



# Niebieska Księga Blue Book

Nowe wydanie

New edition

Lipiec / July 2015

**Infrastruktura drogowa  
Road Infrastructure**

## Spis treści *Table of Contents*

Wprowadzenie <i>Background</i> .....	5
Cel podręcznika <i>Purpose of the manual</i> .....	5
Tło przygotowania podręcznika <i>Background of the manual preparation</i> .....	6
Zakres podręcznika <i>Scope of the manual</i> .....	8
Zawartość i zakres analizy kosztów i korzyści oraz jej struktura <i>Content and scope of the Cost-Benefit Analysis and structure</i> .....	11
Faza I: Identyfikacja wariantów i przygotowanie danych wejściowych <i>Phase I: Identification of project options and preparation of input data</i> .....	13
1.1 Podsumowanie wcześniejszych prac studialnych 1.1 <i>Summary of previous project studies</i> .....	13
1.2 Stan istniejący 1.2 <i>Existing conditions</i> .....	14
1.3 Cele projektu 1.3 <i>Project objectives</i> .....	14
1.4 Identyfikacja efektywnych wariantów inwestycyjnych projektu 1.4 <i>Identification of effective project Investment Options</i> .....	16
1.5 Definicja wariantu bezinwestycyjnego 1.5 <i>Definition of the Without- the-Project Option</i> .....	20
1.6 Określenie okresu referencyjnego projektu 1.6 <i>Determination of the project reference period</i> .....	22
1.7 Przygotowanie makroekonomicznych danych wejściowych 1.7 <i>Preparation of macro-economic inputs</i> .....	23
1.8 Prognozy ruchu 1.8 <i>Traffic forecasts</i> .....	24
1.8.1 Klasyfikacja projektów ze względu na zalecane indywidualne podejście do prognozowania 1.8.1 <i>Classification of projects based on its recommended forecasting method</i> .....	26
1.8.2 Model ruchu, ogólne zasady 1.8.2 <i>Traffic model, general considerations</i> .....	28
1.8.3 Wyniki prognozy ruchu 1.8.3 <i>Traffic forecast outputs</i> .....	31
1.9 Założenia kosztowe dla wariantu bezinwestycyjnego (W0) i wariantów inwestycyjnych (Wn) 1.9 <i>Costs assumptions for the "without-the-project" scenario (W0) and for the project investment options (Wn)</i> .....	33
1.9.1 Przygotowanie danych wejściowych dotyczących nakładów kapitałowych dla wariantów inwestycyjnych 1.9.1 <i>Preparation of capital expenditures inputs for investment options</i> .....	33
1.9.2 Oszacowanie wydatków na eksploatację i utrzymanie 1.9.2. <i>Estimation of operating and maintenance (O&amp;M) expenditures</i> .....	36

1.10	Dane wejściowe do projekcji przychodów	
	1.10 Revenue projection inputs.....	41
1.11	Wartość rezydualna	
	1.11 Residual value .....	44
<b>Faza II: analiza społeczno-ekonomiczna</b>		
<i>Phase II: Socio-economic analysis</i> .....		47
2.1	Kategorie kosztów ekonomicznych	
	2.1 Categories of economic costs.....	48
2.1.1	Koszty eksploatacji pojazdów	
	2.1.1 Vehicle operating costs.....	49
2.1.2	Koszty czasu użytkowników infrastruktury drogowej	
	2.1.2 Road infrastructure user time costs .....	52
2.1.3	Koszty wypadków drogowych	
	2.1.3 Costs of accidents.....	57
2.1.4	Koszty zanieczyszczenia powietrza	
	2.1.4 Air pollution costs.....	59
2.1.5	Koszty zmian klimatu	
	2.1.5 Climate change costs.....	61
2.1.6	Koszty hałasu	
	2.1.6 Noise costs .....	63
2.1.7	Koszty eksploatacji i utrzymania infrastruktury	
	2.1.7 Costs of infrastructure operation and maintenance .....	66
2.2	Założenia i parametry analizy ekonomicznej	
	2.2 Economic analysis - assumptions and parameters.....	66
2.3	Etapy analizy społeczno-ekonomicznej	
	2.3 Stages of socio-economic analysis.....	67
2.3.1	z cen rynkowych na ceny rozrachunkowe	
	2.3.1 From financial to economic prices .....	67
2.3.2	Obliczanie korzyści ekonomicznych netto projektu	
	2.3.2 Calculation of net economic benefits of a project .....	69
2.3.3	Obliczanie wskaźników efektywności społeczno-ekonomicznej i interpretacja wyników	
	2.3.3 Calculation of the socio-economic performance indicators and interpretation of results .....	72
<b>Faza III: Analiza Finansowa</b>		
<i>Phase III: Financial Analysis</i> .....		75
3.1	Projekt infrastruktury drogowej – droga niepłatna a analiza finansowa	
	3.1 Road infrastructure project – non-toll roads and financial analysis.....	76
3.2	Założenia i parametry analizy finansowej	
	3.2 Financial analysis - assumptions and parameters .....	76
3.3	Zestawienie finansowych przepływów pieniężnych	
	3.3 Determination of financial cash flows.....	78
3.4	Ustalenie wkładu UE	
	3.4 Determination of EU contribution .....	78
3.5	Rentowność finansowa projektu	
	3.5 Project financial profitability.....	81
3.6	Trwałość finansowa i trwałość funkcjonalna projektu	
	3.6 Financial and functional sustainability of the project .....	84
<b>Faza IV: Ocena ryzyk projektu</b>		
<i>Phase IV: Project risk assessment</i> .....		89
4.1	Analiza wrażliwości	
	4.1 Sensitivity analysis.....	90

4.2 Analiza ryzyka	
4.2 Risk analysis .....	92
4.3 Przedstawienie wyników oceny ryzyka	
4.3 Expected outputs of the risk assessment .....	99
<b>Wpływ na zatrudnienie</b>	
<i>Impact on employment</i> .....	102
5.1 Miejsca pracy utworzone na etapie realizacji	
5.1 Jobs created during implementation stage .....	102
5.2 Miejsca pracy utworzone (lub zlikwidowane) na etapie eksploatacji	
5.2 Jobs created (or eliminated) during the operation stage .....	104
<b>Literatura i literatura uzupełniająca</b>	
<i>Literature and supplementary literature</i> .....	105
<b>Definicje i akronimy</b>	
<i>Definitions and Acronyms</i> .....	109
<b>Załącznik A: Jednostkowe koszty ekonomiczne i finansowe</b>	
<i>Appendix A: Economic and financial unit costs</i> .....	115
<b>Załącznik B: Prognozy ruchu</b>	
<i>Appendix B: Traffic forecasts</i> .....	135
<b>Załącznik C: Podstawy metodologiczne obliczania współczynników przeliczeniowych (konwersji)</b>	
<i>Appendix C: Methodological background to calculate Conversion Factors</i> .....	153
<b>Załącznik D: Podstawy metodologiczne obliczania jednostkowych kosztów eksploatacji pojazdów (VOC)</b>	
<i>Appendix D: Methodological background to calculate unit Vehicle Operating Costs (VOC)</i> ..	155
<b>Załącznik E: Metody obliczania kosztów wypadków drogowych</b>	
<i>Appendix E: Methods of accidents costs calculation</i> .....	158

# Wprowadzenie

## Cel podręcznika

Celem niniejszego podręcznika jest zaprezentowanie metody przeprowadzania analizy kosztów i korzyści AKK (z ang. cost-benefit analysis, CBA) dla planowanych projektów inwestycyjnych w sektorze transportu w Polsce, dla których beneficjenci ubiegają się o pomoc finansową z funduszy Unii Europejskiej 2014-2020. Niniejsza Drogowa Niebieska Księga jest częścią serii Niebieskich Ksiąg obejmujących sektor transportu (infrastruktura drogowa, infrastruktura kolejowa, transport publiczny).

Niebieskie Księgi są uzupełnieniem i doprecyzowaniem wytycznych Komisji Europejskiej<sup>1</sup> oraz wytycznych krajowych<sup>2</sup> w zakresie przygotowania AKK. w przypadku ewentualnych zmian w europejskich lub krajowych wytycznych, niektóre zapisy niniejszej Niebieskiej Księgi mogą ulec dezaktualizacji i w tych aspektach wytyczne europejskie i krajowe będą wiążące.

Celem Niebieskiej Księgi jest określenie zasad i założeń oraz spójnego podejścia do analiz kosztów i korzyści w celu zapewnienia porównywalności i spójności w ramach sektora transportu, a także pomocy przy przygotowywaniu analiz przez beneficjentów.

Zadaniem niniejszego podręcznika nie było sformułowanie szczegółowych wytycznych dla wszystkich sytuacji, które może napotkać osoba analizująca projekt. z powodu ogromnej różnorodności potencjalnie możliwych projektów, założenia przedstawione w tym podręczniku mają wyłącznie charakter zaleceń i może zaistnieć konieczność zastosowania dodatkowego szczegółowego podejścia w odniesieniu do pewnych szczególnych okoliczności związanych z danym projektem. Bardziej szczegółowe informacje można znaleźć w klasycznych podręcznikach do analizy kosztów i korzyści (patrz odwołania w rozdziale 6), a wszystkie wykorzystywane założenia i odniesienia metodyczne są odpowiednio opisane w stopkach metodycznych oraz załącznikach. Zakłada się, że podmioty i osoby przygotowujące analizy kosztów i korzyści w oparciu

# Background

## Purpose of the manual

The purpose of this Manual is to present the methodology for performing a cost-benefit analysis (CBA) for transport investment projects to be implemented in Poland, for which financial contribution from EU funds 2014-2020 is considered. The present Roads Blue Book is part of a series of Blue Books covering the transport sector (road infrastructure, railway infrastructure, public transport).

The Blue Books are complementary to and consistent with the guidelines of the European Commission<sup>1</sup> and the national guidelines<sup>2</sup> concerning the preparation of cost-benefit analysis (CBA). In case changes of the European and/or the national guidelines would occur in the future which would make some of the provisions of this Blue Book outdated, the European and national guidelines should prevail.

The purpose of the Blue Book is to define the principles, objectives and a coherent approach to the CBA to ensure the comparability and consistency in the transport sector as well as to assist the beneficiaries in the preparation of such analysis.

This manual is not meant to provide detailed guidelines for all circumstances a project analyst may face. Due to vast diversity of possible projects, assumptions presented in this manual have the character of recommendations only and specific solutions might have to be applied with regard to specific project circumstances. More detailed guidance can be found in classical handbooks and manuals on CBA (see References in Chapter 6), and all assumptions and methodological background used are adequately referenced in methodical footers and annexes. It is assumed that the entities and experts preparing cost-benefit analysis using this manual have the knowledge and necessary experience in this field.

A proper application of the techniques presented in the Manual will (i) help to choose the optimal solution which will provide socio-economic benefits while ensuring the most effective use of public funds; and/or (ii) provide confirmation of the adequacy

<sup>1</sup> "Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020", December 2014 ([http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba\\_guide.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf).)

<sup>2</sup> "Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020". ([http://www.mir.gov.pl/fundusze/wytyczne\\_mrr/Wytyczne\\_2014\\_2020/Obowiazujace/Documents/Wytyczne\\_PG\\_D\\_PH\\_2014\\_2020\\_podpisane\\_032015.pdf](http://www.mir.gov.pl/fundusze/wytyczne_mrr/Wytyczne_2014_2020/Obowiazujace/Documents/Wytyczne_PG_D_PH_2014_2020_podpisane_032015.pdf)).

o niniejszy podręcznik posiadają wiedzę teoretyczną, przygotowanie merytoryczne i doświadczenie w tym zakresie.

Techniki przedstawione w tym podręczniku, przy ich prawidłowym stosowaniu, i pomogą w wyborze optymalnego rozwiązania, które wygeneruje korzyści społeczno-ekonomiczne przy zapewnieniu najbardziej efektywnego sposobu wykorzystania środków publicznych; oraz/lub (ii) potwierdzą adekwatność i uzasadnienie ekonomiczne zaproponowanego rozwiązania zmierzającego do spełnienia określonych celów projektu.

Zaleca się stosowanie podstawowych zasad tego podręcznika do wszystkich projektów, które będą finansowane z funduszy publicznych z zakresu infrastruktury drogowej. Proponowana metodyka jest w swoich zamierzeniach dostosowana do wymogów wniosków o finansowanie dużych projektów transportowych składanych do Komisji Europejskiej, to znaczy projektów, dla których całkowita kwota kosztów kwalifikowanych przekracza 75 mln EUR (po uwzględnieniu wymogów określonych w art 61 rozporządzenia (UE) nr 1303/2013).

Zaleca się dostosowanie stopnia skomplikowania analizy do wielkości i złożoności projektów tak, aby uniknąć zbędnego nakładu pracy w przypadku małych projektów.

Projekty przygotowywane w oparciu o wcześniejsze edycje Niebieskiej Księgi w okresie poprzedzającym opublikowanie ostatecznej wersji niniejszego podręcznika, nie będą weryfikowane pod względem zgodności zastosowanej metodyki, stawek kosztów jednostkowych i innych elementów opisanych w podręczniku, ale oczywiście będą podlegały merytorycznej ocenie poprawności zastosowanych rozwiązań zgodnie z wymaganiami KE dla Perspektywy 2014-2020.

## Tło przygotowania podręcznika

Niniejszy podręcznik jest rekomendowany przez Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju (MIR), które jest Instytucją Zarządzającą dla Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (POLiŚ). MIR zwróciło się do JASPERS (Wspólna Pomoc dla Projektów w Europejskich Regionach) z prośbą o wsparcie w opracowaniu aktualizacji podręcznika, który był stosowany w poprzedniej perspektywie finansowej, w celu uwzględnienia nowych regulacji KE dla perspektywy finansowej 2014-2020.

and economic convenience of the proposed solution to meet the defined project objectives,

It is recommended to apply the basic principles of this manual to all projects in the road infrastructure type which are to be financed from the public funds. The suggested methodology is adapted to the requirements of financing applications for the major transport projects submitted to the European Commission, i.e. only projects with the total eligible costs exceeding EUR 75 million (after taking into account of the requirements set out in Article 61 of Regulation (EU) No 1303/2013).

It is recommended to adapt the level of complexity of the analysis to the size and complexity of projects to avoid unnecessary work in the case of small projects.

Projects prepared on the basis of previous editions of the Blue Book, before publication of the final version of this manual, will not be verified in terms of compliance of the applied methods, unit costs rates and other elements described in the manual, but they will certainly be subject to substantial assessment of the correctness of the applied solutions vis a vis requirements of the EC for the 2014-2020 Financial Perspective.

## Background of the manual preparation

This Manual is recommended by the Ministry of Infrastructure and Development (MIR), the Managing Authority for the Operational Programme "Infrastructure and Environment (OPI&E)". The MIR requested JASPERS (Joint Assistance to Support Projects in the European Regions) for assistance in the preparation of the updated version of the existing Manuals (for previous financial perspective) to reflect the new European Commission's regulations for 2014-2020.

Obecna wersja stanowi aktualizację poprzedniej edycji podręcznika opracowanej w 2006<sup>3</sup> i 2008<sup>4</sup> roku.

W obecnym wydaniu wykorzystano materiały ze zaktualizowanej instrukcji AKK przygotowanej przez GDDKiA (Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad) i materiał badawczy przygotowany przez IBDiM (Instytut Badawczy Dróg i Mostów) dla GDDKiA. Aktualizacja podręcznika została przeprowadzona przy aktywnym uczestnictwie ekspertów Departamentu Projektów Unijnych m.in. z Wydziału Studiów w Krakowie z GDDKiA.

