

MONIKA STĘPIEŃ

Kielce University of Technology
Faculty of Civil and Environmental Engineering
al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce, Poland

e-mail: monikas@tu.kielce.pl

TRAFFIC CONDITIONS ASSESSMENT FOR CROSSING: SANDOMIERSKA – ŹRÓDŁOWA STREETS IN KIELCE

Abstract

For better flow of the traffic in the cities crossings with central islands are good solution. Problems begin with overload caused by heavy urban traffic as well as through traffic. Moreover, the traffic is much heavier from year to year. The results of traffic analysis at one of the most important crossing in Kielce are presented in this paper. There are also presented the results of functionality of this crossing after amending to traffic regulation, geometry factors and program group diagram. This elaboration signalizes that the only alternative to improve traffic condition on the crossing could be an elimination some groups of users, building and ensuring an access to the beltway or rebuilding of the crossing to the other type. The elimination of through traffic from the city should automatically reduce the traffic load factor on the crossing and reinstate an acceptable traffic conditions.

Keywords: crossings, traffic conditions, traffic flow, through traffic

1. Introduction

Crossing: IX Wieków Kielce – Źródłowa – Sandomierska – Solidarności streets is very important for streetscape in the city of Kielce. It leads urban traffic and through traffic, including generally heavy vehicle traffic. The crossing is situated in the eastern part of the city on the intersection of two main roads: number 73 Wiśniówka – Kielce – Jasło, number 74 Sulejów – Kielce – Zosin – the Polish borderline and the district road number 762 Kielce – Chęciny – Małogoszcz.

A big impediment in traffic, especially during peak hour, nuisance caused by significant heavy vehicle rate in a traffic and analysis of traffic incidents contributed to the interest in this problem. Traffic conditions analysis and assesment was necessary.

2. Characteristic of the crossing

It is a four inlet crossing with central island and widened inlets. Traffic is led around a central island 30 metres in diameter. It is a crossing of divided highway and fixe time method of control. The traffic control is coordinated with signal group diagrams of next crossings. The program group diagram cycle lasts 78.0 sec.

Crossing under discussion was designed at the time when the traffic intensity was much smaller than today and it was built according to the outdated

specification. Either the geometry solution or traffic organization of the crossing is not matching today's regulations.

During stocktaking of crossing on the 2nd May 2008 there was noticed that some issues did not meet requirements according to Polish standards. The day was randomly chosen from the measuring period (April – October, from Tuesday up to Thursday). It is necessary to mention about:

- lack of individual left – turn lanes on two inlets of the crossing,
- length of crossovers on inlets and outlets on the crossing exceeded design limits,
- incorrect length of turning lanes on the inlets,
- wrong location of signal aspect on the crossing.

3. Traffic conditions assessment for present state

On the basis of traffic count provided on the 9th April 2008 and traffic analysis, the traffic conditions assessment was done. Calculations take into account existing geometry, traffic regulation and present signal group diagram. They were done by MOP SZS 04 method. However the analytic procedure omits traffic regulation in operation.

Lack of reserve of capacity for three inlets is worrisome. On the first inlet it is 126 v/h and on others respectively: -173, -226 and -392 v/h. Load

Table 1. Participation of heavy duty traffic on the crossing, years 2000, 2006 and 2008

Inlet	Peak	Heavy duty traffic					
		2000		2006		2008	
		Number [v/h]	Part [%]	Number [v/h]	Part [%]	Number [v/h]	Part [%]
1. IX Wieków Kielc	morning	51	5.9	39	5.0	66	7.5
	afternoon	58	3.8	48	4.1	64	4.7
2. Źródłowa	morning	86	6.7	77	4.3	92	5.4
	afternoon	93	5.7	84	5.4	111	7.3
3. Sandomierska	morning	58	6.0	82	7.3	98	8.3
	afternoon	62	5.3	85	8.0	92	8.0
4. Solidarności	morning	116	10.2	83	6.7	114	8.9
	afternoon	105	8.4	39	6.0	88	5.9

factor of crossing exceeds allowed values and it is $X_{cr} = 1.11$. Calculated value of mean waste of time on the crossing is near to the limit of acceptability and it is $d_{cr} = 72.99$ s/v and for the critical group of traffic lane the value is much higher $d_{gr} = 235$ sec.

