Niebieska Księga
Infrastruktura drogowa
Nowe wydanie 2015

Zalecenia dotyczące przygotowania projektów drogowych w ramach PO Polska Wschodnia 2014-2020

wrzesień 2015

Program Operacyjny Polska Wschodnia 2014- 2020

- **Działanie 2.2 INFRASTRUKTURA DROGOWA**

- budowa nowych odcinków dróg
- przebudowy lub modernizacje odcinków dróg

- **Dotyczy dróg:**

(i) krajowe (DK) i wojewódzkie (DW) w obrębie miast wojewódzkich PW

(ii) DW w obszarach funkcjonalnych lub ZIT miast wojewódzkich PW zapewniające połączenie z siecią dróg krajowych, w tym TEN-T

Niebieska Księga
Infrastruktura drogowa 2015

Wprowadzenie, co nowego?

- Kwestie merytoryczne
- Aktualizacje

Zakres NK w kontekście projektów PW

(i) Identyfikacja wariantów i przygotowanie danych wejściowych – *Identification of variants and preparation of input data*

(ii) Analiza społeczno – ekonomiczna *Socio-economic analysis*

(iii) Analiza finansowa *Financial analysis*

(iv) Ocena ryzyk projektu *Project risk assessment*

(v) Wpływ na zatrudnienie *Impact on employment*

Załącznik A: Jednostkowe koszty ekonomiczne i finansowe
Załącznik B: Prognozy ruchu
Załącznik C: Podstawy metodologiczne obliczania współczynników przeliczeniowych (konwersji)
Załącznik D: Podstawy metodologiczne obliczania jednostkowych kosztów eksploatacji pojazdów (VOC)
Załącznik E: Metody obliczania kosztów wypadków drogowych

Identyfikacja wariantów

Stan obecny

Przedstawienie aktualnego problemu/problemów lub możliwości związanych z użytkowaniem danego odcinka układu drogowego lub systemu transportowego.

- parametry funkcjonalne i ruchowe, charakterystyka społeczno-funkcjonalna otoczenia (z uwzględnieniem charakterystyki sieci multimodalnej, jeśli dotyczy), parametry techniczne i technologiczne (np. przekrój poprzeczny, klasa nośności, itd.), stan techniczny.

Cele Projektu

Powiązanie ze strategią transportu.

Typowe cele projektu:

- ograniczenie zatłoczenia przez eliminację „wąskich gardeł”,
- zwiększenie przepustowości i/lub walorów użytkowych poprzez redukcję czasu podróży oraz kosztów eksploatacji pojazdów prowadzące do obniżenia kosztów transportu drogowego,
- poprawa bezpieczeństwa (redukcja wypadków) poprzez działania z zakresu BRD (Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego),
- poprawa dostępności dla osób z obszarów lub regionów peryferyjnych,
- zwiększenie atrakcyjności inwestycyjnej regionu,
- umożliwienie aktywizacji gospodarczej regionu,
- poprawa warunków środowiskowych (np. zmniejszenie hałasu, zanieczyszczenia powietrza) mieszkańców miejscowości znajdujących się w sąsiedztwie korytarza istniejącej drogi i promowanie zrównoważonego systemu transportowego.

Identyfikacja wariantów

Identyfikacja wariantów

- Podsumowanie wcześniejszych prac studialnych/analiz.

I. Strategiczna analiza wariantów:

- *polega na porównaniu technicznych, prawnych, środowiskowych, ekonomicznych (np. w oparciu o zgrubne obliczenia) i politycznych uwarunkowań analizowanych wariantów projektu oraz wyborze najbardziej obiecujących rozwiązań.*
- MCA (Analiza Wielokryterialna), SWOT…
- Historyczne strategiczne plany/programy rozwoju.

II. Analiza techniczna wariantów

- *Różne warianty przebiegu, różne warianty etapowania projektu*
- *W przypadku projektów nieskomplikowanych (np. przebudów) liczba wariantów ograniczona*
- *Realizowana na etapie OOŚ*
- *Zalecana uproszczona AKK*

Należy udowodnić, że wszystkie racjonalne warianty alternatywne zostały odpowiednio rozpatrzone i uzasadnić wybór ostatecznego rozwiązania (rozwiązań).

Przygotowanie danych wejściowych

Prognozy ruchu *- Indywidualne podejście*

1. Określenie zakresu obszarowego odziaływania inwestycji i metody analizy ruchu – podstawą do wyliczenia potoków ruchu i pracy przewozowej – tabela 6 rozdział 1.8.1, NK.

Metody wyliczania pracy przewozowej:

- **<u>Odcinkowo</u> - analiza ruchu i obliczenie pracy przewozowej (poj-km i poj-godz) oraz kosztów i korzyści do AKK dla indywidualnych jednorodnych odcinków o znanej długości.**

- **<u>Sieciowo/Bufor</u> *): wykorzystanie pracy przewozowej obliczonej dla określonego obszaru obejmującego odcinki o znaczącym oddziaływaniu do obliczenia kosztów i korzyści w ramach AKK.**

*) Bufor, obszar oddziaływania projektu: wyodrębniany na potrzeby analiz finansowo-ekonomicznych, obszar obejmujący sieć dróg, na której różnica w natężeniach ruchu pomiędzy wariantem Wn i W0 dla danego odcinka jest znacząca (np. jest większa niż 10-15% w pierwszym roku prognozy). Należy zapewnić możliwość uzyskania wglądu w wartości pracy przewozowej dla każdego odcinka.

Przygotowanie danych wejściowych

Prognozy ruchu *- Indywidualne podejście*

2. Opracowanie modelu ruchu dla rok bazowego: modelowanie, metody uproszczone

•<u>Modelowanie</u> – metoda, której podstawą jest numeryczny model sieci transportowej (drogowej) oraz macierz źródeł/celów podróży, z uwzględnieniem danych demograficznych, PKB, poziomu motoryzacji i innych.