Podręcznik, w zakresie założeń oraz metodyki wykonywania AKK, jest zgodny z zasadami przedstawionymi w zaktualizowanym przewodniku po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych („*Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020*”) Dyrekcji Generalnej ds. Polityki Regionalnej i Miejskiej oraz w Rozporządzeniu Wykonawczym (UE) 2015/207 załącznik III (zaktualizowanym dokumencie roboczym Nr 4) „Wytyczne dotyczące metodyki przeprowadzania analizy kosztów i korzyści” na okres programowania 2014-2020. Niniejsze opracowanie było również przedmiotem konsultacji z Wydziałem ds. Ewaluacji Dyrekcji Generalnej ds. Polityki Regionalnej Komisji Europejskiej oraz Departamentu Projektowego EBI w celu wykorzystania ich doświadczeń w stosowaniu tych dokumentów.

Aktualizacja pozwoliła na włączenie do treści szeregu uściśleń i uaktualnień dotyczących: (i) uwarunkowań związanych z prognozowaniem ruchu, (ii) kosztów jednostkowych dla szerszego katalogu kosztów/ korzyści, (iii) metodyki szacowania kosztów wypadków, (iv) określenia zewnętrznych kosztów środowiskowych uwzględniających emisję zanieczyszczeń powietrza, wpływ na zmiany klimatu, a także koszty związane z emisją hałasu, (v) dokładniejszych wymagań dotyczących oceny trwałości finansowej projektu, (vi) metodyki oceny ryzyka.

Zorganizowano również serię roboczych spotkań, na które zaproszono najważniejsze, zainteresowane tym tematem instytucje. Autorzy pragną podziękować Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA), Instytutowi Badawczemu Dróg

The present version of the Manual is an update of the previous ones prepared in 2006<sup>3</sup> and 2008<sup>4</sup>.

This current edition incorporates materials from the updated CBA instruction issued by GDDKiA (General Directorate for National Roads and Motorways, *Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad*) and research material prepared by IBDiM (National Research Institute for Roads and Bridges, *Instytut Badawczy Dróg i Mostów*) under GDDKiA assignment. The update of the manual was conducted with active participation of the experts from the Kraków Unit of the Department of EU projects of the GDDKiA.

The Manual is consistent with the principles and methods outlined in the “Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020” (updated DG Regio CBA guide) and Implementing Regulation (EU) 2015/207 Annex III (updated Working Document No. 4) “Guidance on the methodology for carrying out cost-benefit analysis” for the programming period 2014-2020. It was also the subject to consultations with the Evaluation Unit in Directorate General for Regional Policy (DG REGIO) of the European Commission and EIB Projects Directorate to incorporate their experience in the application of these documents.

The main amendments and revisions of the present updated version with respect to the previous ones concern: (i) traffic forecasting considerations; (ii) updated unit values of a wider catalogue of costs/benefits categories; (iii) accident costs estimation methodology; (iv) specification of external environmental costs including air pollutants, climate change impact and noise emissions related costs; (v) introduction of more specific requirements regarding financial sustainability assessment; (vi) risk assessment methodology.

A series of working meeting were held for the most important stakeholders. The authors wish to acknowledge the input of General Directorate for National Roads and Motorways (Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad - GDDKiA), Research Institute of Roads and Bridges (Instytut Badawczy Dróg i Mostów - IBDiM), Polish Railway Lines (PLK), Ministry of Infrastructure and Development (Ministerstwo Infra-

<sup>3</sup> Niebieskie Księgi 2006 zostały przygotowane przez konsorcjum firm konsultingowych: Scott Wilson, Arup i PM Group wraz Ernst & Young jako głównym podwykonawcą, w ramach projektu Phare -2002/000-580.01 ‘Przygotowanie projektów do wsparcia ze Środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w Polsce - EuropeAid /115971/D/SV/PL’, administrowanego przez Władzę Wdrażającą Program Współpracy Przygranicznej PHARE.

The 2006 series of the transport Blue Books was prepared by the consultants of the consortium Scott Wilson, Arup, PM Group and its main subcontractor Ernst & Young within the scope of the Phare-2002/000-580.01 project – “Preparation of projects supported from the European Regional Development Fund” managed by the Implementing Authority responsible for the PHARE Cross Border Cooperation Programme – EuropeAid/115971/D/SV/PL”.

<sup>4</sup> Transportowe Niebieskie Księgi 2008 zostały przygotowane przez inicjatywę JASPERS ([http://www.pois.gov.pl/WstepDoFunduszyEuropejskich/Strony/Inicjatywa\\_JASPERS.aspx](http://www.pois.gov.pl/WstepDoFunduszyEuropejskich/Strony/Inicjatywa_JASPERS.aspx)).

The 2008 series of the transport Blue Books was prepared by JASPERS ([http://www.pois.gov.pl/WstepDoFunduszyEuropejskich/Strony/Inicjatywa\\_JASPERS.aspx](http://www.pois.gov.pl/WstepDoFunduszyEuropejskich/Strony/Inicjatywa_JASPERS.aspx)).

i Mostów (IBDiM), PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. (PLK), Ministerstwu Infrastruktury i Rozwoju (MIR), CUPT (Centrum Unijnych Projektów Transportowych), Politechnice Warszawskiej i wielu innym indywidualnym ekspertom, którzy wnieśli wkład do procesu konsultacji i pomogli w dokonaniu niniejszej aktualizacji oraz wszystkim tym, którzy aktywnie przyczynili się do aktualizacji Niebieskiej Księgi.

## Zakres podręcznika

Należy zaznaczyć, że wytyczne zawarte w niniejszym opracowaniu dotyczą wyłącznie przygotowania analizy kosztów i korzyści, będącej jednym z wielu elementów składających się na studium wykonalności projektu. w związku z powyższym opracowanie to nie zawiera wskazówek do sporządzenia całości studium wykonalności.

Fazy procesu identyfikacji i oceny wariantów projektu omówione w niniejszym podręczniku przedstawiono, jako fazę I i fazę II na rysunku 2 poniżej. **Faza I** w szczególności dotyczy określenia celów projektu, określenia (w niektórych przypadkach również wyboru) alternatywnych sposobów realizacji projektu w oparciu o podsumowanie dotychczasowych prac oraz przygotowania wszystkich innych danych wejściowych niezbędnych do AKK.

W ramach **fazy II i III** zasadność społeczno-ekonomiczna i efektywność finansowa projektu są wykazywane poprzez obliczenia wskaźników rentowności ekonomicznej i finansowej. Faza III (analiza finansowa) zawiera również wyliczenie wysokości dotacji UE, opis źródeł finansowania jak również analizę trwałości finansowej projektu. Należy również przedstawić ramy instytucjonalne realizacji i eksploatacji projektu.

W ramach **fazy IV**, kończącej analizę, przeprowadzane jest badanie wrażliwości wyników oraz ocena ryzyka związanego z projektem.

struktury i Rozwoju - MIR), Centre for EU Transport Projects (Centrum Unijnych Projektów Transportowych—CUPT), Warsaw University of Technology (Politechnika Warszawska), and many other experts who contributed to the consultation process and helped to effect this update, as well as all those who actively supported this update of the Blue Book.

## Scope of the manual

Guidelines included in the present Manual refer solely to the preparation of CBA, which is one of several elements of the project feasibility study. Hence, this Manual does not include guidance for preparing the whole feasibility study.

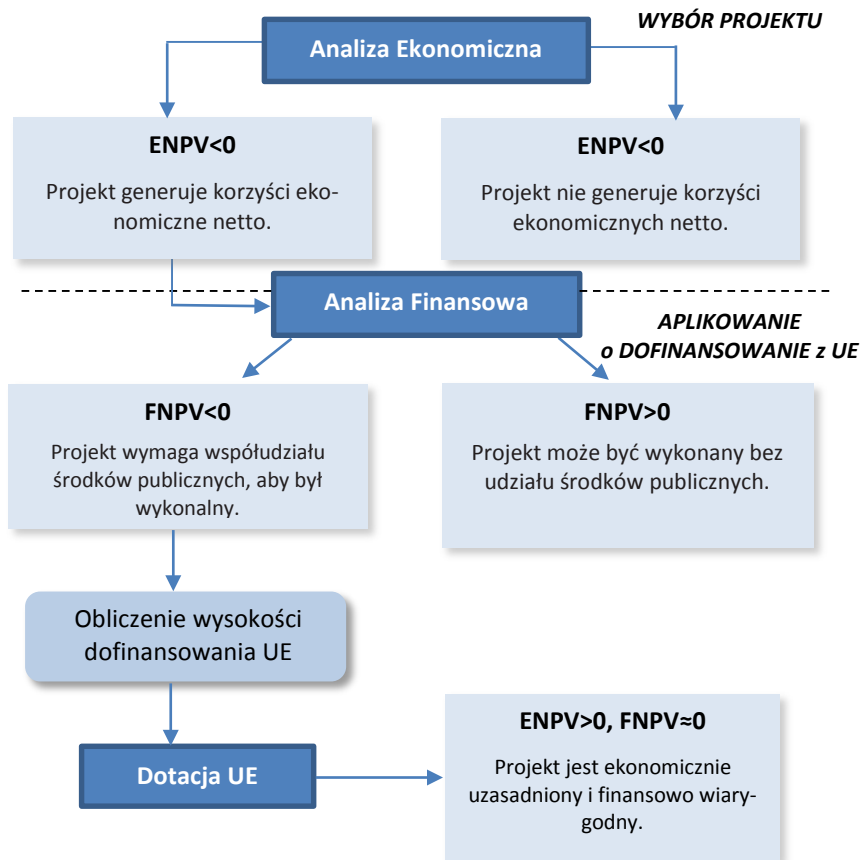
Phases of identification and assessment of project option/s discussed in this manual are presented in the following diagrams as Phase I and Phase II in Figure 2 below. **Phase I**, in particular, covers the definition of project objectives, the identification (and in some cases also selection) of project alternative/s based on the summary of previous works, and the preparation of all other inputs needed for the CBA.

In **Phase II** and **Phase III** the socio-economic worthiness and the financial effectiveness of the project are demonstrated, by means of the calculation of economic and financial profitability indicators. Phase III (financial analysis) also includes the calculation of the EU grant and the description of the sources of funding, as well as an analysis of the financial sustainability of the project. The institutional framework of the project implementation and operation stage will also need to be presented.

**Phase IV** concludes the analysis with the testing of the sensitivity of the results as well as an assessment of project risks.

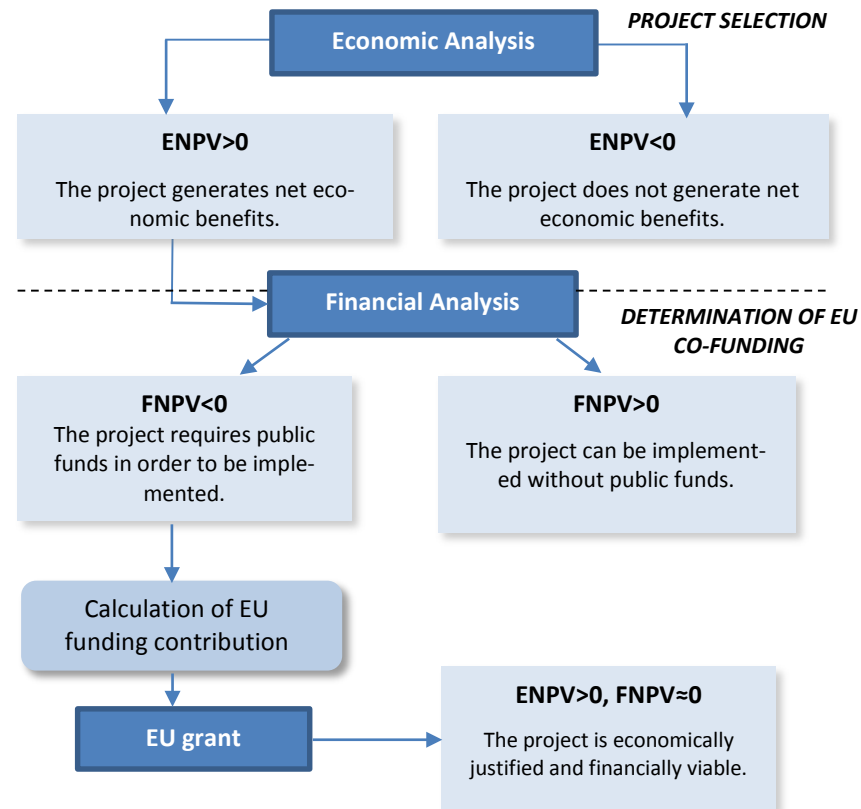


Rysunek 1. Schemat wykonywania analizy ekonomicznej i finansowej



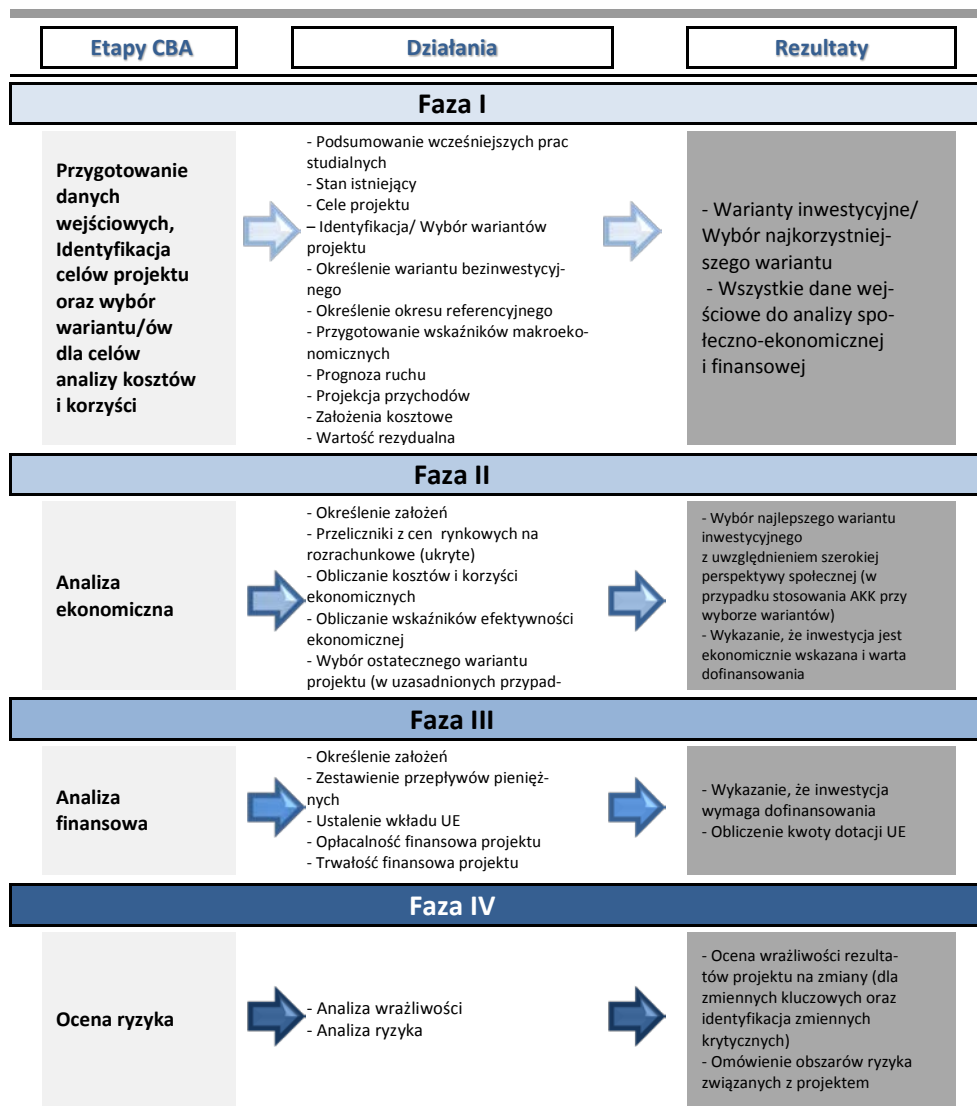
Źródło: opracowanie własne.