This adverse traffic conditions could be the result of significant part of heavy traffic on the crossing, which increased in the period of 2000-2008.

Comparison of heavy vehicle traffic participation on the crossing in 2000, 2006 and 2008 presents Table 1.

Comparing the years 2000, 2006 and 2008, considering the increase of heavy vehicles number and their share increment in the traffic it is necessary to notice important differences, especially on the third inlet. The inlet leads traffic of a national road number 74. During the morning peak hour heavy traffic participation increased there up to 70%. Only on the fourth inlet situation did not deteriorate.

Results of analyses show that for the group of traffic lanes on this inlet the load factor is the highest. Slight increase of the participation of heavy vehicles on this inlet could contribute to serious disturbances of the traffic on this intersection. Increase of heavy traffic in the per cent comparing years 2000, and 2008 present Table 2.

The presence of heavy traffic in the traffic flow has direct influence on the capacity and on the load factor

of the crossing. Reduced share of heavy traffic causes that the load factor on the crossing is lower and it also amends the capacity.

4. Proposed solutions

Considering heavy and steadily growing traffic (more than 5500 v/h for all inlets), and the fact that the intersection solutions don't follow up to date design requirements, three options for improvements are presented below. Their scope is to improve traffic organization and the geometrical solution with adapting of the program group diagram, aiming to the optimal use of the road network.

Three solutions are provided here. Suggested are the following options.

5. Proposed options traffic condition assessment

Results for suggested options and the comparison to existing intersection are presented on Figure 1 and 2. For option 1, where the traffic organization was changed, the best results were achieved for the cycling about the length of 90 sec. However they don't differ much with measures of the assessment of the traffic conditions for the functioning crossing. Both in terms of comparing average wastes of time, as well as the load factor for the intersection, variant 3 turned out to be the intermediate solution among remaining conceptions. The most favourable results were achieved for option

Table 2. Increase of heavy duty traffic on the crossing in 2000 and 2008

Year	Inlet No. 1		Inlet No. 2		Inlet No. 3		Inlet No. 4		ΣQc	
	The number of heavy vehicles [v/h] on peaks									
	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
2000	51	58	86	93	58	62	116	105	311	318
2008	66	64	92	111	98	92	114	88	370	355
Δc [%]	29.4	10.3	7.0	19.3	69.0	48.4	-1.7	-19.3	19.0	11.6

Table 3. Proposed changes on the intersection description

Scope of changes	Option		
	1	2	3
Geometry	without changes	<ul style="list-style-type: none"> – building the directional island triangular, – allocating left-turning lane on the inlet of the IX Wieków Kielce street and the Solidarności Ave. 	<ul style="list-style-type: none"> – building the traffic island to channelize the traffic, – correction the radius of right arcs – moving closer zebra crossings to the intersection, – correction of the width of inlets and outlets, – changing the shape of the centre island, – adapting lengths of the accumulation to current intensities
Traffic regulation	<ul style="list-style-type: none"> – allocation the left-turn lanes on two inlets: IX Wieków and Sandomierska streets 	<ul style="list-style-type: none"> – allocation the left-turn lanes on two inlets: IX Wieków and Sandomierska streets, – allocation right-turn lanes on Solidarności Ave. 	<ul style="list-style-type: none"> – left-turn lanes and right-turn lanes allocated on each inlet
Signal group diagram	Correction of the program group diagram length: Option 1a – $T_{c_{max}}$ – 90 s Option 1b – $T_{c_{min}}$ – 84 s	Correction of the program group diagram length: Option 2a – $T_{c_{max}}$ – 90 s Option 2b – $T_{c_{min}}$ – 78 s	Correction of the program group diagram length: Option 3a – $T_{c_{max}}$ – 90 s Option 3b – $T_{c_{min}}$ – 78 s

2 enforcing slight amendments in the geometry of the intersection. Maximum extend to the cycling lowered the load factor of crossing to the value below 0.95. However this value isn't satisfactory.

