



JACEK DURCZAK

jacekdurczak@gmail.com



ARKADIUSZ MADAJ

Politechnika Poznańska
arkadiusz.madaj@put.
poznan.pl

Zmiany w rozkładzie natężeń ruchu na skrzyżowaniu jako skutek prowadzonych robót budowlanych

Roboty związane z budową, przebudową lub remontem dróg i obiektów inżynierskich powodują określone utrudnienia w komunikacji. Zmiany w ruchu drogowym wynikające z utrudnień występują nie tylko bezpośrednio przy miejscu lokalizacji robót, ale zauważalne są również w znacznie bardziej odległych obszarach. W artykule, na przykładzie rozbudowy mostu Lecha w Poznaniu (fot. 1), przedstawiono analizę zmian w natężeniach ruchu na skrzyżowaniu ul. Bałtyckiej (droga krajowa)

i Gdyńskiej (droga wojewódzka) na skutek utrudnień wynikających ze zmian w organizacji ruchu, w związku z prowadzonymi robotami budowlanymi. Porównane zostały natężenia ruchu dla poszczególnych kierunków skrzyżowania znajdującego się w bezpośrednim sąsiedztwie prowadzonych robót, z okresu przed rozpoczęciem robót budowlanych oraz w trakcie ich prowadzenia. Porównania dokonano analizując natężenia ruchu na kierunkach dojazdowych do prowadzonych robót.

Rys historyczny sieci drogowej w analizowanym rejonie [1]

Początki aktualnego układu sieci drogowej zlokalizowanej w sąsiedztwie mostu Lecha, tj. miejsca prowadzonej analizy zmian natężenia ruchu, sięgają pierwszej połowy XIX wieku i związane są z fortyfikowaniem będącego wówczas pod pruskim panowaniem miasta Poznań. W latach 1828–1860 w liniach okalających centrum miasta wybudowany został przez Prusaków system wałów i fortów. Jako, iż wybudowany system nie okazał się wystarczająco skuteczny do obrony przez obstrzałem wrogiej artylerii, zdecydowano o budowie drugiego pierścienia obronnego. Wybudowany w latach 1850–1880 pierścień składał się z dziewięciu mniejszych fortów (forty I–IX) uzupełnionych pomocniczymi fortami pośrednimi (Ia–IXa). System nowych fortów został wysunięty w stosunku do wewnętrznych obwałowań o ok. 5 km. W celu zaopatrzenia logistycznego i sprawnego prowadzenia manewrów wojskowych, forty połączone zostały, przebiegającą równoległe do linii ewentualnego frontu, drogą rokadową, zwaną również szosą okrężną. Stworzono tym sposobem obwodnicę Poznania, przerwana od południa i północy korytem rzeki Warty. Obwodnica połączona była z centrum za



Fot. 1. Widok na most od strony wschodniej (fot. Jakub Błoszyk / newspix.pl)

pomocą dróg promieniowych. Bezpośrednio do fortów prowadziły krótkie drogi dojazdowe.

Po II wojnie światowej północna obwodnica miasta znalazła się w ciągu trasy tranzytowej łączącej wschód i zachód kraju. W 1950 r. podjęta została decyzja o budowie stałej przeprawy przez rzekę Wartę w tej części dawnej szosy okrężnej. Budowę rozpoczęto w 1951 r., a zakończono w 1954 r. Razem z mostem wybudowano nowe odcinki ulic Bałtyckiej i Lechickiej, tym samym stworzono nową północną obwodnicę Poznania. Ruch samochodowy na moście w pierwszych kilkunastu latach po jego wybudowaniu był niewielki, ale systematycznie wzrastał. Tendencję tę potęgowała nowa sytuacja gospodarcza oraz unikanie czasochłonnego i kosztochłonnego w tym okresie transportu kolejowego. Doprowadziło to do sytuacji, w której na północnej obwodnicy i moście zaczęły tworzyć się kolejki samochodów. Problem ten postanowiono rozwiązać w 1995 r. podejmując decyzję o budowie nowego mostu zlokalizowanego w bezpośrednim sąsiedztwie mostu Lecha, po jego południowej stronie. Budowa trwała 28 miesięcy i w dniu 27 lipca 1999 r. nastąpiło jego otwarcie. Tym samym, dotychczasowa, północna nitka mostu, mająca dwupasową jezdnię, przejęła ruch samochodowy na kierunku Warszawa–Świecko, a południowa (3 pasy ruchu) – ruch w kierunku odwrotnym (fot. 1).

