

Pomiary i prognozowanie ruchu a bezpieczeństwo i efekty techniczno-ekonomiczne

Utworzono: wtorek, 01, marzec 2011 09:06 Barbara Wójtowicz, Jerzy Ekiert



Z doświadczeń w projektowaniu dróg i ulic oraz analiz otrzymywanych do projektowania od inwestorów i zarządców dróg w tym materiałów i danych, w postaci pomiarów ruchu, a także własnych pomiarów wykonywanych dla zleconego zadania, często wynika, że projekt wykonany na ich podstawie może nie spełniać celów zakładanych przez zlecającego. Dlatego podjęliśmy próbę wskazania koniecznych kroków projektowych służących zoptymalizowaniu decyzji inwestycyjnych wynikających z warunków techniczno-ruchowych dla budowanego odcinka ulicy. Dla zobrazowania i przybliżenia poruszanej problematyki pomiaru i prognozowania ruchu, wykorzystano projekt budowy odcinka ul. Józefa Sowińskiego w Lublinie.

Na potrzeby przeprowadzenia analizy ekonomicznej projektu budowy ul. J. Sowińskiego zebrano odpowiednie dane stałe i zmienne. Dane stałe to koszty jednostkowe, wskaźniki ryzyka wypadków drogowych i okres analizy, zaś w zbiorze danych zmiennych najistotniejszymi są prognozy ruchu, również koszty drogowe, lata realizacji inwestycji, zarejestrowana liczba wypadków.

Napotykanie trudności w opracowywaniu Studium Wykonalności projektu drogowego zrodziły wniosek, iż podstawowym elementem procesu programowania, planowania i projektowania inwestycji drogowej jest pomiar ruchu i na jego podstawie wygenerowane prognozy, korelujące ze wszystkimi branżowymi projektami, jak również instrukcjami do analizy ekonomicznej, a zwłaszcza zawartą w nich bazą wskaźników obliczeniowych i powiązanych z nią uwarunkowań.

Nieskorelowane określenie SDR i prognozy ruchu na odpowiedni przedział czasowy z warunkami techniczno-ruchowymi dla budowanego odcinka oraz instrukcjami do analiz ekonomicznych, powoduje konieczność doboru parametrów do obliczeń ekonomicznych z pewnym przedziałem odchyień od parametrów projektowanej

Pomiary i prognozowanie ruchu a bezpieczeństwo i efekty techniczno-ekonomiczne

Utworzono: wtorek, 01, marzec 2011 09:06 Barbara Wójtowicz, Jerzy Ekiert

drogi. Od prognozy ruchu zależą bowiem koszty: eksploatacji, czasu pasażerów i kierowców, wypadków, emisji toksycznych składników spalin. Tylko analiza ekonomiczna oparta na danych dobrze opisujących warunki ruchowo-drogowe, obarczone jak najmniejszym marginesem błędów, może być kluczowym czynnikiem w podejmowaniu decyzji, poprzedzającym projektowanie, wdrażanie projektu, a nawet użytkowanie nowo wybudowanej drogi. W przeciwnym razie dostarczy wyniki szacujące koszty i korzyści inwestycji, wskaźniki ryzyka wypadków i ich liczbę, nieadekwatnie do rzeczywistych warunków funkcjonowania drogi.

Zaniżenie np. wskaźników dotyczących wypadków na drodze lub ich pominięcie (bo na etapie pomiaru ruchu w obszarze przyszłej inwestycji wypadki nie zdarzały się, kiedy droga budowana jest od nowa, liczby wypadków jeszcze nie można ocenić) niejako usprawiedliwia, a nawet stanowi argument do zaprojektowania obszaru drogi i jej funkcjonowania w sposób niekorzystny dla przyszłych użytkowników, bez stworzenia dla nich pełnego komfortu bezpieczeństwa na drodze. Pozostałe wyniki analizy ekonomicznej także będą obarczone bardzo dużym błędem, a decyzyjnie nietrafione, w szerokim zakresie obciążające beneficjentów i to z dotkliwymi skutkami społeczno-finansowymi.