Klasyczny proces modelowania składa się z 4 etapów (generacja ruchu, rozkład przestrzenny ruchu, podział zadań przewozowych, rozkład ruchu na sieć) i wymaga specjalistycznego oprogramowania. Model taki jest weryfikowany ruchem istniejącym na danej sieci wg najnowszych wyników GPR (Generalny Pomiar Ruchu) oraz pomiarami lokalnymi z uwzględnieniem sezonowości zmian, a także ankietami wśród kierowców.
Model sieci drogowej powinien być oparty na Krajowym Modelu Ruchu (należącym do GDDKiA) dla projektów dotyczących dróg krajowych i wojewódzkich lub modelach regionalnych dla pozostałych kategorii dróg. W zależności od potrzeb modele mogą podlegać doszczegółowieniu np. poprzez zwiększenie liczby rejonów generujących ruch, dodanie odcinków lub macierzy.

W procesie dostosowania modelu do roku bazowego i potrzeb projektu należy przeprowadzić aktualizację i ewentualne uszczegółowienie poszczególnych elementów i parametrów uwzględniając kalibrację i walidację.

Dla projektów miejskich jako rok bazowy należy przyjąć rok ostatnich Kompleksowych Badań Ruchu (KBR), o ile nie upłynęło więcej niż 5 lat. Jeśli od ostatniego KBR upłynęło więcej niż 5 lat, jako rok bazowy należy przyjąć rok wykonywania analizy.

•<u>Metody uproszczone</u> – metody trendu, metody wskaźników wzrostu, wskaźników przejęcia ruchu lub inne.

W przypadku stosowania metod uproszczonych należy przedstawić zarówno założenia merytoryczne, jak i przesłanki do stosowania danej metody**.**

Przygotowanie danych wejściowych

Etapy modelowego prognozowania ruchu

- Czteroetapowy proces modelowania: **generacja ruchu > rozkład przestrzenny ruchu > > podział zadań przewozowych > rozkład ruchu na sieć**

Szczegóły znajdują się w załączniku B Niebieskiej Księgi Infrastruktura drogowa.

Przygotowanie danych wejściowych

Weryfikacja modelu ruchu

Weryfikację modelu ruchu zaleca się przeprowadzić przez analizę i porównanie co najmniej następujących wielkości:

- natężenia ruchu w podziale na podstawowe kategorie pojazdów,
- średniej prędkości ruchu na odcinkach,
- rozkładu średnich długości podróży w całej sieci dla poszczególnych kategorii użytkowników,
- zgodności rozkładu przestrzennego podróży z badaniami ankietowymi (jeśli zostały przeprowadzone).

Wyniki weryfikacji należy przedstawić w postaci tabelarycznej – Raporty.

Zakres zgodności wyników dla poszczególnych wielkości jest zróżnicowany. Należy jednak przyjąć, że model odpowiednio odwzorowuje rzeczywiste warunki ruchu, jeśli rozbieżność wyników pomiarów i modelu na obszarze analizowanej sieci drogowej nie przekracza +/- 15%.

Przygotowanie danych wejściowych

Kalibracja i walidacja modelu ruchu

Weryfikacja – ocena poprawności
Kalibracja – uprawdopodobnienie wyników
Walidacja – ocena prawidłowości

Procesy kalibracji oraz walidacji zmierzają do uzyskania z modelu wyników pokrywających się z rzeczywistymi warunkami zaobserwowanymi na sieci, przede wszystkim poprzez analizę, a następnie modyfikacje modelu sieci drogowej, funkcji popytu lub formuł matematycznych w taki sposób, aby wyniki dobrze odzwierciedlały rzeczywiste warunki ruchu (czasy przejazdów, potoki ruchu na wybranych odcinkach, udział poszczególnych kategorii pojazdów itp.). Na tym etapie należy korygować różnego rodzaju błędy oraz omyłki powstałe w trakcie modelowania.

Przygotowanie danych wejściowych

Kalibracja i walidacja modelu ruchu

Szczególnie w przypadku modeli miejskich i regionalnych wykonanych dla godzin szczytu w mieście, zaleca się również sprawdzenie poprawności kalibracji modelu poprzez jego walidację przy pomocy wskaźnika GEH (wzór Geoffrey E.Havers, zbliżony do rozkładu chi-kwadrat):

$$GEH = \sqrt{\frac{(M_i - C_i)^2}{(M_i + C_i) * 0.5}}$$

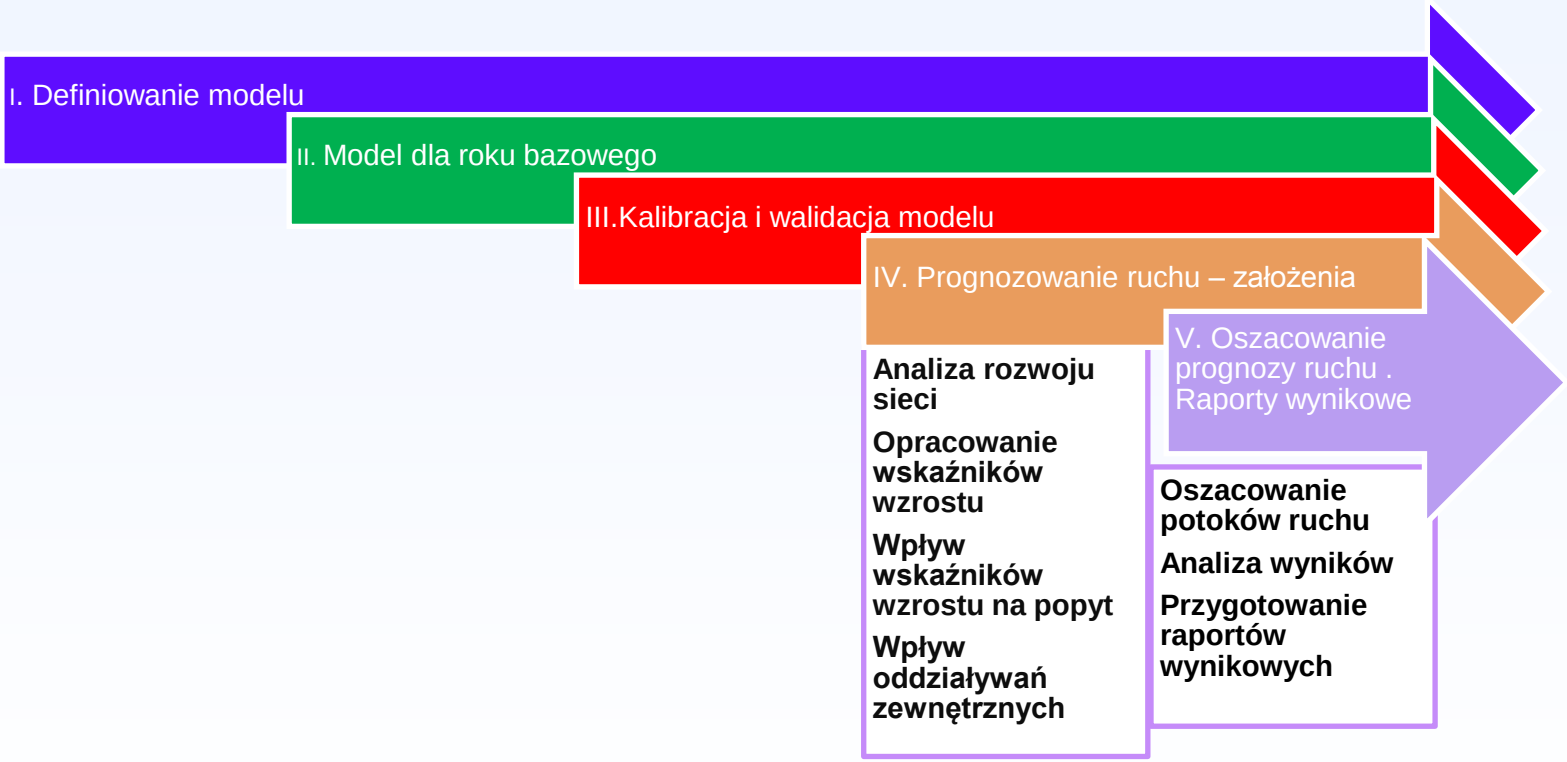
- gdzie
- M – natężenie ruchu na odcinku z modelu (poj/godz)
- C – natężenie ruchu na odcinku z pomiaru ruchu (poj/godz)
- i – odcinek