Aktualnie przebudowywana część – most północny, m.in. ze względu na zły stan techniczny oraz parametry użytkowe, stał się niewystarczający do przejścia ciągle wzrastającego ruchu. Tym samym zaszła konieczność jego rozbiórki i budowy nowego obiektu. Jako, iż obiekt ten stanowi jedną z sześciu przepraw drogowych przez rzekę Wartę, ma strategiczne znaczenie dla sprawności funkcjonalno-użytkowej sieci drogowej na tym obszarze.

Zmiany w organizacji ruchu wynikające z przebudowy

Planowane do zrealizowania roboty wiążą się z koniecznością całkowitej rozbiórki północnego mostu, a następnie z wybudowaniem w jego miejscu nowego obiektu. Jest to proces długotrwały, którego czas – od momentu zamknięcia dla ruchu do momentu zapewnienia przejezdności na nowo budowanym obiekcie szacowany jest, wg harmonogramu realizacji, na ok. 17 miesięcy. Ponieważ inwestor zrezygnował z budowy tymczasowej przeprawy na czas prowadzenia robót, zaszła konieczność wprowadzenia znaczących zmian w organizacji ruchu, mających za zadanie ograniczenia do minimum utrudnień dla uczestników ruchu i zapewnienia im maksymalnego poziomu bezpieczeństwa.

Układ komunikacyjny w bezpośrednim sąsiedztwie przebudowywanego mostu widoczny jest na rysunku 1.

W odległości kilkudziesięciu metrów od obiektu w obu kierunkach zlokalizowane są dwa skrzyżowania:

- skrzyżowanie ulic Bałtyckiej (DK92) i arcybiskupa Hłonda (DW196);
- skrzyżowanie ulic Lechickiej (DK92) i Serbskiej (DP).

Do najistotniejszych zmian wynikających z wprowadzenia tymczasowej organizacji ruchu na czas prowadzenia robót budowlanych na wymienionych skrzyżowaniach należą:

- ograniczenie liczby pasów ruchu na obiekcie w kierunku zachodnim z dwóch do jednego,
- ograniczenie liczby pasów ruchu na obiekcie w kierunku wschodnim z trzech do dwóch,
- ograniczenie liczby lewoskrętów w ul. arcybiskupa Hłonda w kierunku mostu Lecha z dwóch do jednego,
- ograniczenie prędkości do na dojeździe do obiektu do 30 km/h,
- zmiana programu sygnalizacji świetlnej.

Są one najbliższe zlokalizowanymi skrzyżowaniami dojazdowymi do mostu, a tym samym zmiany w ich organizacji, w połączeniu ze zmianami na samym obiekcie, w sposób bezpośredni przekładają się na zmiany w sieci drogowej na otaczającym je obszarze (rys. 2).

Reakcje uczestników ruchu na występowanie długotrwałych utrudnień na pokonywanej trasie

Skutkiem wprowadzenia opisanych zmian w organizacji ruchu jest zauważalny spadek przepustowości skrzyżowań i przeprawy przez rzekę objawiający się tworzeniem długich kolejek pojazdów w kierunkach dojazdowych do mostu. Przekłada się to na zmniejszenie prędkości przejazdu, wydłu-



Rys. 1. Układ komunikacyjny w sąsiedztwie przebudowywanego obiektu (źródło Google Maps)

Tabela 1. Natężenie w tzw. szczycie porannym

Nr relacji	Natężenie ruchu w godzinach 7.00-9.00								Różnica
	okres przed wystąpieniem utrudnień				okres po wystąpieniu utrudnień				
	2018-06-04	2018-06-05	2018-06-06	średnie natężenie	2018-10-08	2018-10-09	2018-10-10	średnie natężenie	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	592	601	627	607	366	323	414	368	-39%
2	900	900	829	877	415	426	528	457	-48%
3	699	640	639	660	876	939	920	912	+38%
4	157	176	160	165	150	136	153	147	-11%
5	772	792	761	775	360	303	435	366	-53%
6	1212	1235	1215	1221	496	471	641	536	-57%
7	46	52	63	54	72	94	124	97	+80%
8	191	211	183	195	212	262	228	234	+20%
9	195	225	229	217	283	285	277	282	+30%
10	535	480	517	511	391	368	387	382	-25%
11	196	206	208	204	124	146	131	134	-34%
12	497	510	499	502	421	437	423	427	-15%
13	481	550	499	510	424	457	439	440	-14%
14	648	672	710	677	635	615	654	635	-6%
15	898	974	904	926	805	759	756	774	-16%

