

**BOJAR Piotr, LANDOWSKI Bogdan, WOROPAY Maciej, MUŚLEWSKI Łukasz,
KOLBER Piotr**

OCENA ZJAWISKA KONGESTII TRANSPORTOWEJ W WYBRANEJ AGLOMERACJI MIEJSKIEJ

Streszczenie

Termin „kongestia” pochodzi z łaciny i oznacza skupienie lub nagromadzenie, bądź analogicznie do jego znaczenia w języku angielskim zatłoczenie i przeciążenie. Przez kongestię transportową rozumie się najczęściej stan zatłoczenia infrastruktury transportowej i pojazdów. kongestię transportową definiuje się jako sytuację, w której popyt na obiekt infrastrukturalny uniemożliwia swobodny przepływ przy maksymalnej dopuszczalnej prędkości ruchu. Tak więc kongestia występuje z chwilą pojawienia się nadmiernego popytu, przewyższającego przepustowość danego składnika infrastruktury. Dodatkowo rozwiązanie problemów związanych z kongestią w wielu przypadkach można uznać za podstawę do rozwiązania szerszych problemów transportowych. Stąd też w polityce transportowej nadaje się określoną rangę celom, zmierzającym do ograniczenia poziomu kongestii. Istnieją więc przesłanki do wyizolowania problemów kongestii, oraz do badania ich w aspekcie bardziej rozbudowanych zjawisk i procesów transportowych.

WSTĘP

Wzrost natężenia ruchu transportowego, doprowadził do znacznego przeciążenia istniejącej infrastruktury komunikacyjnej. Intensywność konkurencji o dostępne, ograniczone zasoby drogowe osiągnęła granicę tolerancji. Widoczne jest szczególnie w policentrycznych obszarach miejskich, które charakteryzują się dużym rozproszeniem strumieni przewozowych. Dramatyczne nasilenie się ruchu drogowego spowodowało spadek atrakcyjności miast, a przede wszystkim ich centrów. To skłania do zmiany oraz prowadzi do minimalizacji ruchu pojazdów zmotoryzowanych. Znaczna część ruchu realizowana jest przez pojazdy indywidualne, jednak coraz większym problemem staje się ruch samochodów ciężarowych i dostawczych zaopatrujących odbiorców zlokalizowanych wewnątrz miast. To właśnie on jest kluczowym źródłem wielu problemów komunikacyjnych. Pomimo tego faktu planiści z zakresu organizacji transportu zagadnieniom przyływu ładunków wewnątrz aglomeracji miejskich poświęcają nie wiele uwagi. Należy tutaj dodać, że ruch dostawczy postrzegany jest przez innych uczestników ruchu i mieszkańców miast jako istotna uciążliwość oraz ograniczenie swobody życia. Brak ogólnodostępnych przestrzeni dla prowadzenia operacji ładunkowych powoduje, że samochody ciężarowe parkują "w drugim rzędzie" blokując sprawny ruch drogowy i tworzą korki. Zapotrzebowanie na usługi transportowe wewnątrz miast gwałtownie rośnie. Wynika to nie tylko z ogólnego rozwoju gospodarczego, ale również ze wzrostu potrzeb odbiorców w zakresie elastyczności, jakości i asortymentu dostaw. Brak efektywności rozwiązań logistycznych potęguje jeszcze bardziej nasiloną kongestię transportową. Jest ona związana z dysproporcjami występującymi między

rosnącym natężeniem transportu, a niezmiernie trudną do przebudowy strukturą infrastruktury miasta.

1. ANALIZA ZJAWISKA KONGESTII TRANSPORTOWEJ

Przez sformułowanie kongestia transportowa rozumie się zjawisko większego natężenia ruchu środków transportu od przepustowości wykorzystywanej przez nie infrastruktury. Występuje na niektórych odcinkach sieci i węzłach transportowych, szczególnie na obszarach wysoko zurbanizowanych lub na trasach łączących ze sobą ośrodki o dużej sile wzajemnego ciążenia. Objawia się dużym zmniejszeniem średniej prędkości ruchu, długotrwałymi zatorami, rozlewaniem się na sieci dojazdowe. Jest trudna do przewyciężenia ze względu na ograniczenia przestrzenne rozbudowy przeciążonej infrastruktury i lawinowe narastanie ruchu po modernizacji odcinków dotkniętych kongestią.