Poniżej zaprezentowane rozważania dotyczące konkretnego projektu drogowego, mają na celu unaocznić i pokazać, jaką rolę i na jakim etapie planowania i projektowania inwestycji pełni modelowanie i symulacja ruchu, średniodobowy ruch w roku SDR, odpowiednia prognoza ruchu dostarczona każdemu branżowemu projektantowi i zespołowi ludzi analizujących korzyści i straty dla inwestycji.

Zlecenie opracowania projektu dotyczy budowy odcinka ulicy klasy G o długości 0,5 km, z kategorią nawierzchni KR 4. Jest ona na planowanej osi północ-południe, która ma istotne znaczenie dla wewnątrz-miejskiego ruchu tranzytowego. Na potrzeby opracowania Studium Wykonalności na obszarze projektowanego odcinka uwzględniono objazd ulicami: Głęboka, Nadbystrzycka i Gliniana. Koniec projektowanego odcinka jest typu T i jego charakter będzie mieć znaczący wpływ na przepływ potoków ruchu. Nieuniknionym będzie również korkowanie się tego skrzyżowania w przypadku nasilonego ruchu z ul. Filaretów i Kazimierza Wielkiego.

Efektom analizy ekonomicznej są następujące wskaźniki:

- NPC – zdyskontowane koszty inwestycji netto,
- NPO – zdyskontowane oszczędności netto z tytułu eksploatacji pojazdów,
- NPT – zdyskontowane oszczędności netto kosztów czasu,
- NPA – zdyskontowane oszczędności netto kosztów wypadków,
- NPE – zdyskontowane oszczędności netto kosztów emisji toksycznych składników spalin,
- NPB – zdyskontowane oszczędności netto użytkowników i środowiska,
- ENPV – ekonomiczne wartości bieżące netto (Economic Net Present Value) dla stopy dyskontowej $r=0,05$.
- BCR (Benefit Cost Ratio) efektywność ekonomiczna – stosunek NB do NC; (albo znaczenie B/C),

Pomiary i prognozowanie ruchu a bezpieczeństwo i efekty techniczno-ekonomiczne

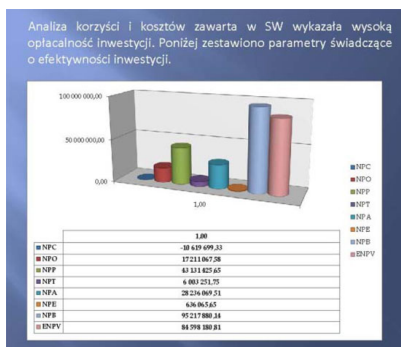
Utworzono: wtorek, 01, marzec 2011 09:06 Barbara Wójtowicz, Jerzy Ekiert

- EIRR – ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu, czyli taką, przy której ENPV=0 lub CR=1.

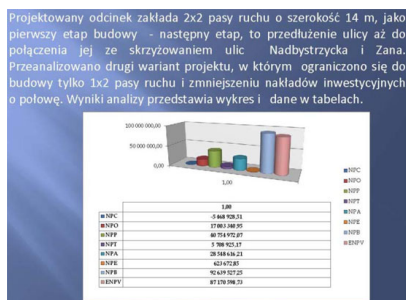
W tabelach zestawiono wyniki dla rozpatrywanego projektu w celu przeanalizowania ich wielkości i oszacowania ich zakresu oraz oceny stopni wystarczającej adekwatności dostarczonych danych do rzeczywistych warunków projektowych i wszelkich instrukcji do obliczeń i generowania prognozy ruchu.