Tabela 2. Natężenie w tzw. szczycie popołudniowym

Nr relacji	Natężenie ruchu w godzinach 15.00-17.00								Różnica
	okres przed wystąpieniem utrudnień				okres po wystąpieniu utrudnień				
	2018-06-04	2018-06-05	2018-06-06	średnie natężenie	2018-10-08	2018-10-09	2018-10-10	średnie natężenie	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	505	486	558	517	289	272	311	291	-44%
2	691	701	732	708	386	374	439	400	-44%
3	509	507	557	525	1016	1018	1003	1013	+93%
4	228	215	217	220	234	226	223	228	+3%
5	724	774	784	761	406	437	405	416	-45%
6	1209	1136	1160	1169	459	550	604	538	-54%
7	94	89	82	89	138	182	149	157	+76%
8	287	320	299	302	338	376	372	362	+20%
9	448	407	418	425	527	518	548	531	+25%
10	685	689	683	686	437	447	450	445	-35%
11	242	195	227	222	163	153	144	154	-30%
12	475	494	474	481	398	415	399	404	-16%
13	480	507	498	495	419	445	411	425	-14%
14	932	942	994	956	788	772	779	780	-18%
15	1174	1198	1224	1199	940	944	921	935	-22%

zony czas podróży, zniecierpliwienie kierowców. Tego typu utrudnienia w krótkiej perspektywie czasowej (kilka dni) przeważnie wywierają niewielki wpływ na zachowania kierowców takie jak wybór trasy czy środka transportu. Jednak perspektywa czasowa utrudnień trwających kilkanaście miesięcy wpływa na ww. zachowania w sposób znaczący i zauważalny.

Do podstawowych reakcji na długotrwałe utrudnienia na pokonywanej trasie należą [2]:

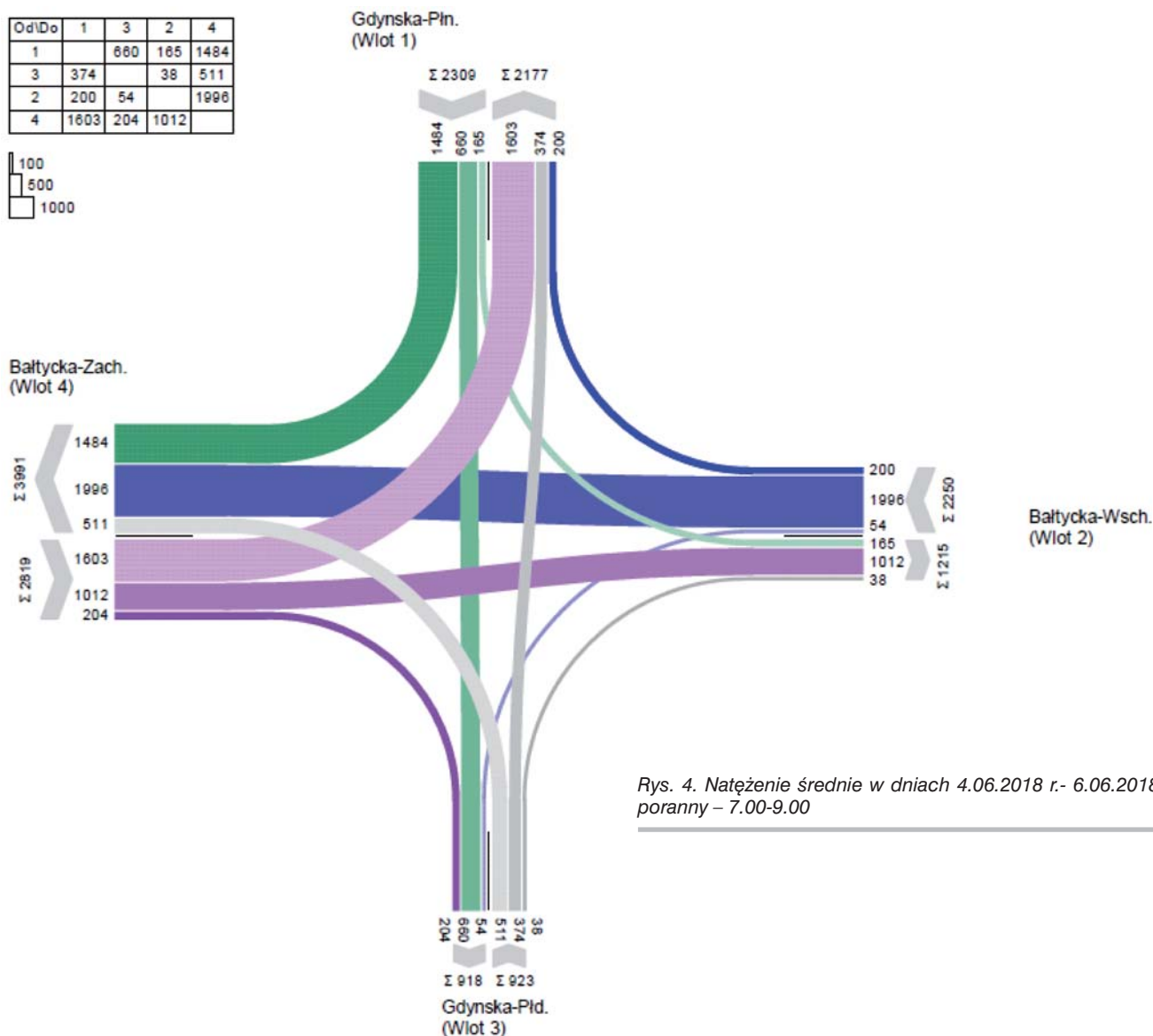
- uwzględnienie utrudnień przy planowaniu czasu podróży,
- zmiana trasy podróży,
- zmiana środka transportu,
- łączenie różnych środków transportu,
- rezygnacja z podróży.