Wartość wskaźnika należy wyznaczyć oddzielnie dla poszczególnych typów pojazdów przyjętych w modelu.
Ze względu na fakt, że przy wyliczaniu wskaźnika podstawiamy wartości w jednostkach [poj./godz.] należy wykorzystać dostępne dla danego obszaru dane, ewentualnie SDR dla danego odcinka podzielić przez 12.
Należy przyjąć, że wynik walidacji jest pozytywny, jeżeli wartość GEH < 5 dla co najmniej 85% wszystkich analizowanych odcinków.

Polecaną metodą walidacji modelu jest również sprawdzenie skalibrowanych natężeń ruchu w przekrojach ekranowych, dla których wskaźnik GEH powinien być <5 % dla 85 % wyników w porównaniu z rezultatami pomiarów.

Przygotowanie danych wejściowych

Etapy modelowego prognozowania ruchu



Szczegóły znajdują się w załączniku B Niebieskiej Księgi Infrastruktura drogowa

Przygotowanie danych wejściowych

Założenia do prognozy ruchu

- Metodę prognozowania należy dostosować do typu analizowanego projektu, zgodnie z tabelą 6, rozdział 1.8.1.
  - Elastyczność wskaźników wzrostu ruchu

Tabela 1. Elastyczność wskaźników wzrostu ruchu wg metody GDDKiA do prognozowania metodą modelowania

	Kategoria pojazdów	We (wskaźnik elastyczności w latach)	
		2008-2015	2016-2040
1	Samochody osobowe	0,90	0,80
2	Samochody dostawcze	0,33	0,33
3	Samochody ciężarowe bez przyczep	0,35	0,35
4	Samochody dostawcze z przyczepami i	1,07	1,00

Tabela 2. Elastyczność wskaźników wzrostu ruchu wg metody GDDKiA do prognozowania metodą wskaźnikową

Kategoria drogi	Sam. osobowe	Sam. dostawcze	Sam. ciężarowe	Sam. cięż z p/n
Krajowe	1	1	1	1
Wojewódzkie	0,9	0,9	0,8	0,75
Powiatowe	0,8	0,8	0,75	0,6
Gminne	0,75	0,75	0,7	0,65

Powyższe tabele wskaźników zostaną zweryfikowane w toku prac nad aktualizacją Krajowego Modelu Ruchu GDDKiA lub po uzyskaniu wyników z GPR 2015.

Szczegóły znajdują się w załączniku B Niebieskiej Księgi Infrastruktura drogowa.

Przygotowanie danych wejściowych

Raporty wynikowe prognozy ruchu

Zgodnie z aktualnymi wymaganiami GDDKiA *), następujące elementy powinny znajdować się w raportach wynikowych z prognozy ruchu:

1. Wielkości ruchu drogowego, opis warunków ruchu, punktów krytycznych analizowanego układu, podstawowych konfliktów itp. w istniejącym układzie drogowym – dla roku bazowego
2. Wyniki kalibracji modelu i weryfikacji z wynikami pomiarów w roku bazowym, zgodnie z wymaganiami dostępnymi na stronie internetowej www.gddkia.gov.pl, w zakładce analizy i prognozy ruchu
3. Prognoza wielkości ruchowych i prognoza warunków ruchu – w istniejącym układzie drogowym (wariant bezinwestycyjny, W0) dla wymaganych horyzontów prognozy
4. Prognoza wielkości ruchowych oraz prognoza warunków ruchu (tj. określenie prognozowanych poziomów swobody ruchu) dla wariantów planowanej inwestycji, dla wymaganych lat prognozy
5. Porównanie rozkładu długości podróży otrzymanego z modelu i obserwowanego
6. Rodzajowa struktura ruchu
7. Kierunkowy rozkład ruchu.

- *) *„Stadia i skład dokumentacji projektowej dla dróg i mostów”*, wprowadzonego do stosowania Zarządzeniem Nr 30 z 2005 roku przez Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad (13).

Przygotowanie danych wejściowych

Raporty wynikowe prognozy ruchu

Analiza wyników

Otrzymane wyniki powinny spełniać nie tylko kryteria weryfikacji i walidacji, ale również niezbędna jest ich zdroworozsądkowa ocena. Na poszczególnych etapach modelowania i prognozowania należy krytycznie podchodzić do otrzymywanych wyników. Zaobserwowanie nietypowych zachowań w modelu może pociągać za sobą konieczność ponownego sprawdzenia oraz wprowadzenia ewentualnych poprawek w macierzach sieci transportowej czy też w metodyce obliczeń.