Zyskowność kosztów inwestycji netto	-10 619 699,33	Struktura korzyści społecznych
1 NPI		
Zyskowność oszczędności kosztów eksploatacji pojazdów netto	17 211 067,58	18,08%
2 NPO		
Zyskowność oszczędności kosztów czasu w transporcie pasażerskim netto	43 131 425,65	43,30%
3 NPP		
Zyskowność oszczędności kosztów czasu w transporcie towarowym netto	6 003 251,75	6,30%
4 NPT		
Zyskowność oszczędności kosztów wypadków netto	28 236 069,51	29,85%
5 NPA		
Zyskowność oszczędności kosztów środowiska netto	636 065,65	0,67%
6 NPE		
Zyskowność oszczędności kosztów uciążliwości środowiska netto	95 217 880,14	100,00%
7 NPB (2+3+4+5+6)		
8 Ekonomiczna wartość bieżąca netto ENPV (1+7)	84 598 180,81	Wskaźnik ekonomiczny projektu
9 Wskaźnik korzyści - koszty	8,97	
10 BCR (7:1)	39,75%	
11 EIRR	39,75%	

Analiza korzyści i kosztów zawarta w SW wykazała wysoką opłacalność inwestycji. Zestawione parametry świadczą o efektywności inwestycji.



Projektowany odcinek zakłada 2x2 pasy ruchu o szerokości 14 m, jako pierwszy etap budowy, następny etap to przedłużenie ulicy aż do połączenia jej ze skrzyżowaniem ulic Nadbystrzycka i Zana. Przeanalizowano drugi wariant projektu, w którym ograniczono się do budowy tylko 1x2 pasy ruchu i zmniejszono nakłady inwestycyjne o połowę. Wyniki analizy przedstawia wykres i dane w tabelach.



Zyskowność kosztów inwestycji netto	-5 468 928,51	Struktura korzyści społecznych
1 NPI		
Zyskowność oszczędności kosztów eksploatacji pojazdów netto	17 003 340,95	18,35%
2 NPO		
Zyskowność oszczędności kosztów czasu w transporcie pasażerskim netto	40 754 972,07	43,99%
3 NPP		
Zyskowność oszczędności kosztów czasu w transporcie towarowym netto	5 708 925,17	6,16%
4 NPT		
Zyskowność oszczędności kosztów wypadków netto	28 548 616,21	30,82%
5 NPA		
Zyskowność oszczędności kosztów środowiska netto	623 672,85	0,67%
6 NPE		
Zyskowność oszczędności kosztów uciążliwości środowiska netto	92 639 527,25	100,00%
7 NPB (2+3+4+5+6)		
8 Ekonomiczna wartość bieżąca netto ENPV (1+7)	87 170 598,73	Wskaźnik ekonomiczny projektu
9 Wskaźnik korzyści - koszty	16,94	
10 BCR (7:1)	64,09%	
11 EIRR	64,09%	

Zyskowność kosztów inwestycji netto	-10 619 699,33	Struktura korzyści społecznych	-5 468 928,51	Struktura korzyści społecznych
1 NPI				
Zyskowność oszczędności kosztów eksploatacji pojazdów netto	17 211 067,58	18,08%	17 003 340,95	18,35%
2 NPO				
Zyskowność oszczędności kosztów czasu w transporcie pasażerskim netto	43 131 425,65	43,30%	40 754 972,07	43,99%
3 NPP				
Zyskowność oszczędności kosztów czasu w transporcie towarowym netto	6 003 251,75	6,30%	5 708 925,17	6,16%
4 NPT				
Zyskowność oszczędności kosztów wypadków netto	28 236 069,51	29,85%	28 548 616,21	30,82%
5 NPA				
Zyskowność oszczędności kosztów środowiska netto	636 065,65	0,67%	623 672,85	0,67%
6 NPE				
Zyskowność oszczędności kosztów uciążliwości środowiska netto	95 217 880,14	100,00%	92 639 527,25	100,00%
7 NPB (2+3+4+5+6)				
8 Ekonomiczna wartość bieżąca netto ENPV (1+7)	84 598 180,81		87 170 598,73	
9 Wskaźnik korzyści - koszty	8,97		16,94	
10 BCR (7:1)	39,75%		64,09%	
11 EIRR	39,75%		64,09%	

Porównanie wariantów ze względu na wskaźniki ekonomiczne

Pomiary i prognozowanie ruchu a bezpieczeństwo i efekty techniczno-ekonomiczne

Utworzono: wtorek, 01, marzec 2011 09:06 Barbara Wójtowicz, Jerzy Ekiert

O bardzo wysokiej ekonomicznej efektywności inwestycji, świadczy ponadto obliczona struktura zdyskontowanych oszczędności netto w roku 2044, oraz wyniki obliczeń analizy wrażliwości inwestycji.

