

Elżbieta DUDA

## ZASTOSOWANIE METOD STOCHASTYCZNYCH W MODELU ZACHOWANIA SIĘ POTOKÓW RUCHU NA MAŁYCH RONDACH

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono algorytm w postaci modelu matematycznego ruchu pojazdów na małych rondach i jego wlotach dojazdowych. Algorytm został opracowany jako podstawa do budowy komputerowego modelu symulacyjnego obrazującego zachowanie się potoku pojazdów na małych rondach.

## APPLICATION OF STOCHASTIC METHODS FOR THE TRAFFIC FLOW TENDENCIES MODEL ON THE SMALL TRAFFIC CIRCLES

**Summary.** The article deals with the algorithm as a mathematical model of traffic on the small traffic circles and their inlets. The algorithm had been created as fundamentals of the computer simulation model that represents traffic tendencies on the small traffic circles.

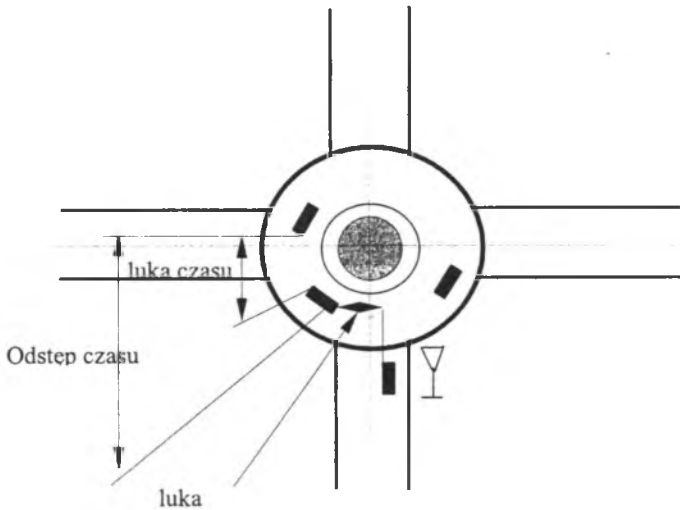
### 1. WSTĘP

Zasada funkcjonowania rond podobna jest w pewnym stopniu do istoty działania skrzyżowań z pierwszeństwem przejazdu i polega na wykorzystaniu przez pojazdy dojeżdżające do ronda luk czasu występujących w potoku pojazdów na jezdni wokół wyspy centralnej (zobacz rysunek 1).

Jeśli kierowca pojazdu osiągając podporządkowany wlot ronda uzna, że czas, jaki dzieli go od najbliższego pojazdu dojeżdżającego (po jezdni wokół wyspy centralnej) do wlotu, na którym się znajduje - czyli luka dyspozycyjna, jest wystarczający do wykonania manewru włączenia się do potoku głównego, wówczas decyduje się na natychmiastową realizację tego manewru. W przeciwnym wypadku kierowca jest zmuszony oczekiwać na taką najbliższą lukę w potoku pojazdów drogi głównej, która jest według jego oceny dostatecznie duża do wykonania określonego manewru. Jeśli w tym czasie pojawią się na wlocie podporządkowanym dalsze pojazdy, są one zmuszone do oczekiwania w kolejce na możliwość podjazdu na pierwszą pozycję przed linią podporządkowania wlotu, a następnie - na odpowiednie warunki do zrealizowania zamierzonego manewru.

Oprócz luki, odstępu i luki dyspozycyjnej, których znaczenie ilustruje rysunek 1, niezbędne jest określenie granicznego odstępu czasu. Wielkość tego odstępu, obok takich czynników i parametrów, jak: natężenie ruchu na drodze głównej, struktura ruchu, geometria ronda i organizacja ruchu, decyduje o przepustowości wlotów podporządkowanych.

W literaturze można znaleźć liczne publikacje o pomiarach odstępu granicznych, ale na skrzyżowaniach działających na zasadzie podporządkowania wlotu znakiem A – 7 (Ustąp pierwszeństwa przejazdu pojazdom) lub B – 20 (Stop).