Przygotowanie danych wejściowych

Prognozy ruchu

Dane wejściowe do AKK:

- dane o natężeniach ruchu (SDR) na odcinkach analizowanej sieci, wyrażone w pojazdo-godzinach/dobę;
- praca przewozowa/dobę; w podziale w zależności od kategorii pojazdów, prędkości i klasy drogi, wyrażona w:
  - pojazdokilometrach (suma iloczynów natężenia ruchu i długości analizowanych odcinków); i
  - w pojazdogodzinach (suma iloczynów natężenia ruchu i czasu potrzebnego na pokonanie danego odcinka).

Dane te powinny dotyczyć wyłącznie zdefiniowanego obszaru oddziaływania projektu, (np. bufora) dla całego okresu referencyjnego; najlepiej w formie tabelarycznej. Pracę przewozową należy zaprezentować w formie tabelarycznej.

Należy pamiętać o zachowaniu zasady tej samej ilości pojazdów (podróży) w buforze zarówno w wariancie W0, jak i Wn.

Szczegóły znajdują się w załączniku B Niebieskiej Księgi Infrastruktura drogowa

Przygotowanie danych wejściowych

Prognozy ruchu , komentarze:

*** w każdym przypadku należy upewnić się, że w danym roku liczba pojazdów (lub równoważnych dla liczby podróży transportu indywidualnego) w modelu w wariancie inwestycyjnym jest równa liczbie pojazdów (podróży) w wariancie bezinwestycyjnym (to znaczy, że nie ma ruchu wzbudzonego zgodnie z założeniami w modelu)**

**** podejście sieciowe niesie ze sobą konieczność uśredniania niektórych kosztów jednostkowych (eksploatacji pojazdów, bezpieczeństwa ruchu drogowego, zanieczyszczenia środowiska, emisji CO2) w obrębie danej grupy dróg wyróżnionych w zestawieniu pracy przewozowej pochodzącej z modelu, podczas gdy podejście odcinkowe nie jest obarczone takim uśrednieniem, a co więcej pozwala sprawniej przeprowadzić analizę porealizacyjną i porównanie rzeczywistych paramentów projektu z prognozowanymi. w przypadku, gdy sieć wykorzystana w modelu obejmuje większy zakres niż sieć wykorzystana w obliczeniach prac przewozowych, należy także zapewnić możliwość uzyskania prac przewozowych dla całego modelu (w celach porównawczych)**

***** w przypadku sieciowego modelu ruchu, dla potrzeb analizy AKK, można wydzielić na sieci obszar oddziaływania projektu tzw. bufor.**

Przygotowanie danych wejściowych

Szczegóły znajdują się w ***Guide to Cost –Benefit Analysis of Investment Project,*** *Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014 – 2020.*

Przygotowanie danych wejściowych

Założenia kosztowe: ***Koszty eksploatacji i utrzymania (OPEX)***

- Bieżące roczne koszty eksploatacji i utrzymania wszystkich składników infrastruktury drogowej, w tym:
  - bieżące utrzymanie całoroczne, w tym utrzymanie zimowe,
  - koszty ogólne prowadzenia działalności (budynki, administracja, etc.),
  - zarządzanie ruchem,
- *(Koszty eksploatacji systemu poboru opłat);*
- Koszty okresowych prac utrzymaniowych wszystkich składników infrastruktury drogowej:
  - remonty okresowe (odnowa),
  - remonty cząstkowe i naprawy.

Rok	Bieżące koszty eksploatacji i utrzymania (z VAT)	Koszty okresowych prac utrzymaniowych (z VAT)	System poboru opłat* (z VAT)	Inne (określić) (z VAT)	Bieżące koszty eksploatacji i utrzymania (bez VAT)	Koszty okresowych prac utrzymaniowych (bez VAT)	System poboru opłat* (bez VAT)	Inne (określić) (bez VAT)
1								
2								
…		*(*) Proponowane po 10 i 20 od wejścia do eksploatacji*				*(*) Proponowane po 10 i 20 od wejścia do eksploatacji*		
25								
Raz.								

Przygotowanie danych wejściowych

*Założenia kosztowe: **Koszty eksploatacji i utrzymania (OPEX)***

Koszty jednostkowe utrzymania bieżącego

Klasa drogi	Jednostkowy bieżący koszt eksploatacji i utrzymania [PLN/km] netto
A,S - 2x2	180 000
S 2+1	130 000
S 1x2	100 000
GP 2x2	120 000
GP 1x2	**60 000**
G	**60 000**

Za: Niebieska Księga Infrastruktura drogow, lipiec 2015, załącznik A

Koszty jednostkowe utrzymania okresowego

Klasa drogi	Jednostkowy koszt utrzymania okresowego [PLN/km] netto
A,S - 2x2	1 400 000
S 2+1	1 000 000
S 1x2	800 000
GP 2x2	1 100 000
GP 1x2	**700 000**
G	**600 000**

Za: Niebieska Księga Infrastruktura drogow, lipiec 2015, załącznik A

Niższe kategorie dróg:

Zastosować korektę pro-rata odzwierciedlającą różnicę w szerokości w stosunku do GP/G.