Figure 1. Scheme of economic and financial analyses



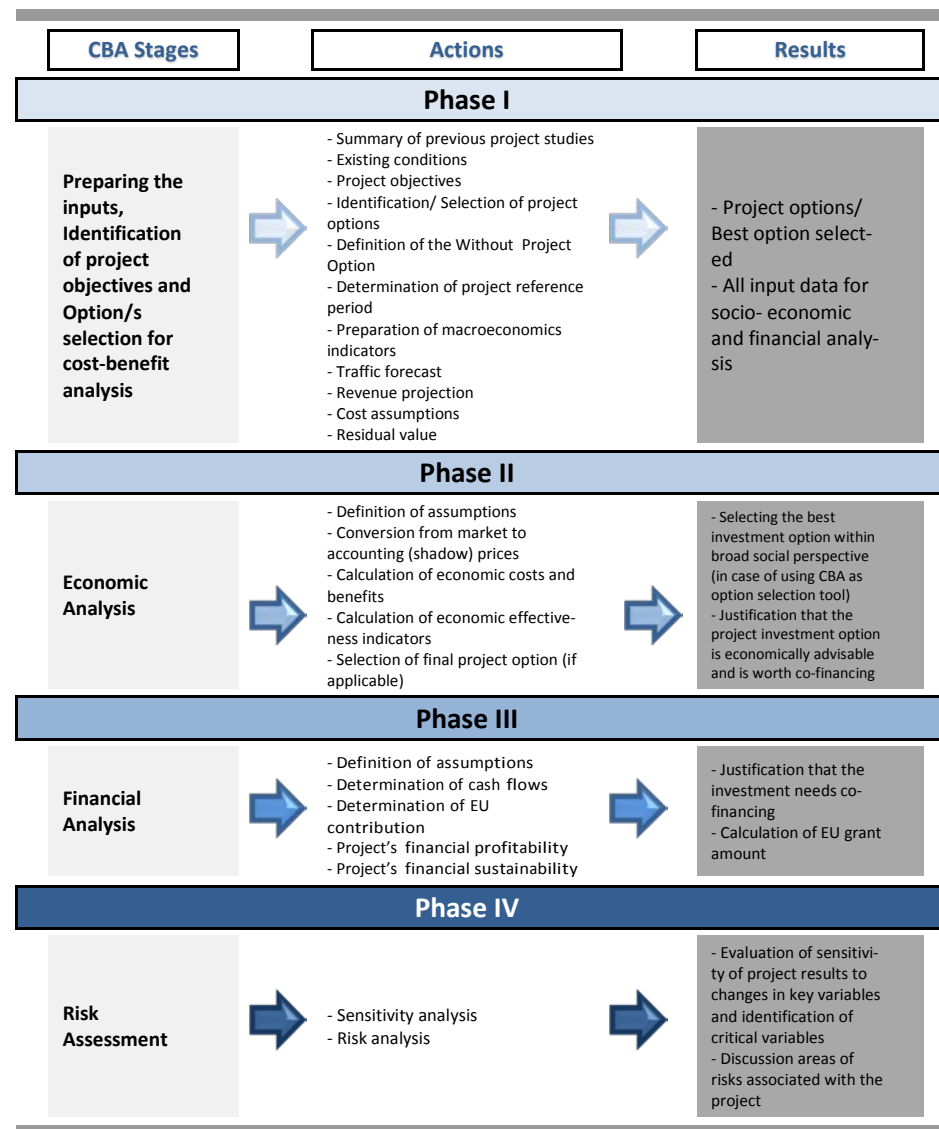
Source: proprietary work.

Rysunek 2. Diagram analizy kosztów i korzyści z najważniejszymi działaniami i ich rezultatami



Źródło: opracowanie własne.

Figure 2. Diagram of cost-benefit analysis, with key actions and their results



Source: proprietary work.

*NB:* Dla projektów drogowych w miastach mogą mieć zastosowanie wskazówki zawarte w "Niebieskiej Księdze dla Transportu Publicznego" (zwłaszcza w odniesieniu do sposobu modelowania i prognozowania ruchu), w przypadku, gdy spodziewany jest znaczący wpływ projektu drogowego na rozkład ruchu na sieć oraz podział zadań przewozowych w transporcie publicznym.

## Zawartość i zakres analizy kosztów i korzyści oraz jej struktura

Wynikiem pracy nad analizą kosztów i korzyści (AKK) powinien być dokument odnoszący się do wszystkich kwestii omawianych w niniejszym podręczniku. Poniżej przedstawiono zalecaną zawartość typowej AKK.

**Tabela 1. Analiza kosztów i korzyści – spis treści**

Rozdział	Treść*
<b>Synteza</b>	Podsumowanie wyników CBA
<b>I</b>	Identyfikacja projektu i przygotowanie danych wejściowych <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stan istniejący</li> <li>▪ Określenie celów projektu</li> <li>▪ Identyfikacja/Wybór możliwych do realizacji wariantów projektu</li> <li>▪ Identyfikacja projektu</li> <li>▪ Przygotowanie danych wejściowych do analizy ekonomicznej i finansowej (prognoza ruchu, koszty inwestycyjne, koszty eksploatacji i utrzymania, przychody, itp)</li> </ul>
<b>II</b>	Analiza ekonomiczna <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Określenie założeń do analizy ekonomicznej</li> <li>▪ Przeliczniki z cen rynkowych na rozrachunkowe (ukryte)</li> <li>▪ Obliczanie kosztów i korzyści ekonomicznych</li> <li>▪ Identyfikacja, wyszczególnienie i ocena jakościowa kosztów i korzyści niekwantyfikowalnych (jeżeli dotyczy)</li> <li>▪ Obliczenie wskaźników efektywności ekonomicznej</li> </ul>

*NB:* The provisions of the "Public Transport Blue Book" (in particular in respect to the traffic forecasting and modelling) may apply to road projects in cities, in the case that the road project is expected to change the distribution of traffic to the network and have an impact on modal share in the public transport.

## Content and scope of the Cost-Benefit Analysis and structure

Works on the CBA should result in a document addressing all the issues discussed in this Manual. a recommended content of a typical CBA is presented below.

**Table 1. Cost-benefit analysis – Table of contents**

Section	Contents*
<b>Synthesis</b>	Summary of CBA results
<b>I</b>	Project identification and preparation of input data <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Existing conditions</li> <li>▪ Definition of project objectives</li> <li>▪ Identification/Selection of feasible project option/s</li> <li>▪ Project identification</li> <li>▪ Preparation of input data for economic and financial analyses (traffic forecasts, investment costs, O&amp;M costs, revenues, etc.)</li> </ul>
<b>II</b>	Economic Analysis <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definition of assumptions for the economic analysis</li> <li>▪ Conversion from market to accounting (shadow) prices</li> <li>▪ Calculation of economic costs and benefits</li> <li>▪ Identification and description of non-quantifiable costs and benefits (if relevant)</li> <li>▪ Evaluation of the economic performance indicators</li> </ul>

Rozdział	Treść*
III	<p>Analiza finansowa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Określenie założeń do analizy finansowej</li> <li>▪ Obliczenie wartości wskaźników efektywności finansowej</li> <li>▪ Ustalenie wkładu UE</li> <li>▪ Weryfikacja trwałości finansowej projektu</li> </ul>
IV	<p>Ocena wrażliwości i ryzyka</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Analiza wrażliwości</li> <li>▪ Analiza ryzyka</li> </ul>

**Źródło: opracowanie własne.**

\* w tabeli przedstawiono spis treści dla najszerszego wymaganego zakresu analizy kosztów i korzyści.

Dane wejściowe do AKK opisujące projekt powinny zawierać co najmniej następujące elementy:

OPIS PROJEKTU
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opis technicznych aspektów projektu: <ul style="list-style-type: none"> <li>- standardy projektowania (np. prędkość projektowa),</li> <li>- rodzaje i główne zakresy robot: długość i przekroje drogi, długość tuneli, długości i szerokości mostów, liczba węzłów, roboty poza głównymi jezdniami (długość ekranów akustycznych, liczba przejść dla zwierząt, itp.), itp.</li> <li>- opis funkcjonalny (rola i zadania w sieci dróg kraju / regionu / miasta), klasa i kategoria drogi, itp.</li> </ul> </li> <li>• Mapa lokalizacji wskazująca główne elementy projektu.</li> <li>• Stan zaawansowania całej inwestycji (w przypadku, gdy projekt jest etapem lub częścią większej całości).</li> </ul>

Kolejne rozdziały podręcznika zawierają szczegółowy opis działań, niezbędnych na każdym etapie AKK.

Ponadto załącznik a do niniejszego podręcznika zawiera rekomendowane jednostkowe koszty ekonomiczne i finansowe.

Section	Contents*
III	<p>Financial Analysis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definition of assumptions for the financial analysis</li> <li>▪ Evaluation of financial performance indicators</li> <li>▪ Calculation of EU funds contribution</li> <li>▪ Verification of the project's financial sustainability</li> </ul>
IV	<p>Sensitivity and risk analysis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sensitivity analysis</li> <li>▪ Risk Analysis</li> </ul>

**Source: proprietary work.**

\* The content of the cost-benefit analysis presented in the table corresponds to the widest required scope of the project's analysis.

The project description input data for the CBA should include, at least, the elements described below.

PROJECT DESCRIPTION INPUTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Project technical description: <ul style="list-style-type: none"> <li>- design standards used (e.g. design speed),</li> <li>- type of works and basic quantification: length and cross-section of road, length of tunnels, length and width of bridges, number of interchanges, works outside main alignment (length of noise walls, number of animal passes, etc.), etc.</li> <li>- functional description (transit road, urban, etc.), road class and category.</li> </ul> </li> <li>• Project location map indicating main project components.</li> <li>• Status of the overall investment (in case of the project being a phase or a stage of a larger overall investment).</li> </ul>

The following chapters of the Manual provide a detailed presentation of the actions to be taken within each phase of the CBA.

Finally, Appendix a of the present Manual includes recommended economic and financial unit costs.

# Faza I: Identyfikacja wariantów i przygotowanie danych wejściowych

## *Phase I: Identification of project options and preparation of input data*

### 1.1 Podsumowanie wcześniejszych prac studialnych

Przed rozpoczęciem analizy ekonomicznej i finansowej należy zebrać wszystkie dane wyjściowe, uzyskane w ramach wcześniejszych prac studialnych i technicznych lub wstępnych studiów wykonalności, a także przygotować szczegółowe dane wejściowe dla każdego wariantu uwzględniając wnioski płynące ze strategii sektorowej z uwzględnieniem podejścia międzygałęziowego.

Jeżeli wcześniej opracowane dokumenty są bezpośrednio dostępne w formie jednego lub większej liczby wstępnych studiów wykonalności (studium wykonalności, studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego (STEŚ), Konceptji Programowej (KP) lub innego dokumentu o podobnym charakterze), które mogą być źródłem informacji, należy je uwzględnić. Jednakże, jeżeli proces analizy prowadzący do obecnego projektu lub wykazu najlepszych wariantów był długi, realizowany z przerwami lub słabo udokumentowany, to przed przystąpieniem do AKK może zaistnieć potrzeba wykonania obszerniejszych prac przygotowawczych. Szczególnie w przypadku studium wspierającego wniosków o dofinansowanie UE, należy przedłożyć możliwie najpełniejsze podsumowanie historii identyfikacji, wyboru optymalnego wariantu realizacji projektu wraz z uzasadnieniem podjętych decyzji. w przeciwnym razie istnieje ryzyko konieczności powtórzenia poprzednich etapów analizy.

Jeśli w przeszłości przedmiotem analizy były pewne zidentyfikowane warianty inwestycyjne i niektóre z nich odrzucono, należy streścić rezultaty wcześniejszych analiz technicznych i lokalizacyjnych oraz wszelkich innych analiz leżących u podłoża wyboru danych opcji projektowych (np. strategiczna analiza wariantów, patrz rozdział 1.4 – Opis analizy wariantów). Należy też przedstawić wymogi prawne i środowiskowe zidentyfikowane w trakcie poprzednich etapów opracowania projektu oraz wszelkie kluczowe decyzje zalecające dalszą pracę nad niektórymi wariantami lub odrzucenie pozostałych. Jeśli decyzje te mogą być przedstawione w logiczny sposób i potwierdzą, że dokonano najlepszego wyboru potencjalnych wariantów inwestycyjnych przy

### 1.1 Summary of previous project studies

Before starting the CBA, it is necessary to gather all the outputs from previous project-related studies including preliminary feasibility and technical reports, and to prepare the detailed inputs for each project investment option proposed. It is necessary to refer to the respective transport strategy analysis based on a multi-modal transport perspective.

If this previous work is readily available in one or more pre-feasibility reports (feasibility study, Technical-Economic-Environmental Study (STEŚ), Programme Concept (KP) or other documents of a similar nature) from which the information can be extracted, then this should obviously be considered. However, if the process to achieve the current project or proposed shortlist of options has been long, intermittent or poorly documented, then some significant preparatory work may be needed before the CBA can begin. In particular, for an EU grant application, the best possible summary of the past history of project identification and optimal option selection must be described, and the rationale behind the choices explained. Otherwise, the risk of having to repeat previous stages of the analysis will arise.

If some, but not all of the identified investment options were analysed in the past, and certain options discarded on this basis, then the results of these previous technical and location studies and any other analysis underlying the choice of the retained project options should be summarised (i.e. strategic option analysis, see chapter 1.4 - Option analysis description). Additionally, legal and environmental requirements examined during the previous stages of project development, any key decisions recommending further work on some options or the rejection of others should also be presented. If these choices can be presented in a logical way and demonstrate that the best selection of potential alternative investment options was made considering the constraints resulting from earlier decisions, then further analyses of the options excluded on the basis of those decisions may not be

uwzględnieniu ograniczeń wynikających z wcześniejszych decyzji, to dalsza analiza wariantów wykluczonych może nie być konieczna.

W rozdziale 1.4 zawarte są zalecenia dotyczące wykonywania analizy wariantów (np. przebieg procesów, metodyka) które należy uwzględnić w opisie wcześniejszych (historycznych) procesów wyboru wariantu.

## 1.2 Stan istniejący

Identyfikacja inwestycji powinna być poprzedzona przedstawieniem stanu istniejącego infrastruktury transportowej, w szczególności, co najmniej, infrastruktury drogowej.

Analiza istniejącej infrastruktury powinna obejmować między innymi:

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

Analiza stanu istniejącego powinna przedstawić aktualne problemy związane z użytkowaniem danego odcinka układu drogowego lub systemu transportowego.

## 1.3 Cele projektu

Podstawową przesłanką do realizacji projektu transportowego jest konieczność rozwiązania istniejących lub przewidywanych problemów transportowych (lub zaspokojenie istniejących lub przewidywanych/ potrzeb transportowych), a także kształtowania popytu na transport w kierunku zrównoważonego rozwoju. Najważniejsze problemy identyfikowane są na poziomie właściwej strategii transportowej. Określając cele pojedynczego projektu, należy przedstawić ich spójność

necessary.

Chapter 1.4 below provides recommendations on option analysis (i.e. process and methodology) to be considered when describing the historical option selection process.

## 1.2 Existing conditions

The identification of the investment should be preceded by the presentation of the existing condition of the transport infrastructure, in particular and at least, the road infrastructure.

The analysis of the existing infrastructure ought to include, inter-alia:

- functional and traffic parameters,
- socio-functional characteristics (including multi-modal transport view, if applicable),
- technical and technological parameters (e.g. cross-section, axle load, etc.) ,
- technical condition.

The analysis of the existing conditions should present the current problem/s associated with the operation of the concerned section of the road or road transport system.