Rys. 1. Luka, odstęp i dyspozycyjna luka czasu  
 Fig. 1. Gap, slit and disposition time gap

Spośród licznych prac opisujących techniki pomiarowe odstepu granicznego na skrzyżowaniach nieregulowanych i podających wyniki pomiarów można wymienić prace Ashwortha [13], Owensa [14], Solberga [15], prace przeprowadzone przez Politechnikę Krakowską [2]. W tej ostatniej z wymienionych prac na podstawie wyników własnych i pomiarów zagranicznych wykonanych za pomocą kamer ustalono wartości granicznych odstępów czasowych dla samochodów osobowych, którymi zalecono posługiwać się w obliczeniach symulacyjnych i analitycznych przepustowości skrzyżowań z pierwszeństwem przejazdu (zobacz tablica 1).

Tablica 1  
 Graniczne odstepy czasowe dla samochodów osobowych w [s]

Rodzaj manewru i sposób podporządkowania wlotu	Prędkość ruchu na drodze głównej $V_{85}$ (kwantyl 85 %) [km/h]		
	40	60	90
Skręt w prawo przy znaku:			
- A - 7 (Ustąp pierwszeństwa),	4,0	4,5	5,5
- B - 20 (Stop),	5,0	5,5	6,5
- <b>Ruch okrężny,</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	-
Skręt w lewo przy znaku:			
- A - 7 (Ustąp pierwszeństwa),	5,0	5,5	6,5
- B - 20 (Stop),	6,0	6,5	7,5
Krzyżowanie przy znaku:			
- A - 7 (Ustąp pierwszeństwa),	4,5	5,0	6,0
- B - 20 (Stop),	5,5	6,0	7,0
Skręt w lewo z drogi głównej:	4,0	4,5	5,0

Źródło: [2].

Aby teoretyczny model ruchu zbliżyć jak najbardziej do rzeczywistych warunków panujących na rondach, w modelu symulacyjnym poszczególnym pojazdom będą na bieżąco przypisywane indywidualne wartości odstępów granicznych zróżnicowanych w zależności od jego rodzaju (samochód osobowy lub ciężarowy) oraz wlotu, na którym zanotowano jego zgłoszenie. Indywidualne odstęp graniczne będą generowane w modelu symulacyjnym według normalnego rozkładu prawdopodobieństwa. Istnieje również możliwość zadawania dla wszystkich pojazdów zgłaszających się na danym wlocie stałego odstępu granicznego. W tym przypadku każdy kierowca zgłaszający się na wlocie będzie akceptował odstęp czasu równy granicznemu lub większy. Testowe obliczenia symulacyjne wykażą wtedy wyniki obciążone pewnym błędem wynikającym z przyjęcia dla wszystkich pojazdów takiej samej wartości odstępu granicznego, co nie jest zgodne z rzeczywistością.

W modelu założono niezmiennie zachowanie się kierowców na wlocie, tzn. że raz przypisany danemu kierowcy indywidualny graniczny odstęp czasu nie ulega już potem w trakcie cyklu symulacji zmianie w zależności od czasu oczekiwania na wlocie.

## 2. OPIS STRUKTURY MODELU

W budowanym modelu symulacyjnym wyróżniono cztery podstawowe procesy zdarzeń związanych z przejazdem pojazdu przez małe rondo. Zdarzenia te dotyczą każdego wlotu małego ronda. Są to kolejno:

- pojawienie się pojazdu w odległości około 60 m od linii podporządkowania wlotu (umownie nazwane przekrojem I),
- zgłoszenie się pojazdu na linii podporządkowania wlotu (przekrój II),
- proces obsługi, tzn. włączenie się danego pojazdu z wlotu podporządkowanego na jezdnię wokół wyspy centralnej ronda determinowane wartością granicznego odstępu czasowego pomiędzy pojazdami w potoku na jezdni ronda (przekrój III),
- zjazd pojazdu z jezdni wokół wyspy centralnej na obrany wylot z małego ronda (przekrój III).