O ile uwzględnienie utrudnień przy planowaniu czasu podróży jest reakcją najmniej gwałtowną a rezygnacja z podróży najbardziej „radykalną”, o tyle najpopularniejszym działaniem w takich przypadkach wydaje się być zmiana trasy podróży. Jeżeli to możliwe, odbywa się to poprzez próby znalezienia trasy umożliwiającej ominięcie odcinka z utrudnieniami w możliwie zbliżonym czasie podróży i długości pokonywanej trasy. Reakcję tą można zaobserwować

analizując natężenia ruchu dla kierunków prowadzących w stronę występujących utrudnień oraz kierunków omijających utrudnienia, z natężeniami z okresu sprzed ich występowania.

Porównanie natężeń ruchu na skrzyżowaniu dla okresu występowania utrudnień i okresu sprzed ich występowania

Próbie zobrazowania reakcji jaką jest zmiana trasy podróży przeprowadzono na przykładzie skrzyżowania ulic Bałtyckiej i Gdyńskiej w Poznaniu. Jest to skrzyżowanie dróg DK92 (kierunek wschód-zachód) oraz DW196 (północ-południe). Zlokalizowane jest ono na wschód od występujących utrudnień, w odległości ok. 1 km. Ulica Gdyńska jest drogą klasy Z, o przekroju dwujezdniowym, dwupasowym (2,2), zaprojektowaną na ruch kategorii KR5. Ulica Bałtycka to droga klasy G (2,2) i kategorii ruchu KR6. Skrzyżowanie jest skrzyżowaniem czterowlotowym, skanalizowanym, wyposa-



Rys. 4. Natężenie średnie w dniach 4.06.2018 r.- 6.06.2018 r., szczyt poranny – 7.00-9.00

żonym w sygnalizację świetlną. Na dojazdach do skrzyżowania przekroje się poszerzają a kierunki na poszczególnych wlotach kształtują się następująco:

a) wlot północny (ul. Gdyńska) – 4 pasy ruchu:

- kierunek w lewo,
 - kierunek na wprost,
 - 2 pasy w kierunku w prawo,
- dopuszczalna prędkość na wlocie wynosi 60 km/h

b) wylot północny (ul. Gdyńska) – 2 pasy ruchu:

- kierunki na wprost wyprowadzające potoki w kierunku północnym,

c) wlot południowy (ul. Gdyńska) – 3 pasy ruchu:

- kierunek w lewo
- kierunek na wprost,
- kierunek na wprost oraz w prawo,

d) wylot południowy (ul. Gdyńska) – 2 pasy ruchu:

- kierunek na wprost (wyprowadza potoki w kierunku południowym),

e) wlot wschodni (ul. Bałtycka) – 3 pasy ruchu:

- kierunek w lewo,
 - kierunek na wprost,
 - kierunek w prawo i na wprost,
- dopuszczalna prędkość na wlocie wynosi 60 km/h

f) wylot wschodni (ul. Bałtycka) – 2 pasy ruchu:

- kierunek na wprost (wyprowadza potoki w kierunku wschodnim)