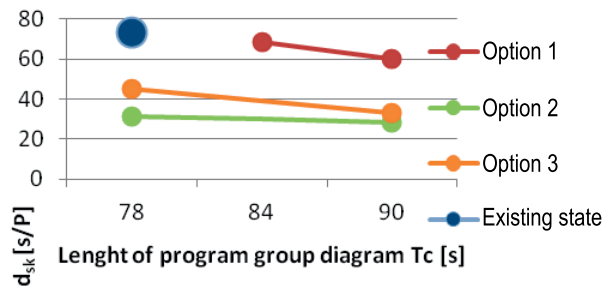


Fig. 1. Relation between average wastes of time on the intersection, and the length of the cycling

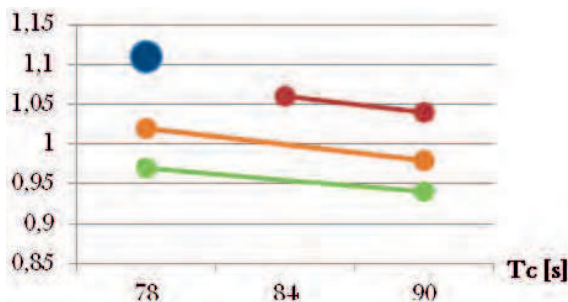


Fig. 2. Relation between the load factor of the intersection and the length of the cycling

6. Conclusions

Higher and higher traffic intensities recorded, arduousness of the heavy traffic on arterial (through traffic) for residents of cities, the noise, and results of conducted analyses shown in measures of the function effectiveness of the intersection, are explicitly calling for taking radical changes. The most effective solution guaranteeing the improvement in traffic conditions seems to be to direct through traffic, mainly heavy traffic beyond the urbanised area.

Despite attempts taken to implement amendments to the traffic regulation, geometry and the program group diagram, satisfactory results were not achieved. During the most burdened periods of the day, average wastes of time at the intersection, the load factor and other measures giving the evaluation of the functioning of the intersection are not satisfactory. Analyzed conceptions haven't improved results of analyses in a significant way. It was also noticed, that the junction is functioning better at the maximum length of the cycling for all of shown variants.

Considering the present traffic intensity and its grow in the years to come, one should expect, that crossing with central islands, won't be able to fulfil their expectations. Till the end of 2011 an investment was finalized in Kielce, which makes the crossing load much lesser. Future traffic count will show if

taken action have a positive effect. Detailed analysis of the effects of increasing participation of the heavy duty traffic on main roads in city's should be done before making the decision about not urban traffic implementation on the street in cities.

References

[1] Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M., *Road Traffic engineering*, Warsaw 2008.

[2] Stępień M., *Master's thesis: Traffic conditions assessment on the intersection Sandomierska – Źródłowa streets including the concept of changes in the traffic organization. Written under the academic supervision of Ph D, Dipl. Eng. H. Major*. Kielce University of Technology, 2008.

Monika Stępień

Ocena warunków ruchu na skrzyżowaniu ulic: Sandomierska – Źródłowa w Kielcach

1. Wstęp

Skrzyżowanie ulic: IX Wieków Kielc – Źródłowa – Sandomierska – al. Solidarności jest bardzo ważnym elementem w układzie komunikacyjnym miasta Kielce. Prowadzi ruch miejski i przelotowy dotyczący zwłaszcza pojazdów ciężkich. Skrzyżowanie znajduje się we wschodniej części miasta Kielce, na przecięciu ulic prowadzących ruch dróg krajowych: nr 73 Wiśniówka – Kielce – Jasło, nr 74 Sulejów – Kielce – Zosin – granica państwa oraz drogi wojewódzkiej nr 762 Kielce – Chęciny – Małogoszcz.

Duże utrudnienia w ruchu, zwłaszcza w okresach szczytowych natężeń ruchu, uciążliwość ze strony znacznego udziału pojazdów ciężkich w ruchu oraz przeprowadzone analizy zdarzeń drogowych przyczyniły się do zainteresowania tematem i przeprowadzenia analizy i oceny panujących na skrzyżowaniu warunków ruchu.