W opracowanym modelu symulacyjnym przebieg poszczególnych sytuacji ruchowych zachodzących w obrębie małego ronda i na wlotach dojazdowych odbywa się metodą kolejnych zdarzeń w przekroju decyzji i obejmuje także śledzenie zmian na wlotach dojazdowych w strefach zajętych przez utworzone tam kolejki. Analiza przebiegu ruchu prowadzona jest w tzw. punktach decyzji odpowiadających przyjętym przekrojom odniesienia (zobacz rysunek 2). Przekroje: 1I, 2I, 3I, 4I, w których są generowane kolejne pojazdy, spełniają dwa podstawowe warunki:

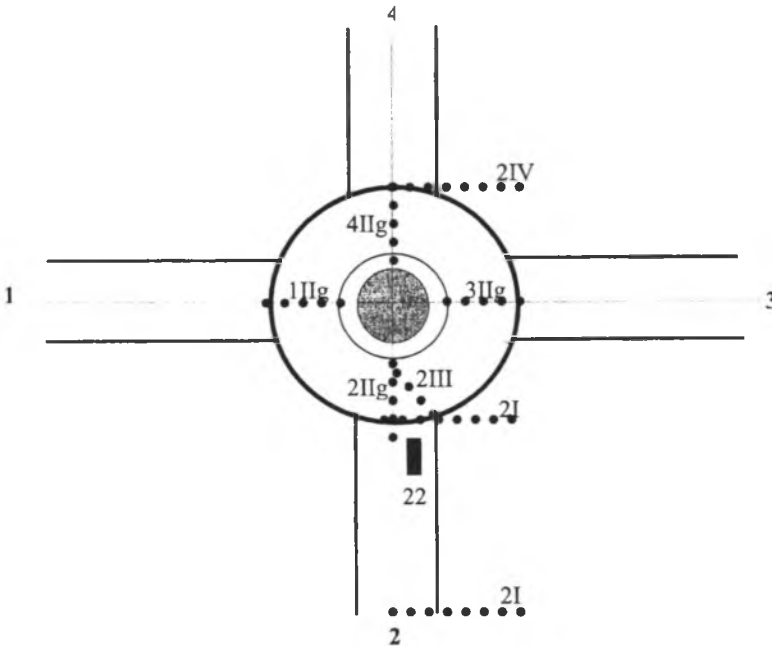
- znajdują się one poza strefą, w obrębie której następuje poszerzenie wlotu,
- znajdują się również poza zasięgiem wpływu maksymalnej kolejki pojazdów, jaka może się ustawić na wlocie.

Przekroje 1IIg i 2IIg, 3IIg, 4IIg na drodze głównej wokół wyspy centralnej małego ronda są usytuowane na przedłużeniu osi wlotów podporządkowanych, gdzie: iIIg – przekrój II dla pojazdów na jezdni ronda przy wlocie i.

Przekroje 1II, 2II, 3II, 4II na wlotach podporządkowanych na linii podporządkowania wlotu, czyli na przedłużeniu linii zataczającej średnicę zewnętrzną ronda (rysunek 2), gdzie: iII – to przekrój II dla pojazdów z wlotu i. W przekrojach II są obliczane czasy zgłoszeń pojazdów na wlotach TD1, TD2, TD3 i TD4, gdzie: TD<sub>i</sub> – czas przejazdu odcinka między przekrojem I, w którym są generowane pojazdy i przekrojem II na wlocie nr i.

Założono, że wszystkie pojazdy na danym wlocie poruszają się z tą samą prędkością, dlatego też czas przejazdu TD między przekrojem I i II jest stały dla danego wlotu (w sytuacji gdy nie występują kolejki na wlotach).

Kolejki pojazdów mogą tworzyć się na wszystkich wlotach podporządkowanych ronda: 1, 2, 3, 4 (na którym jest po jednym pasie ruchu), oraz w skrajnym przypadku – w przypadku natężenia przekraczającego przepustowość ronda – także na jezdni ronda.