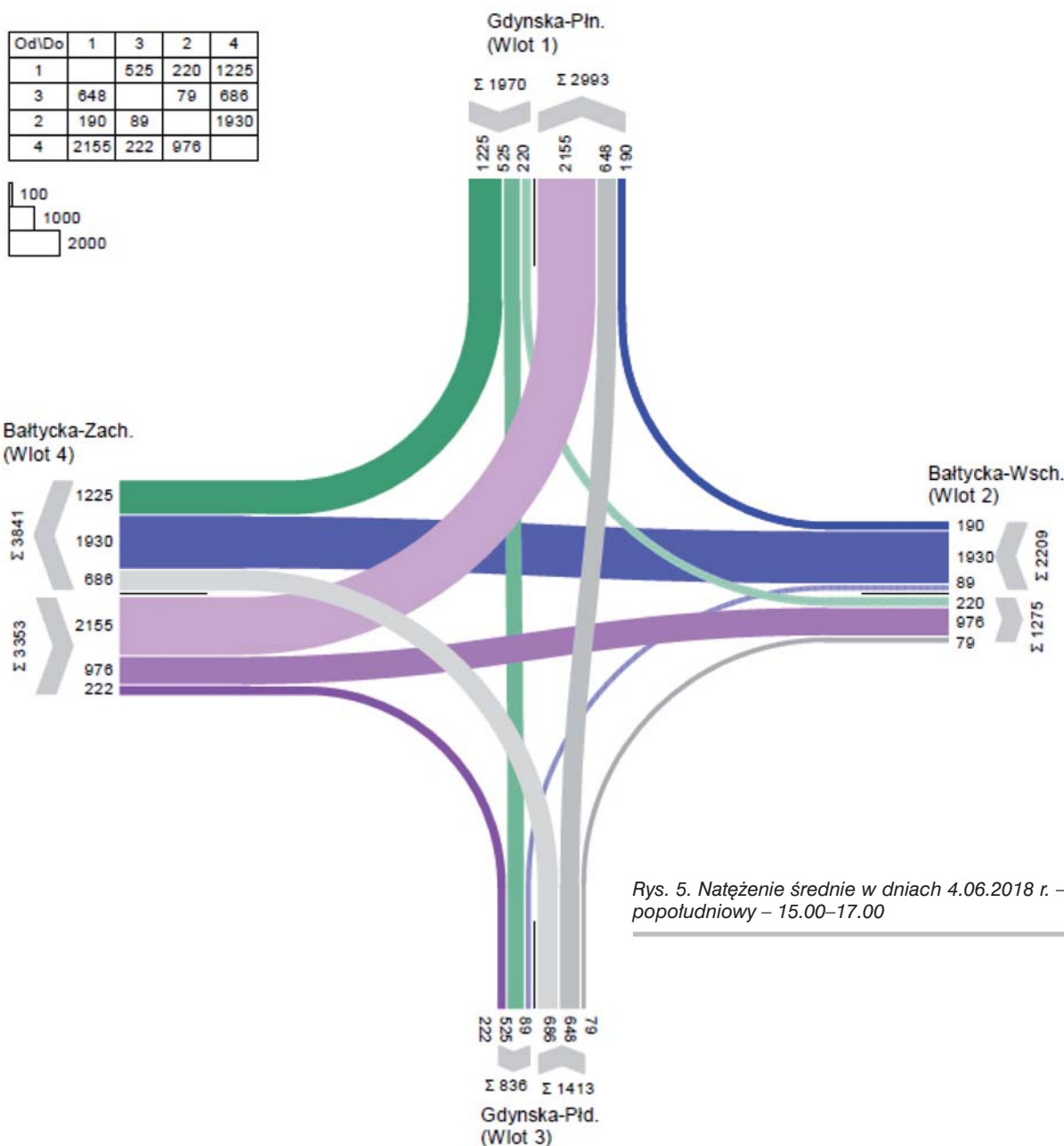
g) wlot zachodni (ul. Bałtycka) – 5 pasów ruchu:

- 2 pasy dla kierunku w lewo,
 - 2 pasy dla kierunku na wprost,
 - 1 pas dla kierunku w prawo,
- dopuszczalna prędkość na wlocie wynosi 60 km/h

h) wylot zachodni (ul. Bałtycka) – 2 pasy ruchu:

- kierunek na wprost (wyprowadza potoki ruchu w kierunku zachodnim).

Opisaną organizację ruchu z okresu sprzed występowania utrudnień obrazuje rysunek 3 [4].



Rys. 5. Natężenie średnie w dniach 4.06.2018 r. – 6.06.2018 r., szczyt popołudniowy – 15.00–17.00

W celu zobrazowania reakcji, jaką jest wybór alternatywnej trasy podróży, dokonano porównania natężeń ruchu dla poszczególnych kierunków na wlotach na skrzyżowanie, w okresach sprzed i w trakcie występowania utrudnień.