2. Charakterystyka skrzyżowania

Skrzyżowanie ulic: IX Wieków Kielc – Źródłowa – Sandomierska – al. Solidarności jest skrzyżowaniem czterowłotowym, skanalizowanym o poszerzonych wlotach. Ruch prowadzony jest wokół wyspy środkowej o średnicy 30 m. Wszystkie ulice są dwujezdniowe. Ruch pojazdów na skrzyżowaniu sterowany jest dwufazową sygnalizacją świetlną skoordynowaną z programami sygnalizacji sąsiednich skrzyżowań. Długość cyklu wynosi 78,0 s.

Skrzyżowanie ulic: IX Wieków Kielc – Źródłowa – Sandomierska – al. Solidarności zostało zaprojektowa-

ne dla dużo mniejszych natężeń ruchu, a także zgodnie z nieobowiązującymi dziś zasadami projektowania skrzyżowań z wyspą centralną. Do obowiązujących przepisów nie jest dostosowane rozwiązanie geometryczne, ani organizacja ruchu na skrzyżowaniu.

Podczas inwentaryzacji skrzyżowania wykonanej dla przypadkowo wybranego dnia 02.05.2008 r. zauważono, że niezgodne z aktualnymi wymogami projektowymi są:

- brak wydzielonych pasów ruchu dla pojazdów skręcających w lewo na dwóch wlotach,
- długości przejść dla pieszych przekraczające maksymalne dopuszczalne długości na wlotach i wylotach dla przejść prowadzonych w poziomie jezdni,
- długości dodatkowych pasów ruchu dla relacji skrotnych w strefie wlotów,
- lokalizacja sygnalizatorów na skrzyżowaniu.

3. Ocena warunków ruchu dla stanu istniejącego

Na podstawie pomiarów ruchu wykonanych 09.04.2008 r. oraz przeprowadzonych analiz oceniono panujące na skrzyżowaniu warunki ruchu dla istniejącego rozwiązania geometrycznego, obowiązującej organizacji ruchu oraz aktualnego programu sygnalizacji świetlnej. Obliczenia wykonano metodą MOP SZS 04. Procedura obliczeniowa nie uwzględnia jednak zastosowanej organizacji ruchu na skrzyżowaniu.

Niepokojący jest brak rezerw przepustowości aż na trzech wlotach skrzyżowania. Na wlocie nr 1 wynosi 126 P/h, na kolejnych wlotach odpowiednio

-173, -226 i -392 P/h. Stopień obciążenia skrzyżowania przekracza wartości dopuszczalne i wynosi aż $X = 1,11$. Obliczona wartość średnich strat czasu na skrzyżowaniu jest bliska granicy akceptowalności i wynosi $d_{sk} = 72,99$ s/P, a dla krytycznej grupy pasów ruchu straty czasu sięgają $d_{gr} = 235,0$ s. Niekorzystne warunki ruchu mogą być wynikiem znaczącego udziału ruchu ciężkiego na skrzyżowaniu, który wzrósł w latach 2000 – 2008. W tabeli 1 zestawiono udziały pojazdów ciężkich w latach 2000, 2006 i 2008.

Porównując lata 2000 i 2008 pod względem wzrostu liczby pojazdów ciężkich oraz zwiększenia ich udziału można zauważyć znaczne różnice, szczególnie na wlocie nr 3, prowadzącym ruch drogi krajowej. Podczas szczytu porannego ilość pojazdów ciężkich wzrosła tam nawet o 70%. Jedynie na wlocie nr 4 sytuacja nie pogorszyła się. Wyniki analiz wskazują, że dla grupy pasów ruchu na tym wlocie stopień obciążenia jest najwyższy. Nieznaczny wzrost udziału pojazdów ciężkich na tym wlocie mógłby przyczynić się do poważnych zakłóceń ruchu na skrzyżowaniu. W tabeli 1 pokazano procentowo wzrost ruchu ciężkiego zestawiając lata 2000, 2006 i 2008.

