działania, które skierowane byłyby bezpośrednio na ograniczenie skutków oddziaływania transportu na środowisko miejskie. W zasadzie skutki ograniczane są pośrednio poprzez omówione już działania.

Podsumowanie

Podsumowując kwestię oddziaływania transportu na środowisko miejskie, niewątpliwie można stwierdzić, że jest ono wielotorowe i znaczące, zwłaszcza w kontekście wpływu na środowisko społeczne i zdrowie mieszkańców. Z tego względu również zestaw działań powinien być wielotorowy i obejmować wszystkie wymienione elementy. Bowiem tylko zintegrowane działania skierowane jednocześnie na ograniczenie siły sprawczej, presji i stanu środowiska miejskiego, pozwoli na ograniczenie negatywnych skutków, jakie transport wywiera na to środowisko. Działania te powinny być ponadto zintegrowane i zaplanowane w formie szczegółowego harmonogramu.

Zagrożeniem dla środowiska może być brak sprawnego systemu komunikacji publicznej, sprzyjający ograniczonemu udziałowi transportu zbiorowego w podziale zadań przewozowych. W przypadku tak dużej aglomeracji, jaką jest Warszawa, systemowa reforma systemu transportowego miasta, przy bezwzględnej poprawie jakości i punktualności transportu publicznego, a przede wszystkim konkurencyjności czasowej komunikacji publicznej w stosunku do transportu indywidualnego, będzie niewątpliwie działaniem korzystnym dla środowiska miejskiego. W tym aspekcie niezwykle istotnym czynnikiem będzie również sukcesywna modernizacja taboru autobusowego, zwłaszcza zakup pojazdów spełniających rygorystyczne normy w zakresie emisji zanieczyszczeń i hałasu, pojazdów zasilanych paliwami alternatywnymi (jak gaz ziemny) czy pojazdów z napędem hybrydowym. Bardzo ważne jest także rozwijanie transportu szynowego, w tym sieci metra i linii tramwajowych, ale również łączenie systemu komunikacji zbiorowej w mieście z koleją aglomeracyjną.

Niewątpliwie, zmiany w systemie komunikacji publicznej, jak i generalnie, zmiany systemu transportowego dużych aglomeracji miejskich to niezwykle skomplikowane operacje logistyczne. Niemniej jednak są one nieuniknione i niezbędne. W przeciwnym bowiem razie proble-

my komunikacyjne będą narastać, coraz silniejsza będzie presja transportu na środowisko miejskie, co przełoży się na niekorzystne zmiany stanu środowiska i będzie stanowić przyczynę coraz liczniejszych i bardziej dotkliwych uciążliwości, zarówno dla mieszkańców miast, jak i dla środowiska przyrodniczego. Działania zmierzające do poprawy funkcjonowania systemu transportu zbiorowego będą więc sprzyjać poprawie jakości środowiska i będą stanowić dla niego szansę, ale tylko wówczas, gdy jednocześnie zostaną zrealizowane inne działania, które umożliwią ograniczenie zasięgu działania siły sprawczej, a w efekcie ograniczą presję systemu transportowego miasta na jego środowisko.

Literatura

1. Keller M., Evéquo R., Rellstab J., Kessler H., *Luftschadstoffemissionen des Strassenverkehrs 1950–2010*, Schriftenreihe Umwelt Nr 255. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern 1995.
2. Chłopek Z., *Pojazdy samochodowe. Ochrona środowiska naturalnego*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2002.
3. Chłopek Z., *Badania modelu globalnej emisji spalin z silników pojazdów drogowych*, „Chemia i Inżynieria Ekologiczna”, T 6, 1999, nr 8.
4. Chłopek Z., *Główne problemy modelowania emisji substancji szkodliwych dla środowiska z silników spalinowych*, Materiały z Konferencji Naukowej dla uczczenia 70-lecia Profesora Mariana Cichego, „MODES” Modelowanie Systemów Energetycznych z Silnikami Spalinowymi. Komitet Transportu PAN, Gdańsk 2001.
5. *Warszawskie Badanie Ruchu 2005*, Biuro Planowania Rozwoju Warszawy, Warszawa 2005.
6. *Ochrona Środowiska 2008*, Informacje i opracowania statystyczne, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2008.
7. *Stan środowiska w województwie mazowieckim w 2006 roku*, Raport Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Warszawie, Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 2007.
8. Brzeziński A., Rezwow M., Roszkowski M., Suchorzewski W., Reksnis M., *Diagnoza Systemu Transportowego Warszawy*, Biuro Drogownictwa i Komunikacji Urzędu m.st. Warszawy, Warszawa 2006.
9. *Stan środowiska w województwie mazowieckim w 2004 roku*, Raport Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Warszawie, Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 2005.
10. *Podręczny przewodnik rozpoznawania, leczenia i prewencji przewlekłej obturacyjnej choroby płuc dla lekarzy i pielęgniarek*, Wytyczne Światowej Inicjatywy Zwalczania Przewlekłej Obturacyjnej Choroby Płuc (GOLD), Serwis internetowy Medycyna Praktyczna.
11. Babisch W., Ising H., Gallacher J., *Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease*, Occupational and Environmental Medicine, 2003, no 60.
12. *Program ochrony środowiska przed hałasem dla m.st. Warszawy, Etap I. Wstępny projekt programu*, Warszawa 2009.
13. Rudnicki A., Starowicz W., *Transport w miastach*, w: „Uwarunkowania rozwoju transportu w Polsce”, Red. Libe-radzki B., Mindur. L. Radom, 2008.