Alternatywnie: patrz: *"Instrukcja oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych – dla dróg wojewódzkich*", IBDiM 2008

Analiza ekonomiczna

Założenia i parametry

- Okres odniesienia: 25 lat (w tym okres realizacji przedsięwzięcia)
- Społeczna stopa dyskontowa: 4,5 %
- W cenach stałych – bez inflacji w całym okresie odniesienia
- Rok bazowy analizy
- Przeliczniki z cen rynkowych na rozrachunkowe
  - Po wyeliminowaniu VAT, zastosowanie przeliczników:
    - CAPEX: CF = 0,83
    - OPEX: CF = 0,78
- Ekonomiczna wartość rezydualna (metoda spójna z finansową WR)
  - Metoda odpisów amortyzacyjnych (zastosowanie przeliczników do wartości finansowej)
  - Metoda NPV (dla projektów generujących przychody)
- Zastosowanie kursu wymiany walut (na chwilę opracowania AKK/AF)

Analiza ekonomiczna

Najważniejsze oddziaływania, które należy uwzględnić przy ekonomicznej ocenie projektów infrastruktury drogowej

Koszt eksploatacji pojazdów
Czas przejazdu użytkownika drogi
Wypadki drogowe i ofiary śmiertelne
Zanieczyszczenie powietrza
Wpływ na zmianę klimatu
(Hałas)

Analiza ekonomiczna

Koszty czasu użytkowników infrastruktury drogowej

$$K_c = 365 \cdot L \cdot \sum_{i=1}^{4} \frac{SDR_i \cdot p_i \cdot k_{ci} \cdot u_i}{V_i^{pdr}}$$

- K_c - roczne koszty czasu użytkowników w PLN,
- SDR_i - średnioroczne dobowe natężenie ruchu dla kategorii użytkowników pojazdów "i" (np. pojazdy lekkie i ciężkie)", w pojazdach/dobę,
- L - długość odcinka drogi w km,
- i - liczba kategorii użytkowników o różnej jednostkowej wartości czasu (służbowe, dom-praca-dom, inne, przewóz towarów),
- $k_{c,i}$ - jednostkowe koszty czasu "i" w PLN/godz.,
- p_i - wskaźniki napełnienia pojazdów,
- u_i - udział w ruchu motywacji „i" w podróżach użytkowników pojazdów,
- V_i^{pdr} - prędkość podróży na analizowanym odcinku drogi w km/godz.

Metoda odcinkowa

Na podstawie <u>tabel prędkości</u> (patrz *„Instrukcja oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych – dla dróg wojewódzkich*", IBDiM 2008)

Analiza ekonomiczna

Koszty czasu użytkowników infrastruktury drogowej

$$K_c = 365 \cdot L \cdot \sum_{i=1}^{4} \frac{SDR_i \cdot p_i \cdot k_{ci} \cdot u_i}{V_i^{pdr}}$$

pi

Motywacja	Napełnienie	
	Drogi pozamiejskie	Drogi miejskie/ulice
Dom-praca-dom	1,6	1,2
Służbowe	1,7	1,2
Inne	2,2	1,6

ui

Kategoria drogi	Motywacja podróży – samochody os. i autobusy – drogi pozamiejskie		
	Dom-praca-dom	Służbowe	Pozostałe
Krajowe	15%	25%	60%
Wojewódzkie	32%	21%	47%

Kategoria drogi/pojazdu	Motywacja podróży – drogi miejskie		
	Dom-praca-dom	Służbowe	Pozostałe
Wszystkie/osobowe	35%	10%	55%
Wszystkie/autobusy	35%	5%	60%

k^{ci}

Lata	Stawka godzinowa dla pasażerów oraz kierowców (PLN/h)			Stawka godzinowa przewozów towarowych (PLN/h)
	Służbowe	Dom-praca-dom	Pozostałe	
2014	64.57	31.81	26.69	64.57
2015	65.87	32.45	27.23	65.87
……	……	……	……	……

Za: Niebieska Księga Infrastruktura drogow, lipiec 2015, załącznik A

Analiza ekonomiczna

Koszt eksploatacji pojazdów

$$K_e = \sum_{j=1}^{2} k_{ej}(V_{pdrj}, T, S) \cdot 365 \cdot (SDR_j \cdot L)$$

- K_e – roczne koszty eksploatacji pojazdów samochodowych w PLN,
- j – liczba kategorii pojazdów,
- $k_{ej}(V_{pdr\,j}, T, S)$ – jednostkowe koszty eksploatacji kategorii pojazdów samochodowych, prędkość $V_{pdr\,j}$, ukształtowanie terenu T i stan techniczny nawierzchni S, w PLN/poj.-km,
- SDR_j – średniodobowy ruch pojazdów kategorii „j” w pojazdach/dobę,
- L – długość odcinka drogi w km,

Analiza ekonomiczna

Koszt eksploatacji pojazdów

$$K_e = \sum_{j=1}^{2} k_{ej}(V_{pdrj}, T, S) \cdot 365 \cdot (SDR_j \cdot L)$$

kej (Vpdrj, T, S)

Prędkość (km/h)	Jednostkowe koszty eksploatacji pojazdów - PLN/poj.-km – teren płaski (nawierzchnia po przebudowie/remoncie)	
	Poj. lekkie	Poj. ciężkie
0-10	0,894	2,282
11-20	0,868	2,177
21-30	0,846	2,097
31-40	0,829	2,040
41-50	0,817	2,007
51-60	0,810	1,999
61-70	0,808	2,014
71-80	0,810	2,053
81-90	0,817	2,116
91-100	0,829	2,203
101-110	0,846	2,314
111-120	0,868	
121-130	0,894	
131-140	0,925	

Tabele kosztów jednostkowych uwzględniają:

- **Typ pojazdu**
- **Prędkość**
- **Ukształtowanie terenu (płaskie, faliste, górskie)**
- **Stan drogi (nowa/po odbudowie, zniszczona)**

Prędkość - metoda odcinkowa:

W oparciu o <u>tabele prędkości</u> (patrz „Instrukcja oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych – dla dróg wojewódzkich", IBDiM 2008)

Ukształtowanie terenu	Poj. lekkie	Poj. ciężkie
Falisty	1,027	1,062
Górski	1,062	1,135

Za: Niebieska Księga Infrastruktura drogow, lipiec 2015, załącznik A

Analiza ekonomiczna

Koszty wypadków drogowych

Koszty wypadków w każdym wariancie obejmują:

koszty zabitych w wypadkach drogowych,
- **koszty rannych w wypadkach drogowych,**
- **koszty ciężko rannych w wypadkach drogowych,**
- **koszty strat materialnych (ponoszonych w wypadkach z udziałem rannych i/lub ofiar).**

$$K_W = \sum_{t=1}^{n} \left[\left(k_{zt} \cdot a_{zt}\right) + \left(k_{rt} \cdot a_{rt}\right) + \left(k_{crt} \cdot a_{crt}\right) + \left(k_{mt} \cdot a_{mt}\right) \right]$$

gdzie:

K_W – koszty wypadków drogowych, rannych i ofiar poniesione w całym okresie analizy, w PLN,

k_{zt} – jednostkowe koszty zabitych w danym roku, w PLN,

k_{rt} – jednostkowe koszty rannych w danym roku, w PLN,

k_{crt} – jednostkowe koszty ciężko rannych w danym roku, w PLN,

k_{mt} – jednostkowe koszty strat materialnych w danym roku, w PLN,

a_{zt} – liczba zabitych w danym roku,

a_{rt} – liczba rannych w danym roku,

a_{crt} – liczba ciężko rannych w danym roku,

a_{mt} – liczba wypadków drogowych ze stratami materialnymi w danym roku,

t – kolejny rok analizy (okres analizy n=25).