Rys. 2. Przekroje odniesienia w modelu dla relacji 22 (na wprost z wlotu drugiego) oraz przekroje relacji na jezdni wokół wyspy centralnej (1IIg, 2IIg, 3IIg, 4IIg)

Fig. 2. Model profile for the 2-2 relation (inlet 2, relation ahead) and relation profile around the inner island (1IIg, 2IIg, 3IIg, 4IIg)

Relacje zostały ponumerowane według klucza (zobacz tablica 2 i rysunek 2). Oznaczenie relacji zawiera dodatkowo numer wlotu, z którego wychodzi dana relacja np. 11, 12, 13, 23, 34, itd. W ten sposób wszystkie relacje są określone jednoznacznie. W programie relacja i rodzaj pojazdu są przypisywane losowo, lub są zadane przez użytkownika z klawiatury w przekrojach 1I, 2I, 3I, 4I (w przypadku ronda czterowlotowego).

Tablica 2

Numeracja relacji na wlocie

Relacja z danego wlotu	Numer
skręt w prawo	1
jazda na wprost	2
skręt w lewo	3
zawracanie	4
***podano dla ronda o czterech wlotach	

Źródło: Opracowanie własne.

Opracowując schemat blokowy modelu symulacyjnego i wzajemne powiązania procedur przyjęto zasadę, że w pierwszej kolejności są prowadzone obliczenia dotyczące relacji nadrzędnych. Natomiast sytuacja ruchowa na wlotach podporządkowanych jest analizowana dopiero w chwili, gdy w potoku nadrzędnym zostanie zarejestrowana odpowiednia luka czasu. Hierarchia potoków ruchu według pierwszeństwa przejazdu jest następująca:

- relacje na jezdni wokół wyspy centralnej,
- skrzyż w prawo – czyli zjazdu z drogi głównej,
- relacje z wlotów podporządkowanych,

Pojazdy podporządkowane zgłaszające chęć wykonania manewru są obsługiwane według obowiązujących zasad ruchu i w kolejności zgłoszeń przy uwzględnieniu możliwości równoczesnego wykonania manewrów przez kilka wzajemnie bezkolizyjnych relacji jednocześnie na różnych wlotach.

Czasy podjazdu z kolejki na pierwszą pozycję (przekroje: 1II, 2II, 3II, 4II) są uwarunkowane zależnością, jaka zachodzi między czasami podjazdu T2 i zjazdu T3 poprzedniego pojazdu, gdzie:

t1 – czas zerowy – tzn. czas wygenerowania pojazdu i pojawienia się w przekroju I,

t2 – czas dojazdu pojazdu do przekroju II,

t3 – czas zjazdu pojazdu z wlotu podporządkowanego na jezdnię wokół wyspy centralnej ronda.

Rozróżnia się dwie sytuacje wykorzystania luki pomiędzy pojazdami na jezdni ronda:

- 1) przy wykorzystaniu luki przez jeden pojazd i w przypadku gdy pojazd zatrzymuje się na wlocie:

$$t3(j-1) \neq t2(j-1) \quad (1)$$

to kolejny pojazd podjedzie na pierwszą pozycję po czasie  $\gamma_1$  od zjazdu pojazdu  $(j-1)$ , czyli

$$t2(j) = t3(j-1) + \gamma_1 \quad (2)$$

gdzie:

j - numer kolejnego pojazdu zgłaszającego się na wlocie, ( $j = 1 \div Q_{\text{wlotu}}$ ),

$Q_{\text{wlotu}}$  - natężenie panujące na danym wlocie,

$\gamma_i$  - czas podjazdu i – tego pojazdu na pierwszą pozycję w kolejce na wlocie.

- 2) przy wielokrotnym wykorzystaniu luki, gdy

$$t3(j-1) = t2(j-1) \quad (3)$$

to kolejne pojazdy podjadą odpowiednio po czasie  $\gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \dots, \gamma_n$ . Dla pojazdu j:

$$t2(j) = t3(j-1) + \gamma_2 \quad (4)$$

a dla pojazdu j+1:

$$t2(j+1) = t3(j) + \gamma_3 = t3(j-1) + \gamma_2 + \gamma_3 \quad (5)$$

W czasie symulacji prowadzona będzie bieżąca numeracja pojazdów z numerami (j) w przekrojach generacji: 1I, 2I, 3I, 4I, oraz z nadanymi nowymi numerami (k) w przekrojach 1II, 2II, 3II, 4II. Podwójna numeracja jest wynikiem tego, że w przekroju II na każdym wlocie rozpatrywane są dwie kolejki. Pierwsza to kolejka pojazdów na wlocie podporządkowanym, oczekująca na możliwość włączenia się do ruchu, reprezentowana przez odstępy czasu pomiędzy pojazdami i z indywidualną wartością granicznego odstępu