## 1.3 Project objectives

The primary reason for implementing a transport project is addressing an existing or expected transport need (a problem to be resolved or an opportunity to be seized) as well as influencing transport demand towards sustainable development. Main problems are usually identified at the level of the relevant transport strategy. Therefore, when presenting the goals for a single project, one should demonstrate their consistency with aims of the transport strategy valid as of the date of the

z celami zawartymi w strategii transportowej, aktualnej na dzień sporządzania analiz oraz z celami zawartymi w Programie Operacyjnym. Posiadanie takiej strategii (na poziomie krajowym i/lub regionalnym, właściwej dla danego projektu) stanowi jeden z warunków ex-ante ubiegania się o dofinansowanie projektu z funduszy UE 2014-2020.

Cele i proponowane środki prowadzące do osiągnięcia celów projektu powinny zostać zdefiniowane na początku analizy tak, aby każdy wariant był oceniany pod kątem skuteczności w zakresie realizacji tych celów.

Środkiem do osiągnięcia celów projektu drogowego będzie zazwyczaj poprawa stanu istniejącej drogi, likwidacja zatorów komunikacyjnych, ominięcie terenu zabudowanego, zmniejszenie liczby wypadków itp. **Celem nie powinno być wybudowanie drogi o z góry założonych parametrach łączącej punkty a i B, ponieważ tak wąska definicja celu ogranicza dostępne warianty i niweczy korzyści wynikające z AKK.** w szczególności projekty drogowe mogą przyczyniać się do rozwiązywania poniższych problemów:

- ograniczenie zatłoczenia poprzez 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,
- poprawa warunków środowiskowych (np. zmniejszenie hałasu, zanieczyszczenia powietrza) mieszkańców miejscowości znajdujących się w sąsiedztwie korytarza istniejącej drogi i promowanie zrównoważonego systemu transportowego.

Cele projektu powinny zostać określone ilościowo i o ile to możliwe, ujęte we wskaźniki (wynikające z przeprowadzonej analizy) logicznie powiązane z rozwiązywaniem problemów i korzyściami opisanymi powyżej. Na przykład, wskaźniki związane ze spodziewanymi natężeniami ruchu, oszczędnościami czasu podróży, średniej prędkości podróży, poprawą bezpieczeństwa ruchu, itd.

analysis and alignment with the Operational Programme priorities. Existence of such strategy (at national and/or regional level, the relevant one/s for the project) constitutes one of the ex-ante conditionalities for applying for co-financing of the project from EU funds 2014-2020.

Project objectives and means to achieve them must be stated at the beginning of the analysis, so that each option is assessed for its effectiveness in meeting the objectives.

The means to achieve a road project's objectives will usually involve: improvement of the condition of an existing road, elimination of traffic congestion, bypassing a built-up area, reduction of the number of road accidents, etc. **The objective should not be defined as the construction of a road of pre-determined parameters between points a and B, since such narrowly defined objective limits the options available and negates the benefits of the CBA.** In particular, road projects will typically deal with the following situations/problems:

- reduction of congestion by resolving capacity constraints,
- improvement of the capacity and/or performance by reducing travel time and vehicle operating costs leading to a lowering of road transport costs,
- improvement of road safety conditions (reducing accidents) by adopting safety measures,
- improvements in accessibility for people in peripheral areas or regions,
- increase of region investment attractiveness,
- contribution to the region's economic reactivation,
- improvement of the environmental conditions (i.e. noise, pollution levels) of the inhabitants along the existing road corridor, often congested and aiming at a sustainable transport system.

Project objectives should be quantified and targeted with the use of indicators (related to the present analysis) when possible, logically linked with the solutions of problems and benefits described above. For example, indicators including expected traffic volumes, travel time savings, average travel speeds, traffic safety improvements, etc.

## 1.4 Identyfikacja efektywnych wariantów inwestycyjnych projektu

Każdy cel związany z rozwojem infrastruktury drogowej można osiągnąć na kilka sposobów, co oznacza, że istnieje kilka możliwych wariantów inwestycyjnych. Każdy potencjalny wariant, który realizuje cele planowanego projektu, należy zidentyfikować na wstępnym etapie opracowania projektu – w fazie I.

Warianty inwestycyjne dla większości projektów drogowych będą się mieścić w jednej z trzech, wyspecyfikowanych w poniższej tabeli, kategorii:

**Tabela 2. Podstawowe kategorie projektów drogowych**

- Drogowe inwestycje punktowe lub liniowe zmierzające do poprawy jakości infrastruktury lub bezpieczeństwa bez podwyższania przepustowości.
- Przebudowa istniejącej drogi skutkująca większą przepustowością/ podniesieniem standardu np. przez poszerzenie (rozbudowa do drogi dwupasowej lub dodanie dodatkowych pasów ruchu).
- Budowa nowej drogi o nowym przebiegu (w tym obwodnicy miasta).

*Źródło: opracowanie własne.*

W trakcie pierwszego etapu analizy wariantów, zazwyczaj dokonuje się **obszerniejszej analizy**, polegającej na porównaniu (w oparciu o racjonalne podstawy) technicznych, prawnych, środowiskowych, ekonomicznych i politycznych uwarunkowań analizowanych wariantów projektu oraz wyborze najbardziej obiecujących rozwiązań.

Na pierwszym etapie analizy, rozmaite techniki lub narzędzia mogą być stosowane w celu wyboru wariantu(ów) do przeprowadzenia późniejszej analizy kosztów i korzyści. Narzędzia te powinny umożliwiać przeprowadzenie w przejrzysty sposób solidnej, kompleksowej, spójnej, i jednoznacznej analizy. Na przykład, do opracowania listy preferowanych wariantów inwestycyjnych pod kątem osiągnięcia założonych celów, może posłużyć analiza wielokryterialna (Multi-Criteria Analysis – MCA). Analiza MCA jest przeprowadzana z zastosowaniem jednoznacznie określonych racjonalnych kryteriów, co pozwala oceniającym ustalić, w jakim stopniu poszczególne cele inwestycji zostaną osiągnięte dzięki zastosowaniu dostępnych rozwiązań. Jej celem może być uszeregowanie (ranking) wariantów wg preferencji lub wyłonienie krótkiej listy wariantów do dalszych bardziej szczegółowych analiz. Inne sposoby oceny wariantów, jak np. analiza SWOT

## 1.4 Identification of effective project Investment Options

Every road infrastructure development objective may be achieved in a number of ways, meaning that there are a number of possible investment options. Each potential option meeting the planned project objectives should be identified at the initial stage of a project development – Phase 1.

The investment options in the majority of road projects may fit into one of the three categories presented in the Table below:

**Table 2. Examples of road project investment categories**

- Single-location or linear road investments intended to improve the quality of infrastructure or safety without upgrading the capacity.
- Upgrading of an existing road to provide higher capacity/higher standard, e.g. widening (expansion to a double-lane road or addition of traffic lanes).
- Construction of a new road with new alignment (including bypass of city).

*Source: proprietary work.*

In a first stage, a **strategic option analysis** is typically carried out, generally looking at technical, legal, environmental, economic (e.g. rough calculations) and political considerations and the most promising candidates are selected.

In these first selection processes, different option appraisal techniques or tools can be used to select the option/s for a later CBA analysis. They should provide a transparent, sound, comprehensive, coherent, open and explicit analysis. For example, the Multi-Criteria Analysis (MCA) is an appraisal technique used to establish preferences amongst different options for delivering a given set of objectives. It does this with reference to an explicit set of rational criteria, which helps appraisers to assess the extent to which the investment objectives are met by the different solutions available to them. The purpose may be to rank options in preference order, or shortlist a number of options for more detailed appraisal. Other techniques such as Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats (SWOT) analysis to evaluate the project's potential and risks deriving from the institutional, legal, technical, economic, environmental, spatial and social context, in which the project is developed, may also be helpful in some cases. This is the stage



(Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats) pozwalająca określić potencjalne korzyści i zagrożenia związane z projektem w odniesieniu do aspektów instytucjonalnych, prawnych, technicznych, ekonomicznych, zagospodarowania przestrzennego, ekologicznych i społecznych, także mogą być w niektórych przypadkach pomocne. Na tym etapie byłyby przedstawione np. historyczne analizy korytarzowe (ewentualnie zakładające rozbudowę istniejącej infrastruktury drogowej lub też alternatywnych gałęzi transportu).

Dalsze **porównania wybranych rozwiązań technicznych przeprowadza** się w zakresie uwarunkowań środowiskowych oraz oceny ekonomicznej i finansowej. Stosowanie wstępnej („zgrubnej”) AKK (t.j. wyliczenie na wczesnym etapie projektowania, na podstawie prognozowanego popytu, przybliżonych wartości kluczowych parametrów finansowych i ekonomicznych) rekomenduje się do zestawiania ekonomicznych kosztów i korzyści każdego z zaproponowanych rozwiązań, co umożliwi porównanie wybranych wariantów inwestycji na podstawie ich ekonomicznych korzyści netto i ekonomicznej wewnętrznej stopy zwrotu.

Jeżeli wspomniane wcześniejsze (historyczne) analizy i porównania wariantów zostały opisane we wcześniej wykonywanych opracowaniach związanych z przedsięwzięciem to należy je tylko podsumować (jak opisano w rozdziale 1.1).

Wybrane warianty należy opisać z podaniem kluczowych parametrów takich jak długość, prędkość projektowa, szerokość jezdni, przekrój poprzeczny, itp.

Wybrane warianty z reguły powinny być zgodne z adekwatnymi do danego projektu dokumentami strategicznymi, np. krajowa strategia transportowa, plany zagospodarowania przestrzennego województwa, studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy, itd., które z kolei powinny być zgodne z wymogami strategicznej oceny oddziaływania na środowisko. Należy odnieść się do wszelkich istniejących wcześniej decyzji i pozwoleń. w przypadku projektów finansowanych przez UE można przedstawić powiązanie z osiami priorytetowymi i obszarami interwencji programów operacyjnych.

Niezbędne jest również zapewnienie spójności pomiędzy analizą wariantów przeprowadzoną w ramach AKK, a analizą wykonaną na potrzeby Oceny Oddziaływania na Środowisko (OOŚ). Konieczność taka może zaistnieć na różnych etapach cyklu przygotowywania projektu. Konieczne jest zapewnienie, że wybrane warianty są zgodne w zakresie przepisów dotyczących ochrony środowiska, tak aby można było porównywać aspekty środowiskowe, ekonomiczne i finansowe. OOŚ zazwyczaj przewiduje środki łagodzące i kompensacyjne, generujące dodatkowe koszty, które będą różne dla poszczególnych wariantów. Te dodatkowe nakłady kapitałowe i operacyjne należy włączyć

when, for example, historical analysis of corridors (or considering expansion of existing road infrastructure, or alternative of modes) would be presented.

A further **comparison of the selected technical solutions** is performed in the context of environmental considerations and subject of economic and financial appraisal. The CBA in simplified scale (i.e. focused on first qualified estimates of demand and rough estimates of key financial and economic parameters at an early project design stage) is recommended to be used to compare the economic costs and benefits of each shortlisted solution to enable various investments to be compared on the basis of their net economic benefits and economic internal rate of return.

These analyses and options comparisons were often the object of previous project related reports, then only a comprehensive summary should be presented (as described in chapter 1.1).

The selected options should be described in terms of their key parameters, such as length, design speed, carriageway width, cross-section, etc.

The selected options should be, in general, compliant with the project applicable strategic documents e.g. the National Transport Strategy, voivodship spatial development plans, gmina spatial development plans etc., which in turn should be compliant with Strategic Environmental Assessments (SEA) requirements. Any pre-existing planning authorisations and decisions must be respected. For the EU-funded projects, the related priority axes and intervention areas of the Operational Programs should be highlighted.

It is also necessary to ensure consistency between the options' analysis performed to the purpose of the CBA and the options' analysis performed to the purpose of the EIA. These can happen at different moments in the project preparation cycle. However, it must be ensured that shortlisted project options would be compliant with regards to environmental legislation, so that the environmental, financial and economic aspects could be compared. The EIA normally requires mitigation and compensatory measures to be implemented that generate additional costs. Those measures and costs will be different for different options. These additional capital and operational costs must be incorporated into the analysis for the corresponding options.

In case of non-complex projects, such as a reconstruction project, or road category upgrading, the number of technically, legally, environmentally and politically feasible options may be small; however, for the majority of projects there is usually more than one feasible technical option. Usually, it is feasible to upgrade an existing road in a number of ways. Project staging alternatives may also be considered.

do analizy dla odpowiednich wariantów.

W przypadku mniej złożonych projektów, liczba wariantów wykonalnych pod względem technicznym, prawnym, ekologicznym i politycznym, może być niewielka, jednakże w przypadku większości projektów, nie występuje tylko jeden wariant inwestycyjny. Na przykład, podniesienie standardu istniejącej drogi jest zazwyczaj wykonalne na kilka sposobów. Można również zbadać różne sposoby podziału tego samego projektu na etapy (etapowanie).

W przypadku, gdy projekt został uwzględniony w dokumentach z zakresu planowania przestrzennego lub dotyczy rozbudowy istniejącej lub dobudowy drugiej jezdni po istniejącymi śladzie, nie ma konieczności analizowania wariantów lokalizacyjnych, a przedmiotem analizy może być jedynie wariantowanie techniczne.

W przypadku wniosków o fundusze UE, w rozdziale dotyczącym podsumowania wyników studiów wykonalności należy wyjaśnić przebieg procesu i metodykę wyboru wariantu wraz z opisem uwzględniającym aspekty wymienione w poniższej tabeli.

Chociaż liczba wariantów inwestycyjnych badanych w AKK zależy od beneficjenta projektu, musi on wykazać, że wszystkie racjonalne warianty alternatywne zostały należycie rozpatrzone, i uzasadnić powody, dla których wybrano wariant(y) ostateczny(e).

### Tabela 3. Wstępne wyniki analizy wariantów

- Cele projektu (co należy osiągnąć, a nie jak tego dokonać, np. eliminacja wąskich gardeł).
- Odniesienia do kluczowych dokumentów planistycznych, strategii i decyzji, które są wiążące dla beneficjenta projektu.
- Identyfikacja wariantów inwestycyjnych (remont, przebudowa, nowy przebieg itp.).
- Opis projektu dla każdego wybranego wariantu zawierający poniższe elementy:
  - koszty inwestycyjne,
  - podstawowe parametry i aspekty funkcjonalne: klasa i kategoria, prędkość projektowa, długość, ilość jezdni i pasów, ilość i długość obiektów, itp.,
  - kryteria wyboru preferowanego wariantu,
  - zalety/wady danego wariantu,
  - mapa lokalizacji.
- Prezentacja kontekstu społeczno-ekonomicznego.

Źródło: opracowanie własne.

In case the project is included in the documents related to the spatial development plans or project concerns upgrading or doubling of the carriageways along the same alignment, consideration of alignment alternatives may be avoided and only technical options should be considered.

When applying for EU funding, the process and method of option selection should be explained in the "results of the feasibility studies" chapter with a description of the elements included in the table below.

Whereas the number of investment options examined under the CBA is up to the beneficiary of the project, he must be able to demonstrate that all reasonable alternative options have been considered adequately and justify the reasons for which the final option/s was/were chosen.

### Table 3. Preliminary options analysis outputs

- Project objectives (what should be achieved and not how to do it; e.g. elimination of bottle necks).
- Reference to key planning and strategy documents and decisions which are binding for the project beneficiary.
- Short listed road investment options (rehabilitation, reconstruction, new alignment, etc.).
- Project description for each short-listed road investment option including at least the following elements:
  - option investment costs,
  - key option parameters and functionality aspects: class and category, design speed, length, number of carriageways and lanes, number and length of structures, etc.,
  - criteria used to select the preferred option,
  - advantages/disadvantages of each option,
  - map with location of the options.
- Presentation of the socio-economic context.

Source: proprietary work.