Do analizy wykorzystano pomiary natężenia ruchu z tzw. szczytu porannego w godz. 7.00–9.00 oraz popołudniowego w godz. 15.00–17.00. z następujących okresów:

- 4.06.2018 r. (poniedziałek) – 6.06.2018 r. (środa) – tj. dla okresu przed występowaniem utrudnień związanych z rozbudową
- 8.10.2018 r. (poniedziałek) – 10.10.2018 r. (środa) – tj. dla okresu występowania utrudnień.

Pomiary zostały pozyskane od zarządcy dróg i nie uwzględniają struktury rodzajów pojazdów.

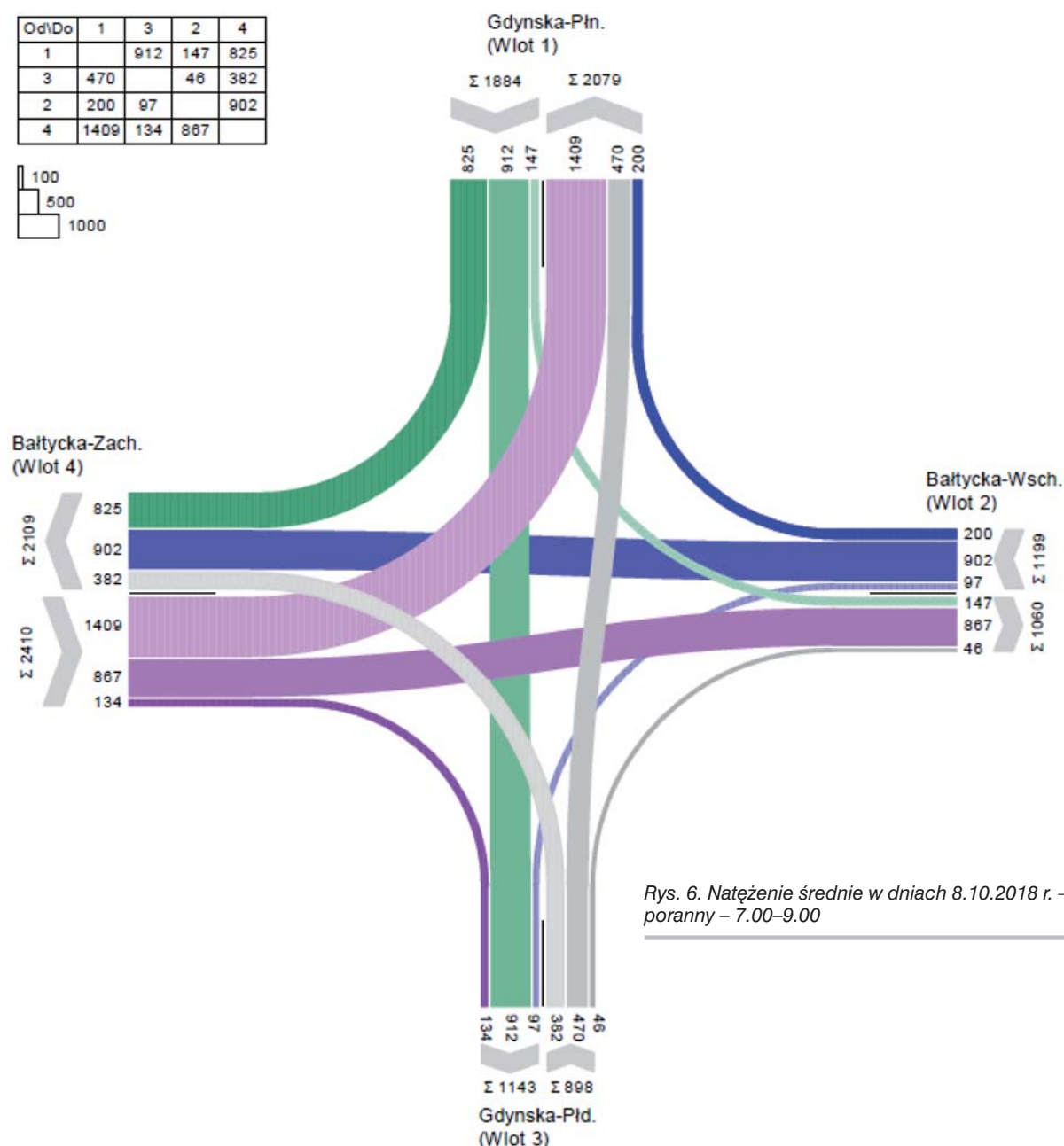
Wyniki pomiarów zostały zestawione w tabeli 1 i 2. Dla ułatwienia analizy kierunki na wlotach skrzyżowania zostały

ponumerowane (kol. 1) zgodnie z ruchem wskazówek zegara, licząc od wlotu północnego (rys. 3).