1.1. Rodzaje kongestii transportowych

W miejskich sieciach transportowych, które będą przedmiotem dalszej analizy, dochodzi do powstania zróżnicowanych form kongestii. W amerykańskiej literaturze wyróżniono sześć takich typów – pojedyncza interakcja, zwielokrotnione interakcje, „wąskie gardło”, triggerneck, powszechne zatłoczenie oraz spowodowane działaniem urządzeń kontroli ruchu, będących (z wyjątkiem ostatniej) de facto kolejnymi fazami kongestii, gdzie każda kolejna faza powoduje większe niż poprzednia reperkusje ruchu [1]:

- **pojedyncza interakcja** (single interaction) powstaje między dwoma pojazdami, w wyniku, której szybkość jednego z pojazdów zostaje zmniejszona poniżej prędkości, z jaką mógłby i chciałby się poruszać kierujący tym pojazdem, gdyby na drodze nie było drugiego pojazdu. Na określonym odcinku drogi pojazdów może być oczywiście więcej niż dwa, jednakże tylko interakcja zachodząca między tymi dwoma pojazdami prowadzi do ograniczenia prędkości jednego z nich. Taki typ kongestii możliwy jest do zaobserwowania jedynie przy bardzo niskim poziomie ruchu.
- **zwielokrotnione interakcje** (multiple interaction) powstają między wieloma pojazdami i zachodzą przy dużym natężeniu ruchu, kiedy przepustowość wykorzystana jest w co najmniej 50%. Prowadzi to do znacznego ograniczenia prędkości i tym samym przedłużeniu czasu jazdy. Są one tym większe, im bardziej poziom ruchu zbliża się do poziomu równego maksymalnej przepustowości danego obszaru infrastruktury.
- **wąskie gardło** (bottleneck) doprowadza do powstawania zatorów w punktach lub na odcinkach sieci drogowej, gdzie przepustowość infrastruktury jest o wiele niższa, niż ma to miejsce na otaczającej je sieci. Warunkiem zaobserwowania kongestii tego rodzaju, jest stan w, którym liczba pojazdów mających na celu przejechanie na określonym odcinku, gdzie występuje „ wąskie gardło ” przekracza jej przepustowość. Ten typ kongestii może być spowodowany także na skutek prowadzonych robót drogowych lub powstałej kolizji albo awarii pojazdów, które prowadzą do tymczasowego ograniczenia przepustowości odcinków dróg lub skrzyżowań.
- **triggerneck** – to zdarzenie, gdy zator lub zatory powstające na skutek występowania wąskich gardeł zaczynają utrudniać ruch na pozostałym odcinkach, zwykle na odcinkach przecinających fragment infrastruktury, gdzie występuje już kongestia typu bottleneck.
- **powszechne zatłoczenie** (general density) – kongestia tego rodzaju ma miejsce, kiedy zatłoczenie przejawiające się na sieci wykorzystywanej przez określoną gałąź transportu (zazwyczaj przez transport drogowy), zaczyna wpływać na cały system transportowy miasta, w tym także na infrastrukturę innych gałęzi transportu co prowadzi do powstania na nich kongestii, nawet jeśli infrastruktura tych gałęzi (zazwyczaj transportu szynowego) jest wydzielona i tylko w niektórych miejscach krzyżuje się lub łączy z infrastrukturą drogową.