Wskaźniki efektywności społeczno-ekonomicznej AKK, takie jak ENPV, ERR (i ewentualnie dodatkowo BCR), stanowią jeden z ekonomicznych elementów warunkujących wybór ostatecznego wariantu (gdy AKK jest jedną z metod w analizie wariantów). Teoretycznie, jeżeli w rezultacie początkowych prac analitycznych dokonano wstępnego wyboru jedynie wykonalnych, dostępnych finansowo i przyjaznych dla środowiska wariantów, należy wybrać wariant charakteryzujący się najlepszymi wskaźnikami, wyrażonymi w postaci poziomu ERR i/lub BCR (ENPV może być takie same dla wariantów o różnych ERR lub odwrotnie).

Jednakże, jeżeli wyniki uzyskane dla dwóch lub więcej wariantów o znacząco różnym koszcie są możliwe do przyjęcia (lub porównywalne) to przy wyborze ostatecznego wariantu inwestycyjnego należy postępować w następujący sposób:

- jeżeli głównym czynnikiem byłby niższy koszt, należałoby wybrać wariant tańszy uwalniając środki finansowe dla innych projektów, biorąc jednocześnie pod uwagę wszystkie istotne aspekty strategii inwestycyjnej,
- jeżeli droższy projekt będzie lepiej realizował główny cel strategiczny oraz inne aspekty strategii inwestycyjnej (np. wymagania środowiskowe), a środki będą dostępne, to dopuszczalny jest wybór takiego wariantu.

W trakcie ubiegania się o dotację UE, we wniosku należy wyjaśnić logikę podejmowania ostatecznej decyzji. Oczywiście w przypadku wyboru wariantu o znacznie słabszych wynikach ekonomicznych i rezygnacji z wariantu o dużo lepszych parametrach, konieczne będzie dokładne uzasadnienie takiej decyzji.

Po wyborze optymalnego rozwiązania w oparciu o powyższe podejście, dla wybranego wariantu należy przeprowadzić pełną AKK (tj. na podstawie niniejszego podręcznika, jeżeli nie była przeprowadzana na etapie wyboru wariantu), aby potwierdzić adekwatność i ekonomiczne uzasadnienie proponowanego rozwiązania dla spełnienia wcześniej ustalonych celów projektu.

Indicators of socio-economic efficiency from CBA, such as ENPV and ERR (and possibly also BCR), contribute to the final option selection (when CBA has been used as option selection method). Theoretically, if the initial analysis phase pre-selects only feasible, financially affordable and environmentally acceptable options, then the one characterised by the best economic indicator values, expressed by the level of ERR and/or BCR (ENPV can be the same for options with different ERR or the other way round), will be chosen.

However, if the economic analysis results in two or more options of significantly different costs and both considered acceptable (or comparable), the final investment option selection shall consider:

- if price affordability was the main factor, then the lowest price option should be selected, to release resources for other projects while considering all relevant aspects of the investment strategy,
- if the most expensive project option was better aligned with the key objective and with other relevant aspects of the investment strategy (e.g. environment constraints), while the resources were available, it would be acceptable to select such option.

The logic for the final decision should be presented in the grant application form, if an EU grant is sought. Clearly, if the option with significantly poorer economic results was chosen over the option with much better parameters, the accurate reasons for the selection will have to be provided.

Once the optimal solution is identified based on the above, a full-scale CBA (i.e. based on the present Manual, and when not performed at option selection stage) needs to be carried out for the selected option to confirm the adequacy and economic convenience of the proposed solution to meet the pre-established project objectives.

## 1.5 Definicja wariantu bezinwestycyjnego

Analiza AKK opiera się na metodzie przyrostowej polegającej na porównaniu scenariusza projektu dla wariantu inwestycyjnego (z projektem) z bazowym scenariuszem dla wariantu bezinwestycyjnego (bez projektu).

**Wariant bezinwestycyjny (W0)** jest wyjściowym wariantem w AKK i stanowi odniesienie, do którego będą porównywane wszystkie warianty inwestycyjne. Należy go zatem poddać ocenie na takim samym poziomie szczegółowości jak warianty inwestycyjne, aby AKK stanowiła rzeczywiste porównanie.

W studiach wykonalności i rozmaitych wytycznych na określenie wariantu, do którego porównywane są warianty inwestycyjne, używa się wielu terminów. Używane są określenia: wariant „nic-nie-robić”, wariant „minimum”, wariant „odniesienia” lub wariant „bazowy”. Mogą one prowadzić do nieporozumień i zachęcić wykonawcę analizy do porównywania wariantów inwestycyjnych z wariantem uważanym za minimalny poziom inwestycji, który nie jest odniesieniem, gdyż sam w sobie jest wariantem inwestycyjnym. Autorzy opracowania przyjęli określenie „wariant bezinwestycyjny” (W0), który najtrafniej opisuje przewidywany poziom ponoszonych kosztów i efektywności infrastruktury, jeżeli nie będzie realizowany żaden wariant inwestycyjny.

Wariant bezinwestycyjny oznacza ponoszenie niezbędnych kosztów eksploatacji i utrzymania (które mogą ulegać znacznemu wzrostowi ze względu na pogarszający się stan infrastruktury) w celu zapewnienia minimalnego standardu utrzymania i umożliwienia funkcjonowania infrastruktury drogowej bez znaczącego pogorszenia jej stanu technicznego (przez cały okres analizy). Ta definicja winna być interpretowana, jako zapewnianie standardowego poziomu remontów i utrzymania istniejącej infrastruktury i sprzętu. Jest oczywiste, że W0 może zakładać wzrost lub spadek ruchu na skutek innych działań inwestycyjnych prowadzonych na sieci dróg (w obszarze oddziaływania), ale niezwiązanych z rozpatrywanym projektem. Warunki ruchu mogą też ulec poprawie niekoniecznie na skutek inwestycji kapitałowych, a np. na skutek działań w obszarze inżynierii ruchu.

Punktem wyjścia jest stan istniejącej drogi, nie tylko w momencie dokonywania analizy, lecz przez cały okres odniesienia dla porównywania W0 i wariantów inwestycyjnych. Ocena stanu istniejącego zazwyczaj zostaje dokonana w fazie początkowej (patrz rozdział 1.2).

W celu oceny potrzeb związanych z pełnym określeniem W0, należy rozpatrzyć skutki

## 1.5 Definition of the Without- the-Project Option

CBA is based on the incremental approach which compares an investment scenario (with-the-project) with a counterfactual baseline scenario (without-the-project).

The **Without-the-Project Option (W0)** is the basic option in the CBA as it constitutes the reference which all investment options will be compared to. Therefore, it must be assessed at the same level of detail as the investment options, in order that the CBA provides a genuine comparison.

There are many terms used in feasibility studies and guidance documents for the option to which the investment options are compared to. The terms “Do-Nothing Scenario”, “Do-Minimum Option”, “Reference Case” and “Base Case” are all used. They may lead to confusion and may encourage the analyst to compare the investment options to what it is considered to be the minimum level of investment, which is not a suitable reference as it is an investment option itself. Therefore, the authors have adopted the term “Without-the-Project Option” (W0) which most accurately describes the predicted level of incurred costs and the level of performance of the infrastructure if no investment option is accepted.

The Without-the-Project Option means the incurring of the necessary maintenance and operation costs (that with time may significantly increase due to deterioration of the infrastructure condition) in order to provide the required maintenance standard and to enable the operation of the road infrastructure without significant deterioration of its technical condition (through the whole reference period). This definition may be interpreted as assurance of existing infrastructure maintenance standard level. Of course, traffic in the Without-the-Project Option may be assumed to grow or decrease, as there might be works in the network (in the affected area) carried out regardless of the project in question. Traffic conditions may also be improved without capital expenditure (e.g. due to traffic management actions).

The starting point is the existing condition of the road, not only at the time of analysis, but also during the whole reference period for the comparison of the W0 and investment options. Assessment of the existing road condition is usually made at this initial phase (see 1.2).

To assess the W0 needs, the impact of project option(s) should be adequately considered. If the investment influences traffic volumes in a larger section of the network surrounding the corridor (based on the model forecasts results, model of

oddziaływania wariantu(ów) projektu. Jeżeli inwestycja będzie oddziaływać na natężenie ruchu na rozleglejszej sieci niż bezpośredni korytarz (stwierdzone w oparciu o model ruchu, adekwatny do rodzaju projektu), to dla właściwego określenia W0 należy wykonać prognozę ruchu na wszystkich odcinkach dróg, na które będzie miała wpływ projektowana inwestycja, do wykorzystania w analizie ekonomicznej (z użyciem prac przewozowych).

Należy również w spójny sposób porównać koszty eksploatacji i utrzymania w W0 i wariantach inwestycyjnych projektu – wykorzystując jednakowe stawki jednostkowe dla poszczególnych typów kosztów. Prognozowane koszty mogą być oparte o historyczne koszty jednostkowe, przy założeniu, że gwarantują należyty jakościowy standard utrzymania. w przypadku znaczącego historycznego niedofinansowania, które doprowadziło do poważnej degradacji infrastruktury, należy założyć taki standard utrzymaniowy, który zagwarantuje oczekiwany poziom utrzymania (w oparciu np. o koszty jednostkowe zawarte w załączniku A).

Ważne jest też zagwarantowanie dużego stopnia realizmu W0 oraz unikanie prezentacji nadmiernego pogorszenia się warunków lub powstawania zatorów na istniejącej drodze, wynikających z nieuwzględnienia pozytywnych skutków niezbędnych remontów lub realizacji innych planowanych inwestycji pozostających poza zakresem wariantów analizowanego projektu (na przykład już zaplanowanej kluczowej obwodnicy lub trasy alternatywnej, zlokalizowanej w pobliżu przedmiotowej trasy).

adequate scale to the project), then future traffic volumes on all roads that the investment would influence should be presented and considered in the economic analysis (using transport work).

Also, operating and maintenance costs of the W0 and investment options should be consistently compared using the same unit rates for individual types of costs. Cost forecasts may be based on historic unit costs, when patterns of expenditures on operations and maintenance ensured adequate quality standards. In case of severe under-funding leading to severely degraded infrastructure, cost forecast should be set at a level which represents the expected maintenance standards (e.g. based on the unit costs in annex A).

It is also important to ensure that the W0 is realistic and to avoid exaggeration in presenting the deterioration of conditions or traffic jams on the existing road, which may be due to not considering favourable results of unavoidable repairs and other planned investments which fall beyond the scope of the analysed project (for example, a previously planned key bypass or alternative route closed to the planned alignment).

**Tabela 4. Definiowanie wariantu bezinwestycyjnego (W0)**

- W0 jest podstawowym (bazowym) i wyjściowym wariantem odniesienia stosowanym w metodzie przyrostowej.
- Wymaga precyzyjnej oceny stanu istniejącego i jego zmian w okresie odniesienia (referencyjnym analizie).
- Musi uwzględniać prognozy zdarzeń na wszystkich istotnych fragmentach sieci, które pozostają w obszarze wpływu wariantów projektu (w tym, tam gdzie to uzasadnione, także możliwe zmiany podziału zadań przewozowych na skutek inwestycji w transport zbiorowy (np. kolejowy).
- Spójny szacunek kosztów eksploatacji i utrzymania musi pozwalać na porównanie W0 z wariantami inwestycyjnymi projektu.
- W0 musi być realistyczny i nie zniekształcać zmian zachodzących w czasie.

*Źródło: opracowanie własne.*

## 1.6 Określenie okresu referencyjnego projektu

Okres odniesienia projektu powinien obejmować czas trwałości użytkowej projektu i jego potencjalne długoterminowe oddziaływanie.

Rekomenduje się 25 lat (w tym okres realizacji inwestycji) jako okres odniesienia (również określany horyzontem czasowym) dla projektów drogowych, zgodnie z rozporządzeniem delegowanym KE EU 480/2014.

Zaleca się, zatem, aby pierwszy rok odniesienia był wyznaczany jako:

- rok złożenia wniosku o dofinansowanie, jeśli realizacja projektu rozpoczęła się wcześniej lub rozpoczyna się w tym samym roku (zakładając minimum jeden rok okresu realizacji);
- rok, w którym rozpoczynają się prace budowlane, jeśli złożenie wniosku o dofinansowanie ma miejsce przed rokiem rozpoczęcia inwestycji.

Akceptowalne jest również, aby w nietypowych przypadkach dla celów analizy kosztów

**Table 4. Defining the Without-the-Project Option (W0)**

- W0 is the baseline (counterfactual) scenario without-the-project used in the incremental approach.
- It requires precise assessment of the existing situation and its development throughout the reference period.
- It must predict occurrences in all important parts of the network which will be affected by project options (including when relevant and available possible public transport impact (e.g. railways)).
- Consistent estimation of operation and maintenance costs must allow comparison of W0 with project investment options to be implemented.
- W0 must be realistic and may not exaggerate changes of the present situation over time.

*Source: proprietary work.*

## 1.6 Determination of the project reference period

The project reference period should cover a period appropriate to the project's economically useful life and its likely long term impacts.

It is recommended to use 25 years (including investment implementation period) as the reference period (also referred to as time horizon) for road projects CBA in accordance with EC Delegated Act EU 480/2014.

It is recommended that the first year of the reference period is as follows:

- year of submission of the grant application, in case the project implementation has already started or starts in the same year (including minimum one year of implementation);
- year in which construction works are commenced, when the grant application is submitted before the first year of implementation.

For the purposes of a CBA, in outstanding cases it is also acceptable that the first

i korzyści, pierwszy rok okresu odniesienia był inny niż data złożenia wniosku o dofinansowanie projektu. Taka rozbieżność nie jest kluczowym czynnikiem istotnie wpływającym na ostateczną ocenę efektywności finansowej i ekonomicznej projektu.

Dopuszcza się, aby w uzasadnionych przypadkach, zastosować okresy odniesienia nieznacznie inne od sugerowanego okresu 25 lat. Należy podkreślić, że w przypadku projektów generujących dochód, zgodnie z rozporządzeniem delegowanym KE nr 480/2014, okres odniesienia powinien wynosić nie mniej niż 25 i nie więcej niż 30 lat. Dokładne uzasadnienie dla innego okresu referencyjnego powinno być przedstawione w dokumentacji wniosku.

## 1.7 Przygotowanie makroekonomicznych danych wejściowych

Prognozy ruchu oraz analizy skutków projektu transportowego muszą uwzględniać lokalne makroekonomiczne uwarunkowania w zakresie trendów makroekonomicznych w danym kraju lub regionie, które zazwyczaj są ogólnodostępne.

W przypadku projektów sektora drogowego należy przedstawić następujące założenia niezbędne do prognozy ruchu i analizy skutków (oraz/lub określić w jakim stopniu odnoszą się do założeń dla modelu ruchu udostępnianych przez GDDKiA poniżej opisanych):

- wzrost PKB (Produkt Krajowy Brutto) i per capita (na głowę mieszkańca), oraz (jeżeli dotyczy) w poszczególnych regionach (rekomenduje się wykorzystanie danych przygotowanych przez GDDKiA – załącznik A) oraz prognozy demograficzne,
- obecne i przyszłe parametry popytu na transport (elastyczność popytu, skutki przyszłego poziomu dochodów i skłonność do ponoszenia opłat za przejazd, różne poziomy opłat i koszty systemu poboru (otwarty/zamknięty).

Wszystkie wskaźniki wzrostu przedstawione powyżej muszą obejmować cały rozpatrywany okres analizy a także powinny uwzględniać ewentualne przyszłe zmiany warunków rozwoju makroekonomicznego i transportu.

W przypadku projektów dotyczących dróg miejskich, zdecydowanie zaleca się, by założenia dotyczące wzrostu ruchu wynikały z lokalnie stosowanych prognoz makroekonomicznych i/lub prognoz potencjalnej zmiany ruchu przygotowanych dla konkretnego miasta

year of the reference period is different than the year of submission of the project grant application. Such discrepancy does not significantly affect the final assessment of the project's financial and economic effectiveness.