Rodzaj korzyści	Wartość [PLN]	Procent [%]
oszczędności kosztów eksploatacji	17 211 067,58	18,08%
oszczędności kosztów czasu	49 134 677,40	51,60%
oszczędności kosztów wypadków drogowych	28 236 069,51	29,65%
oszczędności kosztów emisji toksycznych składników	636 065,65	0,67%
Razem	95 217 880,14	100,00%

L.p.	Analiza	NPV	EIRR	B/C	Zmiany
1	0	84 598 180,81	39,75%	8,97	brak zmian
2	I	82 624 547,24	33,31%	7,43	wzrost kosztów inwestycji o 25%
3	II	84 484 237,31	39,69%	8,96	spadek natężenia ruchu o 15%
4	III	82 256 662,74	33,20%	7,40	wzrost kosztów inwestycji o 25% oraz spadek natężenia ruchu o 15%

Na podstawie zestawionych danych z analizy ekonomicznej dla obu wariantów, najkorzystniej byłoby wybrać wariant II. Czy słusznie? W tym celu przeanalizowano możliwości odbioru potoków ruchu nowo budowanego odcinka, a także odcinków tworzących dla niego objazd. Projektant wykonał prognozę ruchu dla ul. Sowińskiego, jako elementu ruchu lokalnego, tj. ulic: Kazimierza Wielkiego, Glinianej i innych ulic osiedlowych znajdujących się w rejonie pomiędzy ul. Nadbystrzycką i Filaretów, czyli w obszarze oddziaływania projektowanego odcinka. W takim przypadku widoczna jest duża różnica pomiędzy przepustowością projektowanego odcinka, a możliwym do uzyskania natężeniem ruchu. Jest to związane z brakiem możliwości odbioru przez skrzyżowanie w kształcie litery T zwiększonej liczby pojazdów na skrzyżowaniu ul. Sowińskiego z ul. Glinianą, gdyż ul. Gliniana i Kazimierza Wielkiego o przekrojach jednojezdniowych 2x3,5 m, stanowią ciąg uliczny, jako naturalny łącznik pomiędzy ul. Nadbystrzycką a ul. Filaretów przez pojazdy tranzytowe. Na mapie łatwo zauważyć taką konfigurację ulic na obszarze projektu.



Na podstawie obliczeń do analizy ekonomicznej sporządzono wykres przedstawiający P/h w godzinie szczytu w celu porównania wyznaczonego P/h z wartością 450 poj./pas. W sieci rozpatrywanych ulic P/h w godzinie szczytu na ulicach: Głęboka i Nadbystrzycka, znacząco przekroczył przyjęty wskaźnik o wartości 450 poj./pas w okresie 30 lat. Rodzi się tu problem jak pokierować sterowaniem potoków ruchu, by cała sieć rozpatrywanych ulic przejęła cały ruch, bez korkowania ulic i w jakim czasie? Wykres obrazuje sytuację w przypadku idealnego sterowania potokami ruchu, tj. przy maksymalnym wykorzystaniu „pojemności” każdego pasa i każdej ulicy w godzinie szczytu. Łatwo zauważyć, że krytycznym rokiem dla całego układu jest rok 2018. W 2019 roku nastąpi pełne nasycenie układu sieci ulic.

Pomiary i prognozowanie ruchu a bezpieczeństwo i efekty techniczno-ekonomiczne

Utworzono: wtorek, 01, marzec 2011 09:06 Barbara Wójtowicz, Jerzy Ekiert



Jak widać z wyżej przedstawionego materiału obliczenie prognozy ruchu wycinkowe od ul. Głębokiej do Sowińskiego wykazuje, iż zakładana w danych wyjściowych przepustowość ulicy dwujezdniowej 2x2x3,5 m nie będzie wykorzystana bez kontynuacji przedłużenia ulicy Sowińskiego do skrzyżowania z ulicą Zana i Nadbystrzycką. Decydują o tym istniejące w obrębie końca odcinka ulice osiedlowe o przekroju 2x3,5 m, które w bardzo krótkim czasie zostaną zablokowane, gdyż natężenia ruchu zbliżą się do ich przepustowości.