czasowego dla każdego pojazdu z tej kolejki. Druga to kolejka pojazdów poruszających się już po jezdni ronda i jednocześnie mających pierwszeństwo przed pojazdami z analizowanego wlotu. Do tej kolejki dopisywane są wszystkie pojazdy opuszczające wlot, a będące teraz nadrzędnymi dla pojazdów z następnego wlotu. Niezależnie od tego, ile wlotów ma rondo, każdy wlot ma dwie kolejki. Analiza włączenia się do ruchu polega na analizie porównawczej wartości czasów z tych dwóch kolejek.

Pojazdy, które nie wykorzystały swojego odstępu dyspozycyjnego, są zmuszone zatrzymać się na wlocie i oczekiwać na odstęp czasu w potoku nadrzędnym równy jego indywidualnemu odstępowi granicznemu lub większemu. Wykorzystanie odstępu następuje po pewnym czasie tzw. czasie opóźnienia liczonym od początku zatrzymania.

### 3. ZAŁOŻENIA DO STRUKTURY MODELU

W odniesieniu do powyższej struktury przyjęto następujące założenia:

1. Proces zgłoszeń pojazdów na wlotach jest opisany za pomocą odstępów między pojazdami, generowanych według przesuniętego wykładniczego rozkładu prawdopodobieństwa:

$$P(h \geq t) = e^{-(t-t_0)/(\bar{t}-t_0)} \quad (6)$$

gdzie:

$h$  - odstęp między pojazdami,

$\bar{t}$  - średni odstęp czasu między pojazdami,

$t_0$  - minimalny odstęp czasu między pojazdami na jednym pasie.

Gdy  $h$  (odstęp między pojazdami) jest większy bądź równy  $t$ , to prawdopodobieństwo pojawienia się pojazdu wyznacza powyższy wzór.

2. Intensywność procesu zgłoszeń (czyli liczba zgłoszeń w danym okresie):

$$\lambda = \frac{n}{T} \left[ \frac{P}{h} \right] \quad (7)$$

gdzie:  $n$  – liczba zgłoszeń w okresie  $T$  (np.  $T = 1$  doba) podczas obliczeń jest zadawana jako wartość stała podawana przez użytkownika z klawiatury.

3. Pojazdy przejeżdżają odcinek drogi o długości 60 m pomiędzy przekrojami I i II (patrz rysunek 1) bez manewrów wyprzedzania, ze stałą prędkością podaną przez użytkownika bądź losowaną przez program z zakresu prędkości dopuszczalnych dla danych warunków. Program korzystając ze wzoru (8) oblicza czas dojazdu pojazdu na linię podporządkowania wlotu:

$$t = \frac{s}{V} = \frac{60m}{V} \quad [s] \quad (8)$$

gdzie:

$s$  - droga, jaką przebywa pojazd,  $s = 60$  m,

$V$  - prędkość, z jaką porusza się pojazd (zobacz tablica 3).

Gdy dopływ strumienia pojazdów jest swobodny, to czas dojazdu pojazdu na linię podporządkowania wlotu jest taki sam jak obliczony ze wzoru (8).

Gdy dopływ strumienia pojazdów charakteryzuje się częściowymi ograniczeniami swobody ruchu, to czas dojazdu pojazdu na linię podporządkowania wlotu jest sumą czasu obliczonego ze wzoru (8) i opóźnienia wynikłego z oczekiwania w kolejce pojazdów na możliwość włączenia się do ruchu na jezdni wokół wyspy centralnej ronda.

Gdy dopływ strumienia pojazdów charakteryzuje się dużymi ograniczeniami swobody ruchu, to czas dojazdu pojazdu na linię podporządkowania wlotu jest sumą czasu obliczonego ze wzoru (8) i opóźnienia wynikłego z oczekiwania w kolejce pojazdów na możliwość włączenia się do ruchu na jezdnię wokół wyspy centralnej ronda. Opóźnienia będzie automatycznie naliczał program.