Poszczególne kierunki ruchu zostały w tabeli oznaczone wg następującego schematu:

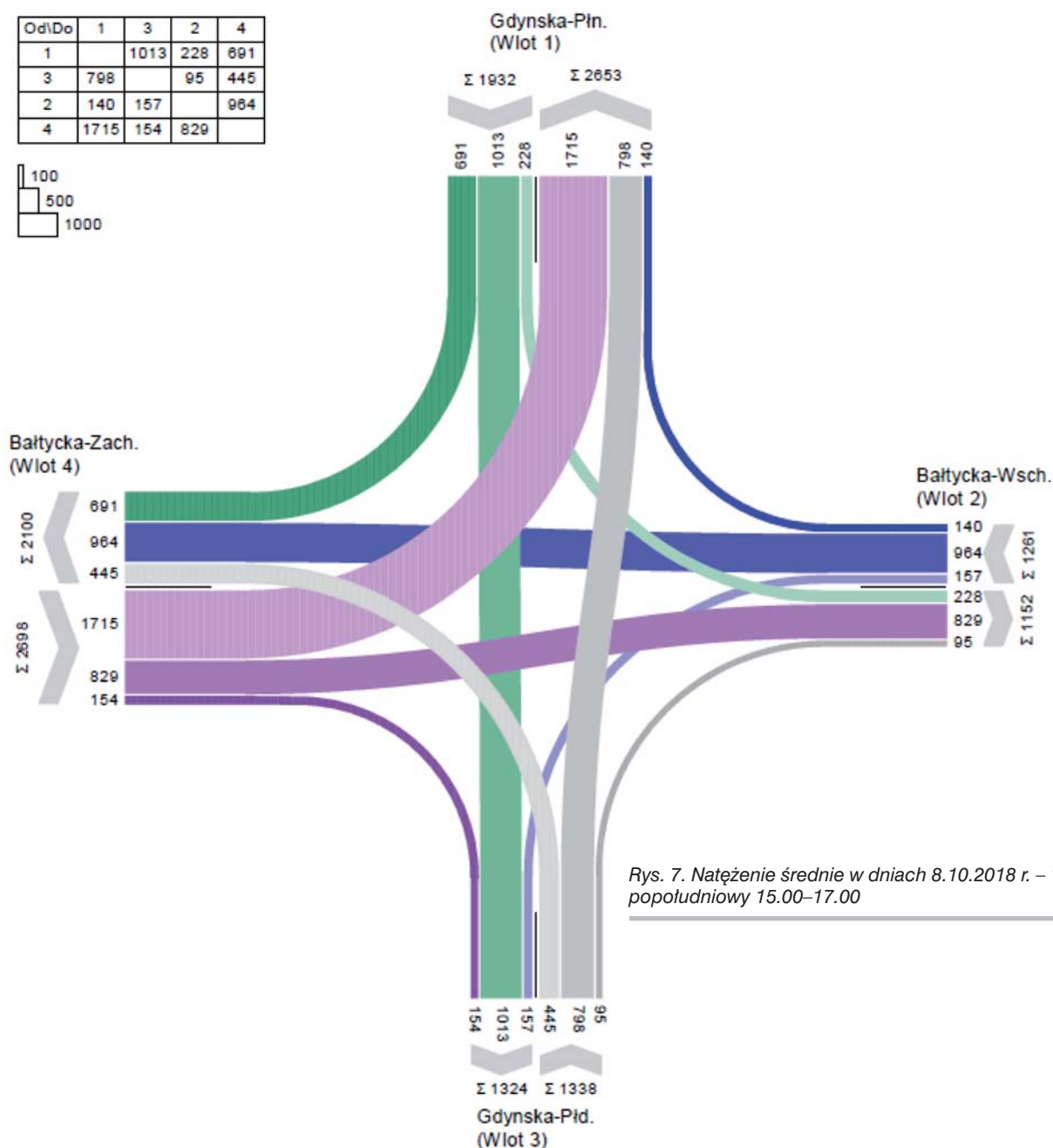
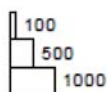
- kierunki ruchu prowadzące w stronę występowania utrudnień – kolor czerwony;
- kierunki ruchu od strony występowania utrudnień – kolor zielony;
- kierunki ruchu omijające występowania utrudnień – kolor niebieski;
- kierunku ruchu „neutralne” – kolor pomarańczowy.