Należy dodatkowo zwrócić uwagę, iż analiza odcinków ulic znajdujących się w otoczeniu, potwierdza przypuszczenie, iż w podobnym okresie natężenia ruchu na granicy przepustowości będą miały ulice Nadbystrzycka, Głęboka, Filaretów, a to uniemożliwi włączanie się ruchu pochodzącego z nowo projektowanej ulicy Sowińskiego.

Projekt budowy odcinka ulicy J. Sowińskiego zawiera informacje o rezerwie terenu w planie przestrzennego zagospodarowania terenu (PPZT) pod dalszy jej przebieg. Z uwagi na nie objęcie go projektem, nie był analizowany. Możemy zauważyć jak dalsze projektowanie i budowa kolejnego odcinka ulicy J. Sowińskiego wpisuje się w oś północ-południe. Dla prawidłowego rozwiązania problemu i przyjęcia wiarygodnych danych do projektowania nawet krótkich odcinków ulic, należy wykonywać analizy ruchu i opracowywać prognozy w pełnym otoczeniu projektowanego odcinka, z uwzględnieniem etapowania, dającego końcowy oczekiwany efekt poprawy ruchu w danym obszarze.

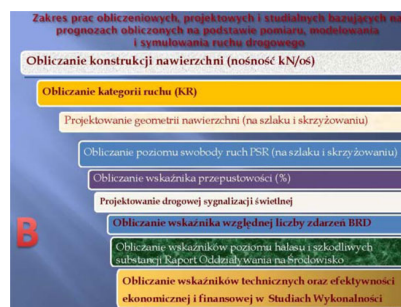
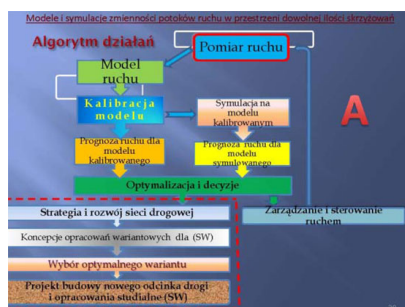
W przypadku ul. Sowińskiego konieczna jest sukcesywna realizacja budowy zgodnie z Planem Przestrzennego Zagospodarowania Miasta do skrzyżowania z ulicą Zana i Nadbystrzycką, nawet przy wskaźnikach ekonomicznych zaprezentowanych powyżej, gdyż te w obliczeniach nie uwzględniają wszystkich parametrów, w tym warunków brzegowych dla generowanych prognoz itp. Wybudowanie tylko zaprojektowanego, 0,5 km odcinka, spowoduje podczas użytkowania, napełnienie jej przekroju pojazdami kierującymi się z północy na południe i odwrotnie. Należy podkreślić, że nawet odcinek pierwszego etapu budowy jest mało kapitałochłonny, a jednocześnie dający znaczące efekty społeczno-ekonomiczne i bezpieczeństwa ruchu.

Optymalne decyzje związane z budową ulicy mogą być podejmowane, jak widać z powyższych rozważań, zgodnie ze schematem A, jak również koniecznym zakresem działań B. Unikniemy wtedy błędów, strat i zrealizujemy zakładane cele na wiele lat,

Pomiary i prognozowanie ruchu a bezpieczeństwo i efekty techniczno-ekonomiczne

Utworzono: wtorek, 01, marzec 2011 09:06 Barbara Wójtowicz, Jerzy Ekiert

stawiane przez beneficjentów zarządcy drogi i całemu zespołowi osób obsługujących projekt.



Barbara Wójtowicz, SITK o/ Lublin
Jerzy Ekiert, Politechnika Lubelska