#### 4. Prędkość przy dojeździe do ronda

Dla małych rond uwzględnia się w zależności od ich lokalizacji różne prędkości na dojeździe do ronda podane w tablicy 3.

Tablica 3

Prędkości przy dojeździe do małego ronda

Na terenie zabudowy		Poza terenem zabudowy (w tym w strefach podmiejskich)
-gdy na ulicy przed rondem obowiązuje (z ustaleń przepisów ruchu drogowego) prędkość dopuszczalna 60 km/h, to należy wprowadzić ograniczenie prędkości przy dojeździe do	40 km/h	- zaleca się 50 km/h, - dopuszcza się 60 km/h
- gdy obowiązuje podwyższony limit prędkości do 70 km/h	50 km/h	

Zródło: [5].

#### 5. Każdemu pojazdowi pojawiającemu się w przekroju I przypisywane są jego atrybuty ruchowe, takie jak:

- kierunek jazdy (L - w lewo, W - na wprost, P - w prawo), lub
- kierunek jazdy (L - w lewo, W - na wprost, P - w prawo, Z - zawracanie),
- rodzaj pojazdu (SOD, SC, SCP, A, AP, R/M),
- długość pojazdu – określana jest przez program na podstawie grupy rodzajowej pojazdu.

W Polsce charakterystyczne cechy pojazdów miarodajnych (czyli pojazdów typowych w swoich grupach z uwzględnieniem tendencji przyszłościowych), takie jak: wymiary, promień zawracania i korytarz ruchu wyznaczony przez skrajne elementy pojazdu dla różnych kątów skrętu, podają: [4], [5]. Wymiary pojazdów zestawiono w tablicy 4.

Tablica 4

Wymiary pojazdów miarodajnych

Lp.	Grupa samochodów	Umowne oznaczenie	Długość w [m]
1.	Samochody osobowe i dostawcze	SOD	4,70
2.	Samochody ciężarowe, samochody ciężarowe do wywozu śmieci	SC	9,90
3.	Samochody ciężarowe z przyczepą	SCP	18,71
4.	Autobusy	A	12,00
5.	Autobusy przegubowe	AP	17,99
6.	Rowery, motorowery, motocykle	R/M	1,00

Zródło: [4, 5].

6. Struktura kierunkowa ruchu na wlocie małego ronda jest losowa bądź zadawana przez użytkownika z klawiatury (opcje do wyboru). W programie istnieje możliwość wyboru, czy na rondzie występuje manewr zawracania czy też nie.
7. Struktura rodzajowa jest reprezentowana przez sześć grup rodzajowych (zobacz tablica 4):
  - SOD - samochody osobowe i dostawcze,
  - SC – samochody ciężarowe,
  - SCP – samochody ciężarowe z przyczepami, samochody ciężarowe z naczepami,
  - A – autobusy,
  - AP – autobusy przegubowe,
  - R/M – rowery, motorowery, motocykle

Rodzaj pojazdu jest losowy lub zadany przez użytkownika z klawiatury (opcje do wyboru).

8. Pojazdy relacji podporządkowanych włączają się w nadrzędny potok ruchu, jeśli odstęp czasu pomiędzy ich przybyciem do przekroju decyzji II i czasem zgłoszenia się w tym przekroju pojazdu relacji nadrzędnej jest większy od akceptowanego indywidualnego granicznego odstępu czasu  $\Delta t_g$ . Jeśli jest on mniejszy, obsługa następuje po okresie oczekiwania na pierwszą lukę czasu pomiędzy pojazdami relacji nadrzędnych w przekroju II, która jest większa od  $\Delta t_g$ .
9. Wartości akceptowanych odstępów granicznych  $\Delta t_g$  są zmiennymi losowymi obliczanymi w modelu indywidualnie dla każdego pojazdu z rozkładu normalnego.
10. Jeżeli przerwa w ruchu na drodze głównej jest dostatecznie duża dla obsługi kilku pojazdów oczekujących w kolejce, to przekraczają one przekrój II w odstępach czasu  $\Delta t_x$ , których wartości zależą od rodzaju pojazdu i jego pozycji zajmowanej w kolejce.
11. Pojazdy zmieniają swoją pozycję w kolejce ruszając z opóźnieniem  $\Delta t_k$  w stosunku do pojazdu poprzedzającego. Przyjmowane w modelu wartości  $\Delta t_k$  są zależne od pozycji zajmowanej przez pojazd w kolejce.