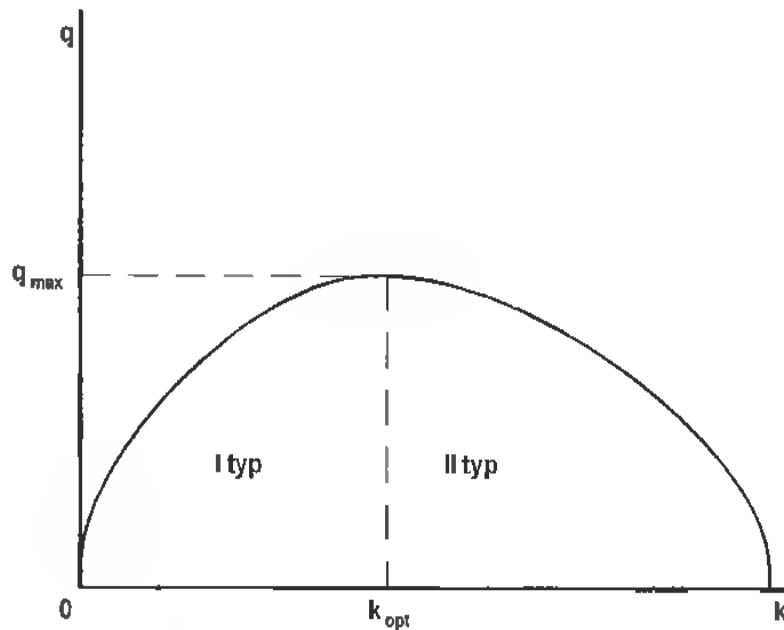
Specyficzną formę kongestii powodują także urządzenia kontroli ruchu, do których należą: sygnalizatory świetlne, przejazdy kolejowe z zaporami, mosty zwodzone i inne urządzenia mające za zadanie zwiększać bezpieczeństwo ruchu lub rozdzielać możliwość przejazdu pomiędzy różnymi gałęziami transportu. Według autora wymienione urządzenia są raczej przyczyną kongestii, a nie jej odrębną formą. Ponadto szczególnie w odniesieniu do sygnalizacji świetlnej, współcześnie dostępne są systemy sygnalizacyjne w pełni adaptacyjne do zgłaszanego przez użytkowników popytu na poszczególnych kierunkach. Jeśli mimo zainstalowania takich systemów wciąż utrzymuje się kongestia, to jej występowania należy upatrywać w innego rodzaju przyczynach.

Obserwacje pojawiającego się w miastach zatłoczenia i powiększanie się zatorów doprowadziło w późniejszych latach do wyodrębnienia nowego typu kongestii. Została ona określona jako gridlock, czyli stan, w którym na skutek występowania uprzedniego zatłoczenia (zwykle typu bottleneck lub triggerneck) dochodzi za zatrzymania ruchu na całej sieci danej gałęzi transportu w pewnym obszarze miasta [2]. Występuje one wówczas, gdy pewna część sieci ma przepustowość mniejszą od części sąsiednich. Jeśli wielkość ruchu przekroczy przepustowość takiego segmentu sieci, to zostanie stworzona typowa sytuacja tzw. „wąskiego gardła”. Nieuniknione jest wtedy powstanie zatorów w ruchu kierującym się przez dany segment sieci, a więc powstanie kongestii typu „bottleneck”. Ten rodzaj kongestii może być początkiem zdarzenia, gdzie zatory spowodowane przez „wąskie gardło” zaczną utrudniać ruch nie kierujący się przez dany odcinek. Pojawi się wówczas kongestia określana jako „triggerneck”.

Kongestię transportową można również rozpatrywać w bardziej pragmatyczny sposób i wydzielić tylko dwa jej rodzaje. Każdy odcinek drogi ma określoną maksymalną przepustowość, która jest funkcją prędkości ruchu. Natomiast prędkość z jaką mogą poruszać się pojazdy jest uzależniona od gęstości ruchu na danym odcinku. Wzrastająca liczba użytkowników drogi powoduje, iż wzrasta gęstość ruchu i równocześnie rośnie przepływ (q). Maksymalna wartość przepływu (q_{max}) zostaje osiągnięta w chwili, gdy gęstość ruchu osiągnie wartość optymalną (k_{opt}). Wzrost gęstości ruchu, aż do osiągnięcia wartości optymalnej charakteryzuje kongestię I typu (rys.1).

Jeśli liczba użytkowników danego odcinka drogi i tym samym gęstość ruchu będzie się zwiększać powyżej wartości optymalnej, wtedy przepływ zacznie się zmniejszać, ponieważ zmniejszeniu ulega również prędkość poruszania się pojazdów (zwykle w sposób nagły i znaczny). Szczytową formą takiego procesu jest całkowite zablokowanie danego odcinka drogi, gdy przepływ zmniejsza się do zera, a czas przejazdu wzrasta do nieskończoności. Taki stan jest określany mianem kongestii typu II lub hiperkongestii [3].