In justified cases it might be acceptable to apply reference periods slightly different from the suggested 25 years. It should be noted that in the case of net revenue generating projects, in accordance with the delegated act EC No. 480/2014, the reference period shall be not less than 25 and not more than 30 years. Reasons for the unusual reference period should be presented in the application documentation.

## 1.7 Preparation of macro-economic inputs

Traffic forecasting and transport projects impacts analysis need to consider the macro-economic context conditions of a country and/or a region, which can normally be obtained from published data.

For road sector projects, the following assumptions required for traffic forecasting and impacts analysis ought to be presented (and/or to refer as the ones used in the traffic model from GDDKiA described below):

- GDP (Gross Domestic Product) growth national and in per capita, and, if relevant, in specific regions (it is recommended to refer to the data published by GDDKiA – see Appendix A) and population growth,
- current and future parameters affecting transport demand (elasticity of demand, effects of future level of income and willingness to pay tolls, different levels of tolls and toll collection systems –closed/open–, etc.,).

All growth factors described above must cover the entire reference period. Possible future changes of macroeconomic conditions and transport development should also be taken into consideration.

For urban roads projects, it is highly recommended to apply assumptions on traffic growth based on locally applicable macroeconomic forecasts and/or forecasts of potential traffic changes prepared for the specific city or agglomeration and based on a comprehensive multi-modal model. Refer to “Public Transport Blue Book” for modelling recommendations and guidance. All references to urban road projects in the present manual are therefore to be considered based on this transport

lub aglomeracji i w oparciu o kompleksowy wielogałęziowy model ruchu. Niebieska Księga dla Transportu Publicznego zawiera stosowne zalecenia i wskazówki odnośnie modelowania ruchu w miastach. w związku z tym, wszelkie odniesienia w treści niniejszego podręcznika do projektów dróg realizowanych w miastach, należy rozpatrywać w kontekście takiej metody modelowania ruchu.

Należy przedstawić zarówno założenia wyjściowe jak i źródła wykorzystane w przygotowaniu prognoz wzrostu makroekonomicznego i sektora transportu.

**Tabela 5. Wymagane makroekonomiczne dane wejściowe**

- Wzrost PKB i PKB per capita.
- Obecne i przyszłe parametry popytu na transport (elastyczność popytu, skutki przyszłego poziomu dochodów i skłonność do ponoszenia opłat za przejazd).

*Źródło: opracowanie własne.*

## 1.8 Prognozy ruchu

Przygotowanie prawidłowych prognoz natężenia ruchu ma zasadnicze znaczenie dla AKK. Prognozy te muszą uwzględniać zmiany na analizowanym odcinku oraz skutki planowanej inwestycji dla sieci drogowej. Mając na uwadze wymagania analizy ekonomicznej, prognozy ruchu należy opracować w szczególności dla:

- wariantu bezinwestycyjnego W0,
- każdego z wariantu/ów analizowanych w ramach AKK.

Ponieważ niniejszy podręcznik ma służyć głównie do opracowywania AKK dla tzw. „dużych projektów” drogowych, dla których zaleca się stosowanie indywidualnego podejścia przy prognozowaniu natężeń ruchu, zakłada się, że projekty takie będą miały znaczący wpływ na zmiany potoków ruchu na większym obszarze oddziaływania projektu.

Podstawą do wykonywania analiz oraz prognoz ruchu dla takich projektów jest przygotowanie aktualnego modelu ruchu, który wykonuje się opisanymi poniżej metodami.

- **Modelowanie** – metoda, której podstawą jest numeryczny model sieci transportowej (drogowej) oraz macierz źródeł/celów podróży,

modelling approach.

It is required to present both underlying assumptions and sources used for macroeconomic growth and transport development.

**Table 5. Required Macro-economic Inputs**

- GDP growth national and in per capita.
- Present and future parameters affecting transport demand (elasticity of demand, effects of future level of income and willingness to pay tolls).

*Source: proprietary work.*

## 1.8 Traffic forecasts

Preparation of correct traffic forecasts is essential for the CBA. These forecasts must include changes on the analysed section as well as the effects of the planned investment on the road network. Considering the economic analysis requirements, traffic forecasts should be specifically prepared for the following:

- Without-the-Project Option (W0),
- each of the Project Investment Option/s analysed in the CBA.

Since this Manual is aimed at providing guidance, mainly, for preparation of the required CBA for road “major projects”, it is recommended to use an individual approach in traffic forecasting, as they will usually have a significant impact on traffic flow changes on the surrounding road network.

The basis for elaboration of traffic analysis and forecasting is the current traffic model prepared using different methods described below.

- **Modelling** - a method in which the basis is a digital model of the transport (road) network and matrix/es of sources / destinations, considering population, GDP, level of motorisation, etc. Classic modelling process consists



z uwzględnieniem danych demograficznych, PKB, poziomu motoryzacji i innych. Klasyczny proces modelowania składa się z 4 etapów i jest przeprowadzany przy pomocy 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, opisany poniżej) 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.

- **Metody uproszczone** – metody trendu, metody wskaźników wzrostu, wskaźniki przejścia ruchu lub inne. w przypadku stosowania takich metod prognozowania należy przedstawić zarówno założenia merytoryczne, jak i przesłanki do stosowania danej metody.

Zasadniczo, na potrzeby projektów drogowych należy wykonywać prognozy ruchu za pomocą modelowania. Jedynie w uzasadnionych merytorycznie przypadkach mogą być stosowane metody uproszczone (np. ograniczenia czasowe, weryfikacja wyników). Jednakże należy mieć świadomość, że otrzymane wyniki będą mniej dokładne niż w przypadku modelowania.

Krajowy Model Ruchu został opracowany na zlecenie GDDKiA i zawiera: model sieci drogowej oraz macierze ruchu w podziale na kategorie użytkowników dla roku bazowego, założenia do rozwoju sieci drogowej, wskaźniki wzrostu ruchu dla poszczególnych podregionów kraju. Mając na uwadze ciągłą potrzebę przygotowywania wysokiej jakości prognoz, GDDKiA uczestniczy w pracach dotyczących aktualizacji i udoskonalenia Krajowego Modelu Ruchu m.in. także z uwzględnieniem pewnych aspektów wielogałęziowości z uwzględnieniem transportu kolejowego. Zastosowanie takiego podejścia jest zgodne z warunkowością ex-ante dla funduszy europejskich 2014-2020 wymagającą opracowania kompleksowego planu transportowego. w związku z tym, do czasu zakończenia tych prac (ok. roku 2016), w przypadku opracowywania prognoz ruchu dla planowanych inwestycji na drogach krajowych i wojewódzkich, rekomenduje się stosowanie krajowego/regionalnego modelu, który jest udostępniany przez właściwą jednostkę GDDKiA (aktualnie Departament Przygotowania Inwestycji) Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad.

of 4 stages and uses specialised software. The model is verified on the existing traffic network according to the most recent results of the GPR (General Traffic Counting, *Generalny Pomiar Ruchu*) and local measurements taking into account seasonal changes and including surveys among drivers. Road network models should be based on the National Traffic Model (owned by GDDKiA, see below) for national and voivodship road projects or regional models for other road categories. When using these models to appraise specific projects, they might need to be enhanced –e.g. by defining additional zones, adding road sections or matrices–.

- **Simplified methods** – trend method, methods of growth rates, traffic acquisition rates or others. In case of using such methods, assumptions and methodology should be described.

As a general principle, road projects traffic forecasts should use full traffic models (as described above). Only in justified cases, simplified methods may be used (eg. time constraints, forecasts verification). However, once should be aware the results would be less accurate than in the case of modelling.

The National Traffic Model was commissioned by GDDKiA and consists of a road network and traffic matrixes with breakdown into categories of users for the base year; assumptions for the road network development; and traffic growth indicators for individual sub-regions of the country. In order to maintain high quality of the forecasting, General Directorate for National Roads and Motorways (GDDKiA) is involved in the work aiming at updating and enhancing the currently available national transport model by, inter alia, adding certain aspects of multi-modality considering the railway network. Such approach is in accordance with the requirements of ex-ante conditionalities for EU funds 2014 - 2020 aiming at a Comprehensive Transport Plan. In the meantime, while the new model is not readily available (till 2016), it is recommended to use the national/regional traffic model/s available from the relevant GDDKiA unit (currently: Department for Planning) to prepare traffic forecasts for investments on national and voivodship roads.

## 1.8.1 Klasyfikacja projektów ze względu na zalecane indywidualne podejście do prognozowania

### 1.8.1 Classification of projects based on its recommended forecasting method

Z punktu widzenia AKK, wśród dużych inwestycji drogowych oraz mostowych, dla których zalecane jest stosowanie indywidualnego podejścia do prognozowania ruchu oraz sposobu obliczania pracy przewozowej dla celów AKK, można wyróżnić następujące typy projektów zależne od rodzaju planowanej inwestycji:

**Tabela 6. Rekomendowany zakres obszarowy analizy ruchu oraz obliczenie pracy przewozowej na potrzeby AKK**

	Rodzaj inwestycji	Zakres obszarowy i metoda analizy ruchu		Sposób obliczenia pracy przewozowej do AKK*
		Obszar miejski/aglomeracja	Obszar zamiejski	
1.	Inwestycje punktowe lub liniowe zmierzające do poprawy jakości lub bezpieczeństwa bez zwiększenia przepustowości.	Nie ma wymogu stosowania sieciowego modelu ruchu jeśli nie wystąpią ograniczenia przepustowości	Nie ma wymogu stosowania sieciowego modelu ruchu jeśli nie wystąpią ograniczenia przepustowości	Odcinkowo

From the CBA perspective, major road and bridge projects that should use individual approach to traffic forecasting and to transport work calculation may be divided into the following types depending on the type of investment:

**Table 6. Recommended territorial scope of traffic analysis and considerations of traffic flows for CBA calculations**

	Type of investment	Traffic analysis method and territorial scope		Calculation approach of Traffic flows for CBA purposes *)
		Urban area	Non-urban area	
1.	Single location or linear investment to improve quality and safety conditions without increasing capacity.	There is no requirement to develop/use a network traffic model if no capacity constraints	There is no requirement to develop/use a network traffic model if no capacity constraints	By section

	Rodzaj inwestycji		Zakres obszarowy i metoda analizy ruchu		Sposób obliczenia pracy przewozowej do AKK*
			Obszar miejski/aglomeracja	Obszar zamieszki	
2.	Przebudowa istniejącej drogi skutkująca większą przepustowością, np. przez poszerzenie (rozbudowa do drogi dwujezdniowej lub dodanie dodatkowych pasów ruchu).	Ograniczone oddziaływanie na pozostałą sieć drogową (np. z uwagi na krótki odcinek inwestycyjny, ograniczone wyłącznie do korytarza)	Nie ma wymogu stosowania sieciowego modelu ruchu	Nie ma wymogu stosowania sieciowego modelu ruchu	Odcinkowo
		Znaczące oddziaływanie na pozostałą sieć drogową	Model obejmujący obszar w granicach miasta	Model regionalny lub krajowy z uszczegółowieniem obszaru znaczącego oddziaływania planowanej inwestycji	Sieciowo /Bufor** lub odcinkowo
3.	Budowa nowej drogi o nowym przebiegu (w tym obwodnic miast).		Model obejmujący obszar w granicach aglomeracji, szczegółowy w granicach miasta	Model regionalny lub krajowy z uszczegółowieniem obszaru znaczącego oddziaływania planowanej inwestycji***	Sieciowo/ Bufor** lub odcinkowo

Źródło: opracowanie własne.

	Type of investment		Traffic analysis method and territorial scope		Calculation approach of Traffic flows for CBA purposes
			Urban area	Non-urban area	
2.	Upgrading of an existing road to provide higher capacity/standard e.g. widening (expansion to a double-carriageway road or addition of traffic lanes).	Limited impact on the rest of the road network (for example, due to the short length of the investment, limited only to the corridor)	There is no requirement to develop/use a network traffic model	There is no requirement to develop/use a network traffic model	By section
		Significant impact on the rest of the road network	Model for the area within the city limits	Model of regional or national level analysis detailing the significant impact area of the planned investment	Network/ Buffer** By Section
3.	Construction of a new road with new alignment (including city bypasses).		Model for the area within the agglomeration, detailed within the city limits	Model of regional or national level analysis detailing the significant impact area of the planned investment***	By Section Network/ Buffer**

Source: proprietary work.

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

Sieciowo/Bufor: 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.

\* w każdym przypadku należy upewnić się, że w danym roku liczba pojazdów (lub równoważnych dla liczby podróży transportu indywidualnego) w modelu w wariantcie inwestycyjnym jest równa liczbie pojazdów (podróży) w wariantcie 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 CO<sub>2</sub>) w obrębie danej grupy dróg wyróżnionych w zestawieniu pracy przewozowej pochodzącej z modelu, podczas gdy podejście odcinkowe nie jest obciążone takim uśrednieniem, a co więcej pozwala sprawniej przeprowadzić analizę porealizacyjną i porównanie rzeczywistych parametrów 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.

## 1.8.2 Model ruchu, ogólne zasady

Poniżej przedstawiono kilka ogólnych zaleceń dotyczących modelowania ruchu, które szczególnie należy mieć na uwadze w przypadku, gdyby nie było możliwości wykorzystania aktualnie dostępnych modeli.

W przypadku każdej metody modelowania należy zwrócić uwagę, aby wszystkie procesy były spójne, uwzględniające we właściwej sekwencji poszczególne etapy opisane w tabeli 7. Należy wziąć pod uwagę poniżej opisane zalecenia i komentarze. w przypadku nie uwzględnienia któregoś z etapów (np. wielogałęziowości), należy przedstawić odpowiednie uzasadnienie w opisie modelu.

Bardzo ważną kwestią jest pełne zrozumienie wymagań oraz zasad funkcjonowania modelu, co zapewni adekwatność rezultatów modelowania oraz właściwą ocenę projektu. Pierwszy etap modelowania (definiowanie zakresu) to przede wszystkim ustalenie i decyzje, jak powinien wyglądać model dla danego projektu, jakie elementy należy

By Section: analysis of the traffic volumes, transport work (veh-km and veh-hour) and calculation of respective costs and benefits for the CBA done in each individual road segment of known length considered in the analysis.

Network/Buffer: uses the transport work of all road sections included in the considered area of significant interaction to calculate respective costs and benefits for the CBA.

Buffer, project impact area: defined for the purpose of CBA – selected road network/sections for analysis where the difference in traffic volumes between variant Wn and W0 is significant (e.g. greater than 10-15% in the first year of the forecast). Information on the values of transport work for each section should be made available.

\* In any case, it must be ensured that in a given year, from the traffic analysis results, the number of vehicles (or equivalent for individual transport number of trips) in the investment option is equal to the number of vehicles (and trips) in the non-investment option (meaning that there is no induced traffic as it is assumed in the model).

\*\* Network approach entails some averaging of unit costs (VOC, safety, air pollution or climate change impact) within the road sections group identified in the statement of transport work derived from the model, while the section approach is not affected by the averaging and it would facilitate post-project analysis and comparison of actual investments results with the projected ones. In cases where modelled network is wider than the one used for traffic work calculations overall traffic work for the entire network should also be made available (for comparison).

\*\*\* In case of network traffic analysis, for the purpose of CBA calculation, transport work could be considered only for those sections so called buffer..

## 1.8.2 Traffic model, general considerations

Below some general recommendations on traffic modelling are presented and they should be of special consideration when the available models.

Irrespective of the modelling method, be it a newly created traffic model or an update of an existing one, consistent processes must be applied as described below (table 7). Recommendations and comments described below must be taken into account. In case any stage task is not considered (e.g. mode share), the relevant clarification should be included in the model description.