Analiza ekonomiczna

Metody liczenia kosztów wypadków drogowych

- Metody te opierają się o krajową metodę prognozowania wskaźników bezpieczeństwa ruchu drogowego (**metoda wskaźników BRD**), przygotowaną w ramach zleconej przez GDDKiA pracy badawczej wykonanej przez konsorcjum Fundacji Rozwoju Inżynierii Lądowej w Gdańsku, Politechniki Gdańskiej oraz Politechniki Krakowskiej pt: *„ Metoda prognozowania wskaźników BRD dla potrzeb analiz efektywności ekonomicznej inwestycji realizowanych na drogach krajowych w Polsce”,* która wkrótce zostanie opublikowana przez GDDKiA.

- **Dotyczą: dróg zamiejskich, ciągów drogowych jedno- i dwujezdniowych o długości ok. 10 km lub większej oraz obwodnic.**

- W obu metodach należy uwzględniać współczynnik horyzontu prognozy f_{HP}, a w przypadku dróg jednojezdniowych – współczynnik lokalizacji $f^{(1)}_{LDW}$ *(w przypadku modelu sieciowego obejmującego kilka województw można uśrednić)*

- Metoda 2: jest uproszczeniem wspomnianej powyżej metody wskaźników BRD. W metodzie tej wprowadzono pojęcie miar BRD, które są miarami wielkości strat społecznych (liczba wypadków, liczba rannych, liczba ciężko rannych, liczba ofiar śmiertelnych).

Analiza ekonomiczna

Metody liczenia kosztów wypadków drogowych

- Metoda 1: **metodyka oparta o prawdopodobieństwo wystąpienia wypadku** (tzw. wskaźniki wypadkowości, ryzyka wypadku, w odniesieniu do pracy przewozowej wyrażonej w poj-km) oraz wskaźniki dotkliwości wypadków (ofiary śmiertelne, ranni, ciężko ranni) dla danej kategorii drogi.

w załączniku F zostały zamieszczone tabele ze względnymi wskaźnikami wypadkowości RAI Relative Accidents Indicator), przygotowane na podstawie metody wskaźników BRD oraz wskaźniki dotkliwości wypadków wyliczone w oparciu o wyniki najnowszych badań.

W ramach tej metody wskaźniki dotkliwości wypadków policzone zostały również dla dróg wojewódzkich, powiatowych oraz gminnych. W przypadku tych dróg poniższe wskaźniki można stosować <u>również dla odcinków o długości poniżej 10 km.</u>

Tabela 8. Wskaźniki dotkliwości wypadków dla dróg wojewódzkich oraz powiatowych i gminnych (liczba osób / wypadek)

	Wojewódzkie niezabudowany (n)	Wojewódzkie zabudowany (z)	Gminne, powiatowe niezabudowany (n)	Gminne, powiatowe zabudowany (z)
WR	1,322	1,226	1,334	1,194
WCR	0,381	0,318	0,393	0,288
WZ	0,178	0,100	0,143	0,087

Analiza ekonomiczna

Koszty wypadków drogowych

- Wszystkie **jednostkowe koszty ekonomiczne wypadków drogowych**: rannych, ciężko rannych, zabitych i strat materialnych zamieszczone są w załączniku A - jednostkowe koszty finansowe, ekonomiczne. Wartości kosztów jednostkowych prognozowane w kolejnych latach także zawarto w załączniku.

Koszty jednostkowe zdarzeń drogowych (PLN/zdarzenie), ceny 2014

Rok	Koszty (PLN)			
	Ofiar śmiertelnych	Ciężko Rannych	Rannych	Straty materialne
2014	2 030 099	2 271 961	31 228	19 966
2015	2 095 316	2 344 947	32 231	20 607
2016	2 159 885	2 417 209	33 224	21 242
2017	2 228 175	2 493 635	34 275	21 914
2018	2 296 839	2 570 480	35 331	22 589
2019	2 362 099	2 643 514	36 335	23 231
2020	2 427 320	2 716 505	37 338	23 872
2021	2 493 633	2 790 719	38 358	24 524
2022	2 559 759	2 864 723	39 375	25 175
2023	2 625 586	2 938 393	40 388	25 822

- Indeksacja wg tabeli wzrostu PKB per capita: NK załącznik A

Analiza ekonomiczna

Koszty wypadków drogowych

- **Uproszczone koszty jednostkowe wypadków drogowych**

W przypadku braku odpowiednich danych – można wykorzystać dane dotyczące jednostkowych kosztów z odpowiednią indeksacją.

Tab. 6.2 Koszty jednostkowe wypadków drogowych ogółem w 2014 roku

Kategoria kosztu	Koszt jednostkowy w PLN w 2013 r.
Jednostkowy koszt ofiary śmiertelnej (wypadku z ofiarą śmiertelną[15])	1 977 576
Jednostkowy koszt ofiary ciężko rannej (wypadku z ofiarami ciężko rannymi[16])	2 213 180
Jednostkowy koszt ofiary lekko rannej (wypadku z ofiarami lekko rannymi[17])	30 420
Jednostkowy koszt strat materialnych w wypadku	19 449
Jednostkowy koszt wypadku drogowego	953 085
Jednostkowy koszt kolizji drogowej	41 864

Wycena kosztów wypadków i kolizji drogowych na sieci dróg w Polsce na koniec roku 2013 z wyodrębnieniem średnich kosztów społeczno-ekonomicznych wypadków na transeuropejskiej sieci transportowej , KRBRD listopad 2014; IBDiM

Analiza ekonomiczna

Koszty zanieczyszczenia powietrza

Prędkość (km/h)	Jednostkowe koszty zanieczyszczenia powietrza - PLN/poj.-km – teren płaski (nawierzchnia po remoncie/budowie) –zamiejski	
	Poj. lekkie	Poj. ciężkie
.....	.....	.....
51-60	0,088	1,214
61-70	0,087	1,236
71-80	0,088	1,294
81-90	0,091	1,389
.....	.....	.....