W rzeczywistych warunkach trudno jest osiągnąć, a przede wszystkim utrzymać przepływ pojazdów na maksymalnym poziomie, czyli na poziomie tzw. optimum techniczno-ekonomicznego danego składnika infrastruktury. Wynika to z faktu, że teoretycznie ustalona maksymalna przepustowość może zostać osiągnięta jedynie przy założeniu, iż wszyscy użytkownicy określonego odcinka drogi będą poruszali się z tą samą dokładną, ściśle określoną prędkością, zachowując przy tym maksymalne odstępstwa między pojazdami oraz przy dodatkowym założeniu, że żadne czynniki zewnętrzne min. warunki atmosferyczne czy sam układ drogi (ostre zakręty lub przewyższenia ograniczające widoczność i prowadzące do zmian prędkości poruszania się) nie będą wpływały na ograniczenie przepustowości. Dodatkowo, szczególnie na sieci drogowej miast osiągnięcie wielkości przepływu równej maksymalnej przepustowości, jest wręcz niemożliwe, ze względu na występowanie wielu czynników destabilizujących ruch.



Rys. 1 Krzywa przepływu-koncentracji, q – przepływ pojazdów, k – gęstość ruchu, q_{\max} – przepływ maksymalny, k_{opt} – gęstość optymalna [4]

1.2. Przyczyny powstawania zjawiska kongestii transportowej

W literaturze przedmiotu [5] wyróżnia się następującą klasyfikację źródeł kongestii, pierwszą grupę stanowią czynniki wpływające na płynność ruchu pojazdów:

- wypadki i uszkodzenia pojazdów, oraz wszystkie inne sytuacje, jakie mogą się wydarzyć na drodze. W wyniku ich powstania dochodzi do utrudnień w ruchu, zwykle ukazującym się poprzez zablokowanie części jezdni, doprowadzając do ograniczenia istniejącej przepustowości. Wpływ na poziom kongestii mają również zdarzenia występujące na poboczach drogi, a nawet poza nią o ile skutecznie odciągają uwagę kierujących pojazdami, doprowadzając do ograniczenia przez nich prędkości jazdy, a ze względu na ich mniejszą koncentrację na prowadzeniu pojazdów zwiększających ryzyko powstania kolizji.
- roboty drogowe, które powodują zwykle ograniczenia przepustowości. Mogą także prowadzić do zmiany organizacji ruchu, np. przesunięć pasów ruchu, a nawet całkowitego wyłączenia danego odcinka drogi z ruchu. Wszelkie zmiany reorganizacji ruchu, przynajmniej w początkowej fazie, zanim kierujący nie zapozna się z tymi zmianami, mogą doprowadzić do zwiększenia ryzyka powstania wypadku, oraz zwiększenia poziomu zatłoczenia.
- złe warunki atmosferyczne – wpływają na zmianę zachowań kierowców, w większości przypadków powodują zmniejszenie prędkości pojazdu i równocześnie zwiększenie odległości pomiędzy pojazdami ze względu na ograniczenie przyczepności kół do jezdni i tym samym wydłużenie drogi hamowania. W naszej strefie klimatycznej szczególnie dokuczliwe są opady śniegu, oraz gołoledzie i mgły.

Drugą grupę stanowią czynniki wpływające na zmiany popytu:

- zmienność poziomu ruchu. Obserwacje wskazują, że w niektóre dni tygodnia popyt jest wyraźnie wyższy niż w pozostałe. Przykładowo w poniedziałki notuje się zwykle wyższy poziom ruchu, czego przyczyną jest prawdopodobnie większa liczba interesantów (również spoza danego miasta) załatwiających urzędowe i biznesowe sprawy w danym mieście.
- specjalne wydarzenia, do których można zaliczyć np. imprezy kulturalne, sportowe, festyny czy parady z okazji świąt narodowych, a w Polsce także otwarcia nowych centrów handlowych, powodując nagły i zdecydowany wzrost poziomu ruchu w pobliżu miejsc, w

których te imprezy się odbywają, co prowadzi do przeciążenia systemu skutkującego pojawieniem się kongestii typu triggerneck lub nawet gridlock.