It is very important to fully understand requirements and operating rules of the model, as it will ensure the adequacy of modelling results and a proper assessment of the project. The first stage of modelling (defining the scope) involves primarily describing assumptions for, and decisions on how to create the project model, what inputs need to be prepared or updated, and adopting the calculation methodology.

przygotować lub zaktualizować oraz przyjęcie metodyki obliczeń.

Właściwie zdefiniowany model ruchu powinien odzwierciedlać aktualne warunki, jednakże ze względu na wielość potoków ruchu oraz złożoność sieci transportowej/drogowej, nie będzie możliwe pomierzenie i uwzględnienie w modelu wszystkich zmian na sieci. w związku z tym, do modelu dla roku bazowego wprowadza się rzeczywiste potoki (patrz rekomendacje dotyczące pomiarów i badań ruchu przedstawione w załączniku B), które będą podstawą do kalibracji modelu.

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.

Na etapie prac nad prognozą ruchu należy przede wszystkim uwzględnić planowane zmiany na sieci drogowej oraz wskaźniki mające wpływ na jej rozwój (np. liczba mieszkańców, zatrudnienie, wskaźnik motoryzacji, aktywność gospodarcza). w rezultacie uzyskamy obraz uwarunkowań będących podstawą do oceny projektu w danym roku.

Prognozy ruchu pozwalają również na sprawdzenie wpływu oraz korzyści z oddziaływań zewnętrznych takich jak zmiany w polityce transportowej czy też zmiany w zagospodarowaniu przestrzennym, które mogą determinować parametry projektowe inwestycji oraz jej ocenę.

Proces prognozowania powinien być poprzedzony analizą dotyczącą wyboru metody przygotowania modelu ruchu (modelowanie lub metody uproszczone), co będzie miało wpływ na parametry opisane w tabeli 7, etap I.

The traffic model prepared on the basis of the agreed scope should reflect the current conditions; however, due to the multiplicity of traffic flows and complexity of the transport network, it is not possible to measure and/or incorporate all changes in the network. Therefore, the model for the base year uses actual flows (see traffic counting and surveys recommendations provided in Appendix B), which will be the basis for model calibration.

The calibration and validation seek to ensure that the model results coincide with the actual conditions observed in the network, primarily through the analysis and modification of the road network model, correcting the demand function or mathematical formulas in such a way that the results better reflect the actual traffic conditions (travel times, traffic flows on selected sections, share of different vehicles categories, etc.). It is aimed at correcting existing errors and omissions that could arise during modelling.

At the forecasting preparation stage, planned changes of the road network and indicators that can have a traffic impact (e.g. population, employment, car ownership, economic activity) should be considered in the first place. As a result, a snapshot of actual conditions will be created that can serve as a basis for evaluation of the project in a given year.

Forecasting models also allow one to check the influence and benefits of external impacts such as changes in transport policy or changes in the spatial development planning that can determine the parameters of the design project and its appraisal.

The forecasting process should be preceded by an analysis, on the choice of the method of preparation of the traffic model (modelling or simplified methods), which will have an impact on the parameters, described in table 7 Stage I.

Tabela 7. Etapy prognozowania ruchu

ETAP	ZAKRES
ETAP I Definiowanie modelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zasięg obszarowy</li> <li>Szczegóły sieci</li> <li>Rejony komunikacyjne</li> <li>Kategorie pojazdów</li> <li>Wielogłęziowość</li> <li>Kategorie użytkowników</li> <li>Przedziały czasowe</li> <li>Horyzont prognozy. Rok bazowy</li> <li>Inne parametry modelu (np. opłaty)</li> </ul>
ETAP II Model dla roku bazowego	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przygotowanie danych wejściowych</li> <li>Aktualizacja i uszczegółowienie sieci</li> <li>Uwzględnienie transportu publicznego (w miastach)</li> <li>Aktualizacja i uszczegółowienie rejonów komunikacyjnych</li> <li>Opracowanie/ uszczegółowienie macierzy podróży</li> <li>Aktualizacja zmiennych funkcji popytu</li> </ul>
ETAP III Kalibracja i walidacja modelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kalibracja modelu</li> <li>Kalibracja macierzy podróży</li> <li>Kalibracja zmiennych funkcji popytu</li> </ul>
ETAP IV Prognozowanie ruchu -założenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza rozwoju sieci</li> <li>Opracowanie wskaźników wzrostu</li> <li>Wpływ wskaźników wzrostu na popyt</li> <li>Wpływ oddziaływań zewnętrznych</li> </ul>
ETAP V Oszacowanie prognozy ruchu Raporty wynikowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oszacowanie potoków ruchu</li> <li>Analiza wyników</li> <li>Przygotowanie raportów wynikowych.</li> </ul>

Źródło: w oparciu o opracowanie "The Use of Transport Models in Transport Planning and Project Appraisal", JASPERS, luty 2014.

Table 7. Traffic forecasting stages

STAGE	SCOPE
STAGE I Defining the scope of the model	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extent of network</li> <li>Network details</li> <li>Zone system</li> <li>Categories of vehicles</li> <li>Travel modes</li> <li>Categories of users</li> <li>Time periods</li> <li>Modelled years/ Base Year</li> <li>The values of other network parameters (e.g. tolls)</li> </ul>
STAGE II The model for the base year	<ul style="list-style-type: none"> <li>Input data collection</li> <li>Network updated and detailed</li> <li>Public transport consideration (in the cities)</li> <li>Zones updated and detailed</li> <li>Development/ elaboration of demand matrices</li> <li>Variables of demand functions updated</li> </ul>
STAGE III Calibration and validation of the model	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calibration of the model</li> <li>Calibration of matrices</li> <li>Calibration of demand function variables</li> </ul>
STAGE IV Traffic forecasting assumptions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Network development analysis</li> <li>Develop growth rates</li> <li>Apply growth rates to demand</li> <li>Include external impacts</li> </ul>
STAGE V Traffic forecasting estimation. Outputs reports	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traffic flows estimation</li> <li>Analysis of the outputs</li> <li>Output reports</li> </ul>

Source: Based on "The Use of Transport Models in Transport Planning and Project Appraisal", JASPERS, February 2014.

Opisy podstawowych założeń i metodyki do prognoz ruchu dla celów AKK dla projektów, których beneficjentem jest GDDKiA, znajdują się w załączniku B.

W procesie przygotowania lub weryfikacji parametrów modelowanych odcinków sieci, należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe zdefiniowanie przepustowości dla poszczególnych kategorii odcinków dróg.

**Uwaga:** Zazwyczaj modele i prognozy ruchu przygotowywane według zaleceń GDDKiA nie zakładają występowania ruchu wzbudzonego.

### 1.8.3 Wyniki prognozy ruchu

Główne założenia modelu oraz wyniki prognozowania ruchu powinny być przedstawione w ramach AKK (lub dołączone jako osobny dokument), w tym jako minimum:

- mapa przedstawiająca sieć, w obrębie której przeprowadzano analizy projektu;
- dane dotyczące wielkości potoków ruchu w roku bazowym oraz wyniki, co najmniej dwóch poprzednich GPR-ów (na istniejących drogach w ramach sieci określonej powyżej), w podziale na kategorie pojazdów zgodnie z GPR (lub co najmniej z podziałem na pojazdy lekkie i ciężkie), wraz z podaniem odpowiednich zmian;
- opis metodyki prognozowania oraz założeń;
- wskaźniki wzrostu ruchu;
- wyniki prognozy ruchu na sieci drogowej obszaru oddziaływania projektu dla wariantów inwestycyjnych i bezinwestycyjnego:
  - (i) wyniki uzyskane bezpośrednio z modelu:
    - prognozowane natężenia ruchu na poszczególnych odcinkach, w relacjach źródło-cel, w SDR (poj/dobę),
    - średnie odległości podróży,
    - ruch źródło-cel dla poszczególnych odcinków sieci,

The detailed assumptions and methodology for CBA traffic forecasts for projects whose beneficiary is GDDKiA are presented in Appendix B.

During the process of preparation or verification of the model assumptions the particular attention should be paid to the proper definition of traffic flow capacity for different categories of road sections in the model.

**Note:** Generally, traffic forecasts conducted according to GDDKiA traffic models and methods will not consider project-induced traffic.

### 1.8.3 Traffic forecast outputs

The traffic model assumptions and forecasting results should be summarised in the CBA report (or attached as a separate document) including, at least, the following elements:

- location map showing the network within which the analysis of the project is carried out;
- presentation of the base year traffic flows and historic traffic evolution (on existing roads of the relevant network as presented above), broken down into vehicle categories as defined in the GPR – national traffic survey (or, at least, distinguishing Light Vehicles (LV) and Heavy Goods Vehicles (HGV)), from at least two last GPR and the respective calculated changes;
- description of forecasting methodology and assumptions made;
- traffic growths indicators;
- traffic modelling outputs for With and Without-the-Project options on the relevant network:
  - (i) direct outputs from the model:
    - demand on each section, between the O/D pairs in average annual daily traffic (AADT), [veh/day],
    - average length of the trips,

- czas podróży na określonych odcinkach lub kategoriach odcinków o określonej długości,
- prędkości podróży na poszczególnych odcinkach

oraz

(ii) wskaźniki pokazujące wydajność sieci:

- liczba podróży,
- praca przewozowa na określonej sieci w poj-km i poj-godz w podziale na kategorie dróg/przedziały prędkości,
- prognozę warunków ruchu w analizowanym okresie (poziom swobody ruchu) pokazującą wyliczone potoki ruchu w odniesieniu do przepustowości w okresie referencyjnym.

Wyniki prognozy ruchu wykorzystywane dla celów AKK (tj. długości odcinków, SDR i/lub prace przewozowe wyrażone w pojazdokilometrach i pojazdogodzinach dla danej sieci drogowej) powinny być przedstawiane z uwzględnieniem podziału na kategorie i/lub grupy dróg (np. w zależności od zakresu analizowanej sieci dróg) zgodnie z krajowym modelem ruchu udostępnianym przez GDDKiA:

- Autostrady
- Drogi ekspresowe dwujezdniowe
- Drogi ekspresowe jednojezdniowe
- Drogi ekspresowe jednojezdniowe z dodatkowym pasem ruchu
- Drogi zamiejskie ogólnodostępne dwujezdniowe
- Drogi zamiejskie ogólnodostępne jednojezdniowe
- Ulice miejskie ogólnodostępne dwujezdniowe
- Ulice miejskie ogólnodostępne jednojezdniowe
- Inne.

- O/D pairs assigned to certain section,
- travel time along a specific section/series of sections of indicated length,
- speed on sections

and

(ii) network performance indicators:

- number of trips,
- transport work on the considered network in veh-km and in veh-h distinguishing by categories of roads/speed ranges;
- assessment of the project traffic flow conditions (Level of Service) as regards the calculated traffic flows vs. capacity along the reference period.

Traffic forecast outputs to be used in CBA calculations (i.e. for the considered road network length, AADT and/or transport work expressed in veh-km and veh-h) should be generally presented distinguishing the following road categories and/or groups (i.e. groups can variate depending on the analysed road network), in line with GDDKiA's national traffic model, :

- Motorways
- Expressways dual carriageway
- Expressways single carriageway
- Expressways single carriageway with one additional lane,
- Public non-urban roads dual carriageway
- Public non-urban roads single carriageway
- Public urban streets dual carriageway
- Public urban streets single carriageway
- All other roads.



Kategorie pojazdów zwykle brane pod uwagę przy prezentacji wyników prognozy są następujące:

- **SO** – samochody osobowe
- **SD** – samochody dostawcze (np. vany)
- **SC** – samochody ciężarowe bez przyczep
- **SCp** - samochody ciężarowe z przyczepami
- **A** – autobusy.

Kategorie pojazdów, które można zamiennie uwzględnić są następujące:

- **LV** – samochody lekkie, masa całkowita < 3,5 tony
- **HGV** – samochody ciężkie, masa całkowita > 3,5 tony (w tym autobusy).

Vehicle categories usually used for the presentation of traffic forecast outputs are listed below:

- **SO** – passenger cars
- **SD** – commercial vehicles (e. g. vans)
- **SC** – trucks without trailers
- **SCp**—trucks with trailers
- **A** – buses.

Vehicle categories which can alternatively be used:

- **LV** – light vehicles, gross weight < 3,5 tons
- **HGV** – heavy goods vehicles, gross weight > 3,5 tons (incl. buses).

## 1.9 Założenia kosztowe dla wariantu bezinwestycyjnego (W0) i wariantów inwestycyjnych (Wn)

### 1.9 Costs assumptions for the “without-the-project” scenario (W0) and for the project investment options (Wn)

#### 1.9.1 Przygotowanie danych wejściowych dotyczących nakładów kapitałowych dla wariantów inwestycyjnych

##### 1.9.1 Preparation of capital expenditures inputs for investment options

Do najważniejszych danych wejściowych należą nakłady kapitałowe dla każdego z wariantów inwestycyjnych.

Umiejętność właściwego szacowania przyszłych kosztów i zakresu ich dokładności jest kluczowa nie tylko dla AKK, ale również dla planowania i realizacji programu inwestycyjnego jako całości. Jest to zagadnienie, które dotyczy wielu beneficjentów, dlatego zaleca się dużą ostrożność i dokładność w procesie szacowania kosztów inwestycyjnych.

Należy uwzględnić najlepsze dostępne informacje o aktualnie kształtujących się cenach na roboty budowlane w drogownictwie. Istotną rzeczą jest zrozumienie podstawy oszacowania, a zatem oczekiwanej dokładności oraz sprawdzenie tego zakresu

One of the most important input is the capital expenditures of each project investment option.

The ability to estimate future costs and range of uncertainties is crucial not only for the CBA, but also for planning and implementation of the investment programme as a whole. It is a matter concerning many Beneficiaries; therefore, it is recommended to be cautious and accurate during investment costs assessment.

One must take into account the best available information on current prices of road construction works. An important point is to understand the basis of the estimate and, thus, the accuracy which can be expected, and to test this range of uncertainty in the sensitivity analysis (see chapter 4.1). For option selection, it is more important to use

niepewności w analizie wrażliwości (patrz rozdział 4.1). Przy wyborze wariantu większe znaczenie ma zastosowanie spójnej podstawy kosztowej dla wszystkich wariantów inwestycyjnych niż uzyskanie dokładnych danych w wartościach bezwzględnych. Należy przedstawić wszystkie przyjęte założenia. Dlatego bardzo istotne jest, aby oszacowanie kosztów inwestycyjnych odbyło się na podstawie dokumentacji zawierającej szacunki na podobnym poziomie dokładności.

W momencie przygotowywania wniosku o dofinansowanie możliwe jest aktualizowanie kosztów na podstawie dokładniejszych przedmiarów (na szczegółowych projektach wykonawczych) lub zastosowanie cen z ofert przetargowych na wykonawstwo. Jeżeli nowe szacunki mieszczą się w zakresie badanym w analizie wrażliwości i wyniki są nadal możliwe do zaakceptowania, na tym etapie nie ma potrzeby powtarzania pełnej analizy (wystarczy aktualizacja).

W W0 nie występują nakłady inwestycyjne. Jednakże w przypadku bardzo złego stanu technicznego może być konieczne poniesienie znaczących kosztów na przeprowadzenie prac mających na celu zapewnienie funkcjonowania infrastruktury. w takim przypadku koszty te należy zakwalifikować do nakładów na utrzymanie i remonty w wariantcie W0.