Na podstawie: Niebieska Księga Infrastruktura drogowa, lipiec 2015, załącznik A

Ukształtowanie terenu	Poj. lekkie	Poj. ciężkie
Falisty	1,180	1,453
Górski	1,337	2,141

Tabele kosztów jednostkowych uwzględniają:

- Typ pojazdu
- Prędkość
- Ukształtowanie terenu (płaski, falisty, górzysty)
- Stan drogi (nowa/po renowacji, zniszczona)
- Typ obszaru (miejski, zamiejski)

Prędkość - metoda odcinkowa:

W oparciu o tabele prędkości (patrz „Instrukcja oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych – dla dróg wojewódzkich", IBDiM 2008)

Koszty hałasu

$$K_H = 365 \cdot L \cdot \sum^{2} k_{h,j}(Z) \cdot SDR_j$$

	Wartości jednostkowe kosztów krańcowych hałasu (PLN/poj.-km)	
	Poj. lekkie	Poj. ciężkie
Pozamiejskie	0.0005	0.0023
Miejskie	0.0505	0.3131

Na podstawie: Niebieska Księga Infrastruktura drogowa, lipiec 2015, załącznik A

Tabele kosztów jednostkowych uwzględniają:

- Typ pojazdu
- Typ obszaru (miejski, zamiejski)

Analiza ekonomiczna

Koszty zmiany klimatu

Współczynnik emisji (Tn CO2e/poj.-km) x **CO2e unit cost (PLN/Tn CO2e)**

Prędkość (km/h)	Jednostkowe współczynniki emisji zmian klimatu tCO2/poj.-km – teren płaski (nawierzchnia po przebudowie/remoncie)	
	Poj. lekkie	Poj. ciężkie
.....	.....	.....
41-50	0,000195	0,000741
51-60	0,000188	0,000732
61-70	0,000186	0,000746
71-80	0,000188	0,000783
81-90	0,000195	0,000842
91-100	0,000206	0,000923
.....	.....	.....

Koszty jednostkowe emisji gazów cieplarnianych	2015 (PLN/tCO2) Poziom cen 2014	Coroczny wzrost 2010-2040 PLN/tCO2 Poziom cen 2014
*Based on : " Metodyka Kalkulacji Śladu Węglowego stosowana przez EBI", 2014, (25 €/tCO2 w 2010 i coroczny wzrost o 1 €/Tco2, ceny 2006)	147,18	4,91

Ukształtowanie terenu	Poj. lekkie	Poj. ciężkie
Falisty	1,180	1,453
Górski	1,337	2,141

Za: Niebieska Księga Infrastruktura drogowa, lipiec 2015, załącznik A

Współczynnik emisji uwzględnia:
- **Typ pojazdu**
- **Prędkość**
- **Ukształtowanie terenu (płaski, falisty, górski)**
- **Stan drogi (nowa, po remoncie, zniszczona)**

Prędkość - metoda odcinkowa:
W oparciu o <u>tabele prędkości</u>
(patrz *„Instrukcja oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych – dla dróg wojewódzkich"*, IBDiM 2008)

Analiza ekonomiczna

Wyniki I

- Obliczenie korzyści ekonomicznych netto projektu

Rok	Oszczędności czasu/na kosztach użytkowników pojazdów	Eksploatacja pojazdów - korzyści/koszty	Wypadki - coszty/korzyści	Zanieczyszczenie powietrza – korzyści/koszty	Zmiana klimatu – korzyści/koszty	Hałas – korzyści/koszty	Łącznie
1							
2							
3							
…							
25							
Total							

Korzyść	ŁĄCZNIE (PLN)	%
Oszczędności czasu		
Oszczędności na kosztach eksploatacji pojazdu		
Oszczędności na kosztach wypadków		
Oszczędności na kosztach zanieczyszczenia powietrza		
Oszczędności na kosztach zmiany klimatu		
Oszczędności na kosztach hałasu		
Wartość rezydualna		
Inne pozytywne oddziaływania (jeśli istnieją)		
Koszty	**ŁĄCZNIE (PLN)**	**%**
Koszty inwestycji		
Koszty eksploatacji (jeśli istnieją)		
Inne negatywne oddziaływania (jeśli istnieją)		

Analiza ekonomiczna

Wyniki II

- Obliczenie efektywności ekonomicznej projektu

Rok	Wysokość inwestycji Koszty Skorygowane	Koszty eksploatacji i utrzymania Skorygowane	Ekonomiczne korzyści/koszty projektu	Wartość rezydualna	Przepływy ekonomiczne razem	Współczynnik dyskonta	Zdyskontowane przepływy ekonomiczne
1	2	3	4	5	6= 2+3+4+5	7	8=6*7
1							
2							
…							
25							
						ENPV	
						ERR	

Wskaźnik socjo-ekonomiczny	W1	W2	…	Wn
ENPV				
ERR				
BCR				

Analiza finansowa

Założenia i parametry

- Okres odniesienia: 25 lat (w tym okres realizacji przedsięwzięcia)
- Finansowa stopa dyskontowa: 4 %
- W cenach stałych – bez inflacji w całym okresie odniesienia
- Rok bazowy analizy
- Finansowa wartość rezydualna (metoda spójna z ekonomiczną WR)
  - Metoda odpisów amortyzacyjnych
  - Metoda NPV (dla projektów generujących przychód)
- Zastosowanie kursu wymiany walut (na chwilę opracowania AKK/AF)

Analiza finansowa

- Określenie finansowych przepływów pieniężnych
- Nakłady inwestycyjne (CAPEX)
- Koszty eksploatacji i utrzymania, w tym prac remontowych/wymiany (OPEX)
- Przychody projektu
- Wartość rezydualna
- Określenie wkładu UE
- Zgodnie z Rozporządzeniem UE 1303/2013:

A. *„zastosowanie zryczałtowanej stawki procentowej dochodów określonej dla sektora lub podsektora właściwego dla danej operacji (…)”*

$$ECa = ECb \times (1 - FR)$$

- ECa – koszty kwalifikowalne po zastosowaniu Art. 61 Rozporządzenia (UE) 1303/2013
- ECb – koszty kwalifikowane przed zastosowaniem Art. 61 Rozporządzenia (UE) 1303/2013
- FR – zryczałtowana stawka procentowa dochodów dla danego typu operacji.