#### 4. ALGORYTM

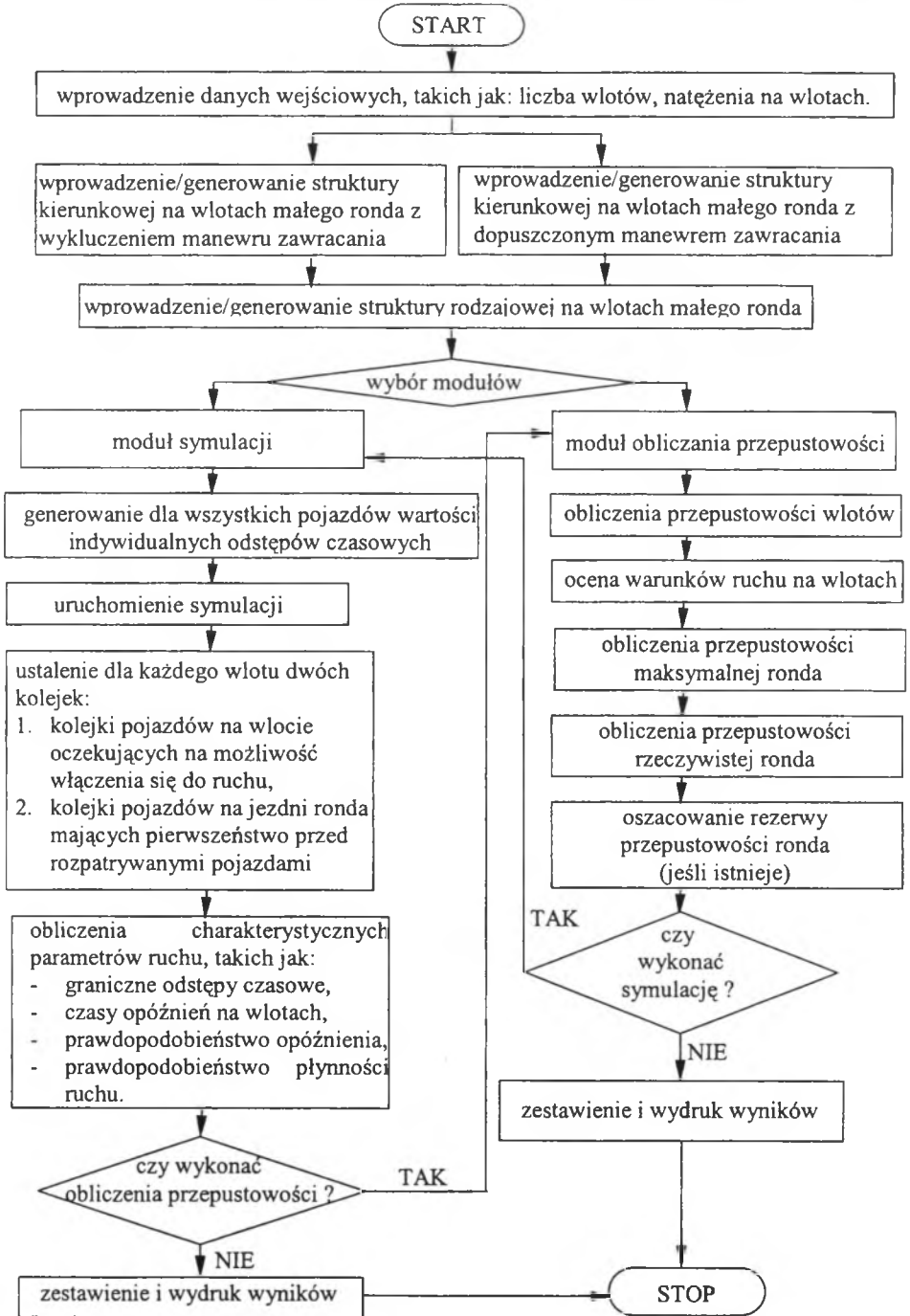
Powyższy opis można przedstawić w postaci algorytmu obrazującego kolejne kroki w programie zawierającym model symulacyjny zachowania się pojazdów na małych rondach i moduł obliczania przepustowości małych rond (zobacz rysunek 3).