Obecność pojazdów ciężkich w ruchu bezpośrednio wpływa na przepustowość oraz stopień obciążenia skrzyżowania. Zmniejszenie udziału pojazdów ciężkich spowoduje obniżenie stopnia obciążenia skrzyżowania i poprawi jego przepustowość.

4. Koncepcje rozwiązań

Ze względu na bardzo duże natężenia ruchu kołowego (przekraczające 5500 P/h), ich ciągły wzrost, a także niezgodność rozwiązania skrzyżowania z aktualnymi wymogami projektowymi, przedstawiono koncepcje zmian w zakresie organizacji ruchu i rozwiązania geometrycznego wraz z dostosowaniem programu sygnalizacji świetlnej, zmierzające do optymalnego wykorzystania sieci drogowej. Przeprowadzono trzy próby uzyskania poprawy mierników funkcjonowania rozpatrywanego skrzyżowania. Zaproponowano trzy warianty.

5. Ocena warunków ruchu dla wariantów

Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono wyniki uzyskane dla zaproponowanych koncepcji oraz porównano je z tymi dla stanu istniejącego skrzyżowania. Dla wariantu 1, gdzie zmieniono organizację ruchu, najlepsze wyniki uzyskano dla cyklu o długości 90 s. Nie różnią się one jednak znacznie z miernikami oceny warunków ruchu dla funkcjonującego rozwiązania. Wariant 3, zarówno pod względem porównania średnich

strat czasu, jak i stopnia obciążenia skrzyżowania okazał się rozwiązaniem pośrednim wśród pozostałych koncepcji. Najkorzystniejsze wyniki uzyskano dla wariantu 2 wprowadzając nieznaczne poprawki w geometrii skrzyżowania. Maksymalne wydłużenie cyklu obniżyło stopień obciążenia skrzyżowania do wartości poniżej 0,95. Ta wartość nie jest jednak satysfakcjonująca.

6. Podsumowanie

Notowane coraz większe natężenia ruchu kołowego, uciążliwość ruchu ciężkiego przelotowego dla mieszkańców miast, a przede wszystkim związany z nim hałas drogowy, oraz wyniki przeprowadzonych analiz uwidocznione w miernikach efektywności funkcjonowania skrzyżowania, jednoznacznie skłaniają do podjęcia radykalnych zmian. Najskuteczniejszym rozwiązaniem gwarantującym poprawę warunków ruchu poprzez wyeliminowanie pewnych grup użytkowników i zmniejszenie tym samym natężenia ruchu wydaje się być skierowanie ruchu przelotowego, głównie ciężkiego, poza obszar zurbanizowany.

Pomimo podjętych prób wprowadzenia zmian w organizacji ruchu, geometrii i programie sygnalizacji świetlnej nie uzyskano satysfakcjonujących wyników. W najbardziej obciążonych okresach dnia, średnie straty czasu na skrzyżowaniu, stopień obciążenia i inne mierniki służące ocenie funkcjonowania skrzyżowania nie są zadowalające. Przeanalizowane koncepcje zmian nieznacznie tylko poprawiły wyniki analiz. Zauważono również, że dla wszystkich wariantów skrzyżowanie lepiej funkcjonuje przy maksymalnej długości cyklu.

Biorąc pod uwagę wielkości natężeń ruchu i możliwość ich wzrostu w kolejnych latach należy się spodziewać, że skrzyżowanie z wyspą centralną nie będzie w stanie sprawnie funkcjonować. W 2011 roku w Kielcach została sfinalizowana inwestycja znacznie odciążająca omawiane skrzyżowanie. Przyszłe pomiary ruchu pozwolą ustalić, czy podjęte działania wpłyną pozytywnie na warunki ruchu na skrzyżowaniu. Już przy podejmowaniu decyzji o wprowadzaniu ruchu zamiejskiego na ulice miast, powinna być wykonywana szczegółowa analiza skutków zwiększonego udziału ruchu ciężkiego na warunki ruchu skrzyżowań na miejskich odcinkach dróg krajowych.