Trzecią (ostatnią) grupę czynników stanowią fizyczne cechy infrastruktury:

- ograniczona maksymalna przepustowość – przepustowość określonego odcinka drogi jest zależna od wielu czynników, min. liczby jezdni, pasów ruchu na każdej z jezdni i ich szerokość, obecność pobocza i jego szerokość, liczba skrzyżowań i ich umiejscowienie, a także: liczba i promień łuków drogi oraz ich nachylenie. Ograniczenie przepustowości stanowią także miejsca poboru opłat lub punkty kontroli pojazdów. Mało korzystne dla płynności ruchu są miejsca zwożeń, występujące np. przed mostami lub wiaduktami czy też tunelami, gdzie zmniejsza się liczbę pasów ruchu czy dochodzi do połączenia jezdni. Połączenie jezdni ma miejsce także przy wielopoziomowych skrzyżowaniach, gdzie ruch łączy się w jeden wielki strumień z kilku poszczególnych kierunków.
- sygnalizacja świetlna i inne urządzenia kontroli ruchu, np. przejazdy kolejowe z rogatkami, które podobnie jak wadliwie skonfigurowana sygnalizacja świetlna okresowo wstrzymują ruch, ograniczając przepustowość danego odcinka drogi.

Do powstania kongestii przyczyniają się również sami kierowcy. Wielu polskich kierowców, w porównaniu do tych z państw Europy Zachodniej cechuje [6]:

- prowadzenie samochodu z prędkością przekraczającą dopuszczalną normę na danym odcinku drogi, co w sytuacji nagłego hamowania prowadzi do powstania całego łańcucha następstw min. kolizji, bądź w gorszym przypadku karambolu,
- wjeżdżanie na skrzyżowanie, kiedy zapalane jest światło żółte bądź nawet czerwone, co może doprowadzić do kolizji, lub jeszcze bardziej pogłębić powyższe zjawisko,
- zbyt mała dynamika podczas ruszania „spod świateł” przez co mniejsza liczba aut przejeżdża przez dane skrzyżowanie podczas wyświetlania zielonego światła,
- tendencja do wjeżdżania na skrzyżowanie podczas wyświetlania zielonego światła, mimo że istnieje tylko niewielka szansa, iż będzie można je szybko opuścić, co prowadzi do ograniczenia lub nawet uniemożliwia przejazd przez skrzyżowanie pojazdom jadącym w innym kierunku powodując powstanie kongestii typu triggerneck,
- brak kultury jazdy, który okazywany jest na wiele sposobów (najczęściej występujące jest blokowanie kierowcom wyjazdu z dróg podporządkowanych),
- niedostateczna koncentracja na prowadzeniu pojazdu spowodowana głównie rozmową przez telefon bez zestawu głośnomówiącego lub słuchawkowego, rozmową z pasażerem, paleniem papierosów, jedzeniem, wykonywaniem makijażu oraz wieloma innymi czynnościami.

Wielkość oraz różnorodność przyczyn powstawania zjawiska kongestii transportowej powoduje, iż nie jest ona zjawiskiem jednorodnym. Dodatkowo cechuje się bardzo dużą zmiennością w przestrzeni i czasie, a jej występowanie od zawsze prowadziło do powstawania negatywnych skutków.

2. OBIEKT BADAŃ

Obiektem badań są systemy transportu drogowego realizujące zadania przewozowe po infrastrukturze drogowej w miastach Bydgoszczy, w ustalonych przedziałach czasowych.

Ze względu na rozkład przestrzenny badanego miasta do oceny kongestii w tym mieście zrealizowano badania natężenia ruchu w kierunku osi głównej miasta Wschód – Zachód. Wybór tych ulic nie jest przypadkowy gdyż jest to główna arteria powstającej aglomeracji Bydgosko – Toruńskiej.

Do badań wybrano ulice: Nakielską i Fordońską, które wchodziły w skład następujących dróg krajowych; ul. Nakielska – droga krajowa nr 80, oraz droga krajowa nr 25, ul. Fordońska – droga krajowa nr 80, droga krajowa nr 5, oraz trasa europejska E261.