Analiza finansowa

- Określenie wkładu UE

Zgodnie z Rozporządzeniem UE nr 1303/2013:

B. *„obliczenie zdyskontowanego dochodu z danej operacji z uwzględnieniem okresu odniesienia odpowiedniego dla danego sektora lub podsektora właściwego dla danej operacji, (…)”.*

$$EE = EC \times (1 - DNR/DIC),$$

- EE – koszty kwalifikowane projektu do dofinansowania (skorygowane),
- EC – koszty kwalifikowalne,
- DNR – zdyskontowany dochód,
- DIC – zdyskontowane nakłady inwestycyjne.

- Rt – przychody dla roku t,
- Ct – koszty eksploatacji i utrzymania dla roku t,
- a—czynnik dyskontowy ($a = \frac{1}{(1+i)^t}$), i - stopa dyskonta,
- FRV – finansowa wartość rezydualna

Analiza finansowa

Rentowność finansowa projektu

Przepływy finansowe	Wskaźniki rentowności dla całej inwestycji (wskaźniki na (C))	Wskaźniki rentowności dla kapitału krajowego (wskaźniki na (K))
Nakłady inwestycyjne łącznie	(-)	*Nie dotyczy*
Środki krajowe finansują-ce nakłady (bez wkładu UE i finansowania długiem)	*Nie dotyczy*	(-)
Koszty utrzymania i eksploatacji (przyrostowo W1-W0)	(-)	(-)
Przychody (przyrostowo W1 – W0)	(+)	(+)
Spłata rat kapitałowych, odsetki oraz inne opłaty i prowizje dla finansowania dłużnego	*Nie dotyczy*	(-)
Wartość rezydualna	(+)	(+)

Analiza finansowa

Trwałość finansowa projektu

Przepływy pieniężne	Rok								
	1	2	3	4	5	6	…	…	n
Koszty inwestycji									
Koszty eksploatacji i utrzymania									
Pożyczki i kredyty									
Pozostałe									
OGÓŁEM (wydatki)									
Przychody									
Grant UE									
Inne źródła finansowania (budżet, subsydia, itd.)									
OGÓŁEM (wpływy)									
PRZEPŁYWY PIENIĘŻNE NETTO									

Ocena ryzyka projektu

Analiza wrażliwości

- **Określenie zmiennych krytycznych** czyli tych, których zmiana wartości o ±1% powoduje zmianę wartości ENPV i FNPV (dla analizy ekonomicznej i finansowej) o co najmniej ±1%.
- Analizę przeprowadza się dla każdego elementu oddzielnie (zmienna badana) przy założeniu, że pozostałe elementy są niezmienne.

- **Wartości progowe zmiennych krytycznych** określa się jako procentową zmianę zmiennej badanej, która powoduje, że NPV jest równa zero.
- Gdy dla danej zmiennej krytycznej, wartość progowa jest stosunkowo bliska wartości bazowej tej zmiennej, to ryzyko dla efektywności projektu można uznać za wysokie i odpowiednie działania zaradcze powinny zostać uwzględnione w ramach projektu (na etapie przygotowania, wdrażania lub eksploatacji projektu). Wartości progowe zmiennych należy obliczyć przynajmniej dla: ruchu (SDR), kosztu budowy i oszczędności czasu.

Ocena ryzyka projektu

Analiza wrażliwości

Wrażliwość wskaźników efektywności ekonomicznej:

- (i) SDR -15%
- (ii) Nakłady inwestycyjne (w tym opóźnienia realizacji) +35%
- (iii) Oszczędności czasu -15%
- (iv) Razem: SDR -15% i nakłady inwestycyjne +20%

Wrażliwość wskaźników efektywności finansowej:

- (i) SDR -15%
- (ii) Nakłady inwestycyjne (w tym opóźnienia realizacji) +35%

Ocena ryzyka projektu

Analiza ryzyka

Rekomendowany zakres analizy ryzyka obejmuje następujące etapy:

- Identyfikacja ryzyka
- Analiza jakościowa ryzyka
- Działania zaradcze i ich alokacja
- Monitorowanie

Nazwa ryzyka	Status ryzyka (aktywne/nieaktywne)	Jeśli nieaktywne, dlaczego:
Ryzyka popytowe		
Ryzyka związane z projektowaniem		
Ryzyka administracyjne (pozwolenia)		
Ryzyka związane z nabyciem gruntów		
Ryzyka związane z zamówieniami		
Ryzyka związane z wykonaniem robót		
Ryzyka operacyjne		
Ryzyka regulacyjne		
Ryzyka finansowe		
Ryzyka zarządcze		
Ryzyka polityczne		
Inne ryzyka		

Ocena ryzyka projektu

Analiza ryzyka

Ocena poziomu ryzyka

		Prawdopodobieństwo				
		I	II	III	IV	V
Siła oddziaływania	A	Niski	Niski	Niski	Niski	Średni
	B	Niski	Niski	Średni	Średni	Wysoki
	C	Niski	Średni	Średni	Wysoki	Wysoki
	D	Niski	Średni	Wysoki	Bardzo wysoki	Bardzo wysoki
	E	Średni	Wysoki	Bardzo wysoki	Bardzo wysoki	Bardzo wysoki

Źródło: "Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects - Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020" DG Regio, grudzień 2014.

Ocena ryzyka projektu

Przedstawienie wyników oceny ryzyka

Analiza wrażliwości - identyfikacja „zmiennych krytycznych”
- wyliczenie „wartości progowych”.

Analiza ryzyka - tabela ryzyk
- matryca ryzyk: ocena poziomu ryzyka, działania zaradcze, działania łagodzące.

Szczegóły znajdują się w rozdziałach 4.1 – 4.3 Niebieskiej Księgi Infrastruktura drogowa

Thank you

Dziękujemy