W kolumnie 5 i 9 tabel 1 i 2 zestawiono wartości średnie natężeń dla poszczególnych kierunków obliczonych jako średnia arytmetyczna pomiarów z 3 dni. Powyższe wartości zostały przedstawione graficznie na rysunkach 4–7 za pomocą kartogramów ruchu.



Rys. 6. Natężenie średnie w dniach 8.10.2018 r. – 10.10.2018 r., szczyt poranny – 7.00–9.00

Od\Do	1	3	2	4
1		1013	228	691
3	798		95	445
2	140	157		964
4	1715	154	829	



Rys. 7. Natężenie średnie w dniach 8.10.2018 r. – 10.10.2018 r., szczyt popołudniowy 15.00–17.00

Analizując dane zamieszczone w tabelach 1 i 2 wyraźnie zaobserwować można następujące zmiany:

- zmniejszenie natężeń na kierunkach ruchu prowadzących w stronę utrudnień (kolor czerwony) na poziomie 25–57%,
- wzrost natężeń na kierunkach ruchu umożliwiających omińnięcie utrudnień (kolor niebieski) na poziomie 38–93%,
- zmniejszenie natężeń na kierunkach ruchu od strony występowania utrudnień (kolor zielony) na poziomie 6–34%,

Należy zaznaczyć, iż natężenia na kierunkach ruchu oznaczonych kolorem pomarańczowym i zaklasyfikowane na potrzeby tego opracowania jako „neutralne”, również wynikają z występowania utrudnień. Aby jednak prawidłowo określić powiązanie z występowaniem utrudnień, należałoby rozpa-

trywać je w szerszej perspektywie, na znacznie większym obszarze sieci drogowej.

Podsumowanie

O ile przeprowadzona analiza tylko potwierdza tendencję do omijania przez kierowców utrudnień, o tyle skala różnic w natężeniach dla poszczególnych kierunków powoduje, iż należy się zastanowić, jaki wpływ mogą one mieć na wydajność sieci drogowej na danym obszarze. Tym samym, należy zadać pytanie, czy wprowadzanie zmian w organizacji ruchu, jako skutek prowadzonych robót budowlanych dla tak strategicznych dla działania sieci drogowej obszarów, nie powinno być rozpatrywane w znacznie szerszym kontekście niż jedynie w bezpośrednim sąsiedztwie prowadzonych robót. Często się zdarza, że drogi przejmujące strumienie

ruchu omijające utrudnienia nie są do tego przystosowane, biorąc pod uwagę ich parametry takie jak: przekrój, konstrukcja nawierzchni czy przepustowość [3]. Sprowadza się to w praktyce do „rozlewania” utrudnień na znacznie bardziej rozległe obszary sieci drogowej i skutkować może m.in.:

- dalszym zwiększaniem utrudnień,
- pogorszeniem bezpieczeństwa i komfortu mieszkańców tych obszarów,
- degradacją infrastruktury drogowej nieprzystosowanej do takiego dużego obciążenia ruchem,
- pogorszeniem stanu środowiska na tych obszarach (spaliny, hałas).

Niekorzystnych skutków można uniknąć, analizując na etapie projektowania wpływ wprowadzanych zmian w organizacji ruchu na znajdujące się w otoczeniu prowadzonych robót, strategiczne z punktu widzenia funkcjonowania sieci drogowej, skrzyżowania. Analizę umożliwia wykonanie modeli symulacji ruchu, które z dużą dokładnością pozwalają określić, gdzie przekierowane zostaną główne strumienie ruchu, a tym samym, jakie zmiany zajdą w natężeniach na poszczególnych kierunkach. Wiedza ta pozwala na reago-

wanie na niekorzystne zmiany na odpowiednio wczesnym etapie (projektowanie) poprzez dostosowanie organizacji ruchu na drogach i skrzyżowaniach przejmujących przekierowane strumienie ruchu.

Przeprowadzenie opisanych analiz na etapie opracowywania projektów czasowej organizacji ruchu, a przed jej wprowadzeniem, jest zabiegiem wymagającym dodatkowego czasu oraz środków finansowych, które przeznaczyć trzeba na ich wykonanie. Są to jednak rozwiązania nieporównywalnie łatwiejsze i tańsze do wprowadzenia, aniżeli usunięcie skutków ich pominięcia.

Bibliografia

- [1] Andrzej Ryżyński, *Historia poznańskiego mostu Lecha*, Kronika Miasta Poznania nr 2 2002 r.
- [2] Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M.: *Inżynieria Ruchu Drogowego*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008.
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach [Dz.U. z 2003, Nr 220, poz. 2181 z późn. zmianami].
- [4] Buk K., *Projekt stałej organizacji ruchu*, Biuro Projektów Trasa sp. z o.o.