Przedmiotem badań jest ocena wpływu infrastruktury drogowej na powstanie zjawiska kongestii. Badania przeprowadzono jako eksperyment bierny polegający na analizie danych źródłowych Zarządu Dróg Miejskich i Komunikacji Publicznej. Na podstawie danych z okresu sześciu miesięcy tj. 01.03.2012 – 31.08.2012 r. przedstawiono średnią natężenia ruchu drogowego w skali półrocznej na określonym punkcie pomiarowym, w danym przedziale czasowym w rozkładzie dobowym.

3. BADANIA NATĘŻENIA RUCHU DROGOWEGO

Na każdym z odcinków przeprowadzono pomiary natężenia ruchu drogowego, w godzinach 00 – 24.00. Ustalono dwa stanowiska pomiarowe, które zostały zaznaczone na mapie. Analiza danych dotyczyła tras wlotowych/wylotowych do miasta na trasie Wschód (ul. Fordońska) – Zachód (ul. Nakielska). Pomiarów natężenia ruchu dokonano w dwóch dniach tygodnia – zawsze środę i czwartek. Niniejszych badań dokonywano przez okres sześciu miesięcy (w przedziale czasowym 01.03 – 31.08.2012 r.) w celu przedstawienia różnic natężenia ruchu w skali półrocznej. Przy opracowywaniu wykresów natężeń ruchu drogowego ustalono jednolity podział rodzajowy na samochody: osobowe, furgonowe, ciężkie, ciężkie z przyczepą itp. Poniżej przedstawiono wykresy rozkładu natężenia ruchu oraz struktury rodzajowej dla ustalonych przekrojów. Na poniższej mapie zaznaczono trasy wlotowe/wylotowe miasta Bydgoszcz. Naniesiono następujące punkty:

- 1) Od strony zachodniej – **ul. Nakielska**
- 2) Od strony wschodniej – **ul. Fordońska**

W niniejszej analizie badań wyróżniono następującą strukturę rodzajową [7]:
O - pojazdy osobowe, F - pojazdy furgonowe, C - pojazdy ciężarowe, CP - pojazdy ciężarowe z przyczepą, A – autobusy, W - ciągniki rolnicze, M – motocykle, R – rowery.

Strukturę rodzajową przedstawiono na podstawie czterech następujących przekrojów [8]:

- suma [P/h] - suma pojazdów rzeczywistych,
- suma [E/h] - suma pojazdów umownych,
- udział [%] - procentowy udział poszczególnych typów pojazdów,
- Upc [%] - procentowy udział pojazdów ciężkich.
- pojazdy rzeczywiste [P] – pojazdy uczestniczące w potoku ruchu.
- pojazdy umowne [E] – pojazdy odpowiadające pojazdom osobowym (przelicza się je za pomocą odpowiednich współczynników przeliczeniowych, których wartość zależy od rodzaju pojazdu, charakterystyki elementów układu drogowego, pochylenia podłużnego niwelety jezdni).



Rys. 2 Wykaz punktów pomiarowych

Zróżnicowane właściwości techniczno – ruchowe pojazdów powodują, że w różny sposób oddziałują one na strumień ruchu. To oddziaływanie różnych pojazdów na strumień w stosunku do samochodu osobowego – przyjętego za umowy – wyraża się za pomocą odpowiednich współczynników ekwiwalentnych.

Analizując dane Zarządu Dróg Miejskich i Komunikacji Publicznej z przedziału czasowego 01.03.2012 r. – 31.08.2012 r. [9] wyliczono średnią natężenia ruchu drogowego z okresu sześciu miesięcy, odrębnie dla każdego przedziału czasowego, dla określonej struktury rodzajowej.