#### 5. PODSUMOWANIE

Kolejnym etapem pracy będą pomiary w terenie indywidualnych odstępów granicznych dla pojazdów włączających się w ruch na jezdnię wokół wyspy środkowej na małych rondach w celu weryfikacji tego procesu i ocenie, czy przyjęty do symulacji normalny rozkład prawdopodobieństwa dobrze opisuje to zjawisko.

Powstająca na bazie założeń matematycznych aplikacja komputerowa będzie na podstawie wprowadzonych danych symulowała metodą kolejnych zdarzeń przepływ potoków ruchu wraz z obliczeniami charakterystycznych parametrów ruchu, takich jak: graniczne odstępy czasowe, czasy opóźnień na wlotach, prawdopodobieństwo opóźnienia, prawdopodobieństwo płynności ruchu, przepustowość małych rond.





Rys. 3. Algorytm programu

Fig. 3. Program algorithm

## Literatura

1. Praca zbiorowa pod redakcją Tracza M.: Modelowanie procesów ruchu. Kraków, Zakład Graficzny Politechniki Krakowskiej 1990.
2. Praca zbiorowa pod redakcją Krystka R.: Symulacja ruchu potoku pojazdów. Wybrane zagadnienia. WKŁ, Warszawa 1980.
3. Chodur J., Gondek S.: Zagadnienie odstępów czasowych w modelu symulacyjnym skrzyżowania bez sygnalizacji. II Konferencja Instytutu Transportu Politechniki Warszawskiej, 1978.
4. Instrukcja projektowania małych rond. Politechnika Krakowska - GDDP, Warszawa 1996.
5. Wytyczne projektowania skrzyżowań drogowych – części I, II. GDDP, Warszawa 2001.
6. Hossain M.: Capacity estimation of traffic circles under mixed traffic conditions using micro – simulation technique. Transportation Research Part A 33 (1999) pp. 47 – 61. Bangladesh 1998.
7. Wong S. C.: On the reserve capacities of priority junctions and roundabouts. Transportation Research Part B pp.441 – 453. Hong Kong 1996.
8. Hashim M. N., Al. – Madani: Dynamic vehicular delay comparison between a police – controlled roundabout and a traffic signal. Transportation Research Part A 37 (2003) pp. 681 – 688. Bahrain 2003.
9. Teixeira S., Pacheco X.: Delphi 4 – vademecum profesjonalisty. Helion, Gliwice 1999.
10. Teixeira S., Pacheco X.: Delphi 5 – vademecum profesjonalisty. Helion, Gliwice 1999.
11. Struzinska - Walczak A., Walczak K.: Delphi. Nauka programowania systemów baz danych. Wydawnictwo W&W, Warszawa 1999.
12. Taylor D. i inni: Programowanie w Delphi. Mikrom, Warszawa 1997.
13. Ashworth R., Bottom C.: Driver gap – acceptance behaviour at priority – type intersections. Res. Report, Sheffield, nr 63/1975.
14. Owens D.: Flow measurements at a number of uncontrolled T – junction. RRL Report, LR 171, 1968.
15. Selberg P., Oppenlander J. C.: Lag and gap acceptance at stop – controlled intersections. Highway Research Board. HRR 118/1966.

Recenzent: Dr hab. Tomasz Ambroziak, prof. Pol. Warszawskiej

## Abstract

The algorithm presenting the followings steps of the simulation model of traffic tendencies on the small traffic circles was described in this article.

The measurements of the individual frame slits for the vehicles initiating traffic around the inner island are the next phase of the project. This process will be verified if normal distribution of probability describes the event well enough.

According to the inserting data the computer application that is being developed will simulate the traffic flow and calculate characteristic traffic parameters such as frame slots, time of delay at the inlets, probability of delay, and capacity of the small traffic circles.

*Praca wykonana w ramach badań własnych BW 457/RT 5/2003*