- SDR – średnio dobowy ruch pojazdów – obliczona na podstawie pomiarów (ZDMiKP) lub prognozowana liczba pojazdów rzeczywistych przejeżdżających przez dany przekrój drogi w ciągu 24 kolejnych godzin średnio w ciągu jednego roku [P/doba]

4. PRZYKŁADOWE WYNIKI BADAŃ

Tab.1 Średnie dobowe natężenie ruchu drogowego na ul. Nakielskiej - w kierunku Belma

Przedział czasowy	Struktura rodzajowa [P/h]0								Suma [P/h]	Suma [E/h]	Udział [%]	Upc [%]
	O	F	C	CP	A	W	M	R				
0.00-1.00	41	1	0	0	0	0	0	0	42	42	0,4 %	0,0
1.00-2.00	38	0	0	1	0	0	0	0	39	41	0,4 %	2,6
2.00-3.00	28	1	0	0	0	0	0	0	29	29	0,3 %	0,0
3.00-4.00	29	1	0	0	0	0	0	0	30	30	0,3 %	0,0
4.00-5.00	77	0	0	2	1	0	0	0	80	85	0,8 %	3,8
5.00-6.00	293	4	0	0	5	0	0	0	302	310	2,9 %	1,7
6.00-7.00	464	2	3	0	6	0	0	0	475	486	4,5 %	1,9
7.00-8.00	471	5	0	0	5	0	0	0	481	489	4,6 %	1,0
8.00-9.00	543	16	2	1	6	0	0	0	568	580	5,4 %	1,6
9.00-10.00	556	8	0	1	4	0	0	0	569	577	5,4%	0,9
10.00-11.00	603	9	1	0	5	0	0	0	618	626	5,9 %	1,0
11.00-12.00	573	7	2	0	4	0	0	0	586	593	5,6 %	1,0
12.00-13.00	593	8	0	0	5	0	0	0	606	614	5,8 %	0,8
13.00-14.00	696	8	0	0	6	0	0	0	710	719	6,7 %	0,8
14.00-15.00	740	7	1	0	6	0	0	0	754	764	7,2 %	0,9
15.00-16.00	779	6	1	0	7	0	0	0	793	804	7,5 %	1,0
16.00-17.00	771	6	1	0	7	0	0	0	785	796	7,5 %	1,0
17.00-18.00	782	4	0	0	6	0	0	0	792	801	7,5 %	0,8
18.00-19.00	679	3	1	0	6	0	0	0	689	699	6,5 %	1,0
19.00-20.00	577	4	0	0	5	0	0	0	586	594	5,6 %	0,9
20.00-21.00	399	2	0	0	4	0	0	0	405	411	3,8 %	1,0
21.00-22.00	324	2	0	0	4	0	0	0	330	336	3,1 %	1,2
22.00-23.00	174	1	0	1	3	0	0	0	179	185	1,7 %	2,2
23.00-0.00	82	1	0	1	2	0	0	0	86	91	0,8 %	3,5
Suma	10312	106	12	7	97	0	0	0	Upc [%] = 1,10			
Natężenie ruchu [P/24h] = 10534												
Natężenie ruchu [E/24h] = 10698												

W tabeli 1 przedstawiono średnie dobowe natężenia ruchu drogowego pomiarów wykonywanych w środy w przedziale czasowym od 01.03.2012 – 31.08.2012 r. na przekroju ul. Nakielskiej – w kierunku Belma. Średnio w ciągu doby odnotowano łącznie 10534 pojazdy rzeczywiste, natomiast pojazdy umowne stanowiły łącznie liczbę 10698 pojazdów. Największy procentowy udział w natężeniu ruchu drogowego stanowiły pojazdy osobowe, stanowiły 96% ogółu. Największą liczbę pojazdów umownych zanotowano w godzinach 15.00 - 18.00, wynosiła ona około 800 pojazdów/h. W skali doby pojazdy te stanowiły około 22,5% wszystkich pojazdów. Wyniki kształtowały się następująco:

- między 15.00 - 16.00 odnotowano 804 pojazdy
- między 16.00 - 17.00 odnotowano 796 pojazdów
- między 17.00 - 18.00 odnotowano 801 pojazdów

Najmniejszą liczbę pojazdów umownych zanotowano między 0.00 - 4.00, kształtowała się ona w przedziale około 30 - 40 pojazdów/h. W skali doby pojazdy te stanowiły około 0,01% wszystkich pojazdów. Wyniki kształtowały się następująco:

- między 0.00 - 1.00 odnotowano 42 pojazdy
- między 1.00 - 2.00 odnotowano 41 pojazdów
- między 2.00 - 3.00 odnotowano 29 pojazdów
- między 3.00 - 4.00 odnotowano 30 pojazdów

PODSUMOWANIE

Analizując średnie półroczne wyniki natężenia ruchu drogowego na ul. Nakielskiej, wyliczono iż, w środę na ul. Nakielskiej w godzinach pomiarów odnotowano łącznie w obu kierunkach 21764 pojazdy rzeczywiste, natomiast w czwartki średnia natężenia ruchu drogowego w obu kierunkach wyniosła 22472 pojazdy rzeczywiste. Zauważyć można, że średnia natężenia ruchu drogowego ze środy w porównaniu do czwartku jest równomierna, różnica w natężeniu wynosi zaledwie 708 pojazdów w skali doby, czyli niecałe 4%,

Analizując średnie półroczne wyniki natężenia ruchu drogowego na ul. Fordońskiej, wyliczono iż, w środę na ul. Fordońskiej w godzinach pomiarów odnotowano łącznie w obu kierunkach 38314 pojazdów rzeczywistych, natomiast w czwartki średnia natężenia ruchu drogowego w obu kierunkach wyniosła 34161 pojazdów rzeczywistych. Zauważyć można, że średnia natężenia ruchu drogowego ze środy w porównaniu do czwartku jest równomierna, jednak nie jest to różnica tak mała jak miało to miejsce na ul. Nakielskiej. Różnica w natężeniu wynosi ponad 4 tysiące pojazdów w skali doby, czyli jest to około 10% różnicy, porównując środę do czwartku.

BIBLIOGRAFIA

1. Vickery W. S., *Congestion Theory and Transport Investment*, " The American Economic Review " 1969, nr 2, s. 251-252.
2. Ciesielski M., *Ekonomika infrastruktury transportowej*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań, 1992, s. 34-35.
3. Ciesielski M.: *Koszty kongestii transportowej w miastach*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1986.
4. Ashton W. D, *The Theory of Road Traffic Flow*, Methuen and Co. Ltd, New York John Wiley and Sons Inc. London, 1966, s. 18,
5. *Traffic Congestion and Reliability, Trends and Advanced Strategies for Congestion Mitigation*, Cambridge Systematics, Inc., Texas Transportation Institute, 2005, s. 22-23
6. Igliński H., *Kongestia transportowa w Poznaniu i wybrane sposoby jej ograniczania*, „Transport Miejski i Regionalny” 2009, nr 3, s. 7.
7. Ciesielski M., Szudrowicz A., *Ekonomika transportu*, Poznań 2001, s.15-27
8. Brol R. *Ekonomika i zarządzanie miastem*, Wrocław 2004, s. 9-23
9. Zarząd Dróg Miejskich i Komunikacji Publicznej, Raport o stanie bezpieczeństwa ruchu drogowego - Bydgoszcz 2008

TRANSPORT CONGESTION IN CHOSEN URBAN AREA

Abstract

The term "congestion" comes from Latin and means a concentration or accumulation, or similar to its meaning in English, congestion and overload. For transport congestion means the most congested state of the transport infrastructure and vehicles. transport congestion is defined as a situation in which the demand for building infrastructure prevents free movement at the maximum authorized speed of traffic. Thus, congestion occurs with the appearance of an excessive demand, excess capacity infrastructure asset. Additionally, the solution of problems associated with the congestions in many cases can be considered the basis for a solution wider transport problems. Therefore, transport policy can set the rank of goals, aims to reduce the level of congestion. Thus, there are reasons to isolate the problems of congestion, and to study them in the context of more

Autorzy:

dr inż. **Piotr Bojar** – Uniwersytet Technologiczno – Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Zakład Transportu i Eksploatacji,

dr inż. **Bogdan Landowski** – Uniwersytet Technologiczno – Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Zakład Transportu i Eksploatacji,

Prof. Dr hab. inż. **Maciej Woropay** – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych w Warszawie

dr inż. **Łukasz Muślewski** – Uniwersytet Technologiczno – Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Zakład Inżynierii Materiałowej,

dr inż. **Piotr Kolber** – Uniwersytet Technologiczno – Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Zakład Sterowania,