Dla projektów drogowych zaleca się podział nakładów inwestycyjnych na główne kategorie kosztów (proponowane w tabeli poniżej), jeżeli oczywiście taki poziom szczegółowości informacji jest dostępny:

**Tabela 8. Zestawienie szacunkowych kosztów inwestycyjnych**

Lp.	Kategoria kosztów	Warianty inwestycyjne (Opcje) w tys. PLN					
		W1		W2		Wn	
		netto	brutto	netto	brutto	netto	brutto
I	Dokumentacja, pomoc techniczna						
II	Nadzór inwestorski						
III	Archeologia						
IV	Inne prace przygotowawcze						
V	Promocja projektu						
VI	Wykup gruntów						
VII	Wymagania ogólne						

a consistent cost basis for all investment options than to obtain accurate data in absolute values. All assumptions used should be stated. Therefore, it is important that the costs estimation are made on the basis of project documentation about the same accuracy level.

At the time of preparing the grant application form, there might be updated costs information on the basis of more accurate bills of quantities from detailed construction designs, or tender prices. If the new estimate is within the range tested in the sensitivity analysis and the results were still considered acceptable, there is no need to repeat the full analysis at this stage (an update is enough).

Usually, there are no investment expenditures in W0. However, if the infrastructure is in a very bad condition, it may be necessary to incur significant costs for the works to ensure that the infrastructure functions correctly. In such case, the costs should be classified as maintenance and repair expenditure in W0.

In the case of road projects, it is recommended that investment costs are broken down into the main items (proposed in the table below), where such a level of information detail is available.

**Table 8. Statement of estimated investment costs**

Nb.	Cost category	Project investment options (PLN '000)					
		W1		W2		Wn	
		net	gross	net	gross	net	gross
I	Planning/Design fees, technical assistance						
II	Supervision						
III	Archeology						
IV	Other preparatory work						
V	Publicity						
VI	Land acquisition						
VII	Preliminaries						

Lp.	Kategoria kosztów	Warianty inwestycyjne (Opcje) w tys. PLN					
		W1		W2		Wn	
		netto	brutto	netto	brutto	netto	brutto
VIII	Roboty drogowe						
	Prace przygotowawcze						
	Roboty ziemne						
	Obiekty mostowe						
	Tunele						
	Ściany oporowe i podobne						
	Podbudowa						
	Nawierzchnie						
	Odwodnienie drogi						
	Ekrany akustyczne						
	Inne działania środowiskowe						
	Roboty wykończeniowe						
	Oznakowanie, oświetlenie i Brd						
	Inne roboty						
	Przebudowa urządzeń obcych						
	Zieleń						
	ITS						
IX	Zakład i maszyny						
X	Koszty okołokontraktowe						
XI	Rezerwa na roboty nieprzewidziane						
XII	<b>Łączny koszt inwestycji, w tym rezerwa</b>						
XIII	VAT						

W sytuacji, gdy w inwestycji występują obiekty inżynierskie o znacznej wartości (tunele, mosty lub wiadukty itp.), należy je wyodrębnić w zestawieniu kosztów. Takie rozbiście

Nb.	Cost category	Project investment options (PLN '000)					
		W1		W2		Wn	
		net	gross	net	gross	net	gross
VIII	Building and construction of which:						
	Preparatory works						
	Earthworks						
	Bridges						
	Tunnels						
	Retaining walls						
	Subbase						
	Road pavement						
	Drainage						
	Noise barriers						
	Other environmental measures						
	Finishing works						
	Signalling, lighting, safety equipment						
	Other works						
	Realignment of public utilities						
	Vegetation						
	ITS						
IX	Plant and machinery						
X	Other works not covered by the contract						
XI	Contingencies						
XII	<b>Total investment cost incl. contingencies</b>						
XIII	VAT						

Costly engineering structures (tunnels, bridges, overpasses, etc.) should always be shown separately in the cost statement. Such a breakdown allows a quick comparison between options and highlights major investment costs components. Moreover, in case of similar CBA results, it is easier to compare options in terms of performance of

ułatwia porównywanie wariantów i zidentyfikowanie dominujących kosztów inwestycyjnych. Ponadto, w przypadku zbliżonych wyników AKK, łatwiejsze jest zestawienie wariantów pod względem spełnianych celów i kosztów inwestycyjnych.

W zestawieniu należy podać koszty netto oraz z uwzględnieniem podatku VAT. Jest to związane ze zróżnicowanym poziomem VAT dla różnych kategorii kosztów, kwalifikowalnością lub nie podatku VAT dla różnych beneficjentów oraz koniecznością przekształcenia nakładów inwestycyjnych wyrażonych w cenach rynkowych na ceny rozrachunkowe (patrz rozdział 2.3.1).

Dla celów poglądowych zaleca się przedstawienie łącznych kosztów inwestycyjnych wariantu inwestycyjnego, jak również kosztów na kilometr (patrz tabela poniżej).

**Tabela 9. Koszty projektu**

Wyszczególnienie	Koszt z VAT na km	Koszt bez VAT na km
Bez wykupu gruntów		
Bez wykupu gruntów i bez obiektów		

Nakłady inwestycyjne dla celów AKK należy rozłożyć na poszczególne lata analizy zgodnie z harmonogramem finansowym ponoszenia wydatków. Należy unikać przedstawiania bardzo małych nakładów ponoszonych na początku przygotowania i realizacji inwestycji. w takich przypadkach zaleca się, aby wszystkie mniejsze nakłady włączyć do kosztów w pierwszym roku analizy. w przypadku nakładów ponoszonych przed pierwszym rokiem analizy, co do zasady, nie stosuje się ich indeksacji i wykazuje w wartości nominalnej w pierwszym roku analizy.

### 1.9.2 Oszacowanie wydatków na eksploatację i utrzymanie

Dane wejściowe dotyczące kosztów eksploatacji i utrzymania należy zawsze przygotować zarówno dla W0, jak i dla wszystkich wariantów inwestycyjnych (Wn).

Przy stosowaniu metody przyrostowej w AKK dla nowego projektu budowy drogi, zakłada się, że różnica w wydatkach na utrzymanie i eksploatację (zdyskontowanych) między W0 i Wn dla istniejącej sieci drogowej jest znikoma. Dlatego też jedynie wydatki na utrzymanie i eksploatację dla nowej inwestycji drogowej uwzględniane są w obliczeniach.

W przypadku każdej analizy ważne jest sprawdzenie, nawet jeśli dane źródłowe są

objectives and investment costs.

The statement should present net cost and cost with VAT. The reasons are: different VAT rates applicable to some cost categories; eligibility/non-eligibility of VAT for some Beneficiaries; and the need to convert financial investment costs to accounting prices (see Chapter 2.3.1).

For an overview, it is recommended to present the total cost of the project for the investment option, as well as the cost per kilometre (see the Table below).

**Table 9. Project costs**

Specification	Cost per km with VAT	Cost per km without VAT
Without land acquisition		
Without land acquisition and without structures		

Capital expenditures for the purposes of the CBA should be spread into individual years of the analysis, according to the financial schedule of expenses. The situation where very small expenditures at the beginning of the investment preparation and implementation are shown for several years in the CBA simulation model should be avoided. In such cases, it is recommended to integrate all smaller amounts to the costs in the first year of the analysis. In the case of expenditures incurred before the first year of the analysis, as a matter of principle, such expenditures should not be indexed and should be disclosed in nominal value in the first year of the analysis.

### 1.9.2. Estimation of operating and maintenance (O&M) expenditures

Inputs related to operating and maintenance expenditures should always be prepared for W0, as well as for all investments options (Wn).

When applying the incremental approach for CBA of any new road construction project, it is considered that the difference of maintenance and operating expenditures between W0 and Wn for the existing road network (in discounted terms) is negligible. Therefore, only the maintenance and operating expenditures of the new road project investment are included in the analysis calculations.

For any analysis, it is important to check—even if the source data is aggregated into

zagregowane w kosztach eksploatacji i utrzymania ogółem, czy uwzględniono wszystkie następujące elementy kosztowe:

- Bieżące roczne koszty eksploatacji i utrzymania, w tym:
  - bieżące utrzymanie całoroczne, w tym utrzymanie zimowe,
  - koszty ogólne prowadzenia działalności (budynki, administracja itp.),
  - zarządzanie ruchem.
- Koszty eksploatacji systemu poboru opłat:
  - wynagrodzenia, sprzątanie, utrzymanie punktu poboru opłat, itp.
- Koszt okresowych prac utrzymaniowych:
  - remont okresowy (odnowa),
  - remont częściowy i naprawa.

Całoroczne bieżące utrzymanie obejmuje wszystkie koszty prac, służących zapewnieniu bezpieczeństwa infrastruktury drogi pod względem technicznym i jej dostępności do codziennej eksploatacji, a także zapobieganiu jej degradacji. Utrzymanie zimowe i inne prace związane z sezonowością (np. koszenie, malowanie, sprzątanie, itp.) stanowią także część tych kosztów.

Okresowe prace remontowe dotyczą wszelkich zabiegów, których celem jest przywrócenie pierwotnych parametrów użytkowych drogi. Koszty okresowego utrzymania obejmują zwykle wymianę nawierzchni, konserwację elementów obiektów mostowych (łożyska, izolacja, itd.) lub zasadnicze zabiegi utrzymaniowe dotyczące pozostałej infrastruktury towarzyszącej.

Przy obliczaniu kosztów eksploatacji i utrzymania w przypadku W0 nie należy wprost ekstrapolować kosztów historycznych (szczególnie, jeśli były sztucznie zaniżone ze względu na limity wydatków), lecz powinno się uwzględnić wiek i stan infrastruktury oraz prawdopodobne zwiększenie częstotliwości i kosztów okresowych prac remontowych w okresie odniesienia.

Koszty jednostkowe eksploatacji i utrzymania będą różne dla różnych kategorii dróg. Koszty jednostkowe bieżącego utrzymania przy tej samej kategorii drogi będą identyczne dla W0 i wariantów inwestycyjnych. Koszty jednostkowe okresowych prac remontowych również będą zbliżone do tych dla sieci istniejącej i dróg projektowanych, różnić się będą tylko harmonogramem wykonywania poszczególnych typów robót. w przypadku istniejącej sieci częściej wystąpią koszty remontów częściowych i okresowych, z uwagi na

total operation and maintenance costs – that at least all of the following cost items have been included:

- Cost of regular yearly maintenance and operation of all road infrastructure assets including:
  - all-year-round routine and preventive maintenance, including winter maintenance,
  - company overheads (buildings, administration, etc.),
  - traffic management,
- Toll collecting system operation costs:
  - wages, cleaning, toll equipment maintenance, etc.
- Cost of periodic maintenance of all road infrastructure assets including:
  - periodic repair (renovation),
  - partial repairs and rehabilitation.

Routine maintenance includes the cost of all-year-round work required to keep the infrastructure technically safe and ready for day-to-day operation as well as to prevent deterioration of the road assets. Winter maintenance and any other seasonal activities (e.g. grass cutting, painting, cleaning) are also included.

Periodic maintenance includes all activities intended to restore the original condition of the road. The periodic maintenance costs will usually include items, such as pavement resurfacing, equipment maintenance on bridges (joints, waterproofing, etc.) or heavy interventions on other assets.

For the calculation of the O&M costs for W0 avoid simple extrapolation of historic costs (in particular, if these have been artificially low due to spending constraints), instead consider the age and condition of the infrastructure and the likely increase in frequency and expense of periodic heavy maintenance over the reference period.

Unit maintenance costs will be different depending on the road class. Unit costs of routine road maintenance for the same road category will be the same for W0 and for investment options. Unit costs of periodic repairs will also be the same to those for the existing network, the difference being schedules of different types of work. Partial and periodic repair costs will occur earlier for the existing network, due to the progressive degradation process. As stated above, for any new road construction, the difference of O&M expenditures between W0 and Wn for the existing road

postępujący proces degradacji. Jak wspomniano powyżej, dla każdego nowego projektu drogowego różnica w wydatkach na utrzymanie i eksploatację między W0 i Wn dla istniejącej sieci drogowej jest pomijalna.

Dla projektów drogowych, dla których wdrożono całoroczne bieżące oraz prewencyjne utrzymanie, obejmujące niezbędne remonty częściowe, zaleca się wykorzystanie scenariusza utrzymania i cen jednostkowych z załącznika a przedstawiających średni jednostkowy koszt eksploatacji i utrzymania dla różnych klas dróg w Polsce. Zakłada się coroczne alokacje na eksploatację i utrzymanie na podstawie tych uśrednionych wymogów. Przy takich założeniach, całościowa wymiana/odnowa nawierzchni dla nowej lub remontowanej drogi, powinna zostać przeprowadzona po upływie 10 lat od momentu oddania do użytku. w całym okresie analizy, wynoszącym 25 lat, należy zaplanować dwukrotną wymianę nawierzchni (w 10 i 20 roku po oddaniu drogi do użytkowania). Zakładając takie podejście do utrzymania, nie będą potrzebne bardziej kosztowne pełne remonty. Jest to podejście konserwatywne, zakładające uwzględnienie w kosztach jednostkowych zaproponowanych w załączniku A, wykonywanie pewnych prac eliminujących ewentualne strukturalne problemy w niższych warstwach podbudowy lub wady konstrukcyjnych obiektów. Zakłada się, że wszystkie inne niezbędne okresowe czynności utrzymaniowe elementów wyposażenia drogi, oprócz nawierzchni (np. urządzenia zabezpieczające, sygnalizacyjne, ekrany akustyczne, urządzenia ochrony środowiska itp.), wraz z odpowiednimi kosztami ogólnymi, uwzględnione są w kosztach utrzymania okresowego. Pomimo, że terminy tych okresowych prac są różne dla poszczególnych elementów ze względu na różne cykle utrzymania, proponuje się, aby przyjęć średnie okresowe koszty utrzymania tych elementów zgodnie z załącznikiem a w 10 i 20 roku eksploatowanej infrastruktury dla danego okresu analizy.

Jeżeli dla danego projektu dostępne są szczegółowe dane dotyczące standardowych kosztów eksploatacji i utrzymania (tzn. powyższe podejście a także koszty z załącznika a nie są stosowane), to użycie kosztów zaproponowanych w załączniku a w rozbiu na poszczególne składniki może być użyteczne do celów szybkiego porównania wariantów inwestycyjnych projektu.

Duże obiekty inżynierskie o wysokich kosztach utrzymania (na przykład długie obiekty mostowe, tunele) należy wydzielić.

Koszty związane z poborem opłat (jeśli dotyczą) również powinny być włączone do kosztów eksploatacji i utrzymania wraz z informacją o przyjętych kosztach jednostkowych (załącznik A, proponowane koszty jednostkowe).

Poniższa tabela zawiera zalecany schemat podziału kosztów eksploatacji i utrzymania.

network over the analysis period is considered negligible.

For road projects, implementing a current annual and preventive maintenance, including the necessary periodic interventions, it is recommended to use the maintenance unit prices from Appendix a which represent an average of operation and maintenance requirements for the different road classes in Poland. It is foreseen a yearly routine O&M allocation on the basis of average operation and maintenance requirements. Under these conditions, full-width pavement replacement of the new or renewed road section should only be carried after 10 years. Over the whole analysis period, 25 years, 2 pavement overlays will be planned (years 10<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> after the road entering into operation). Considering such maintenance approach, the more expensive treatments of full section reconstruction should not be required. As this is a conservative approach, a certain amount of reconstruction has been included in the periodic maintenance costs proposed in Appendix a for possible structural problems appearing in the lower layers and/or due to construction defects. All required periodic treatments of the road infrastructure assets, other than pavement (e.g. safety devices, signalization, noise screens, environmental measures, etc.), and also related overheads costs, are included in those periodic maintenance costs. Eventhough the timing of those road assets periodic works is different due to different maintenance cycles, it is proposed to schedule the global average periodic maintenance costs from Appendix a at the 10<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> year after the infrastructure entering into operation for the given analysis period.

If project specific and justified O&M costs data is available (i.e. the above proposed maintenance approach and values included in Appendix a are not considered), the proposed specific operation and maintenance costs should be presented in unit costs per km and in the particular components in order to facilitate a quick comparison between project investment options.

Large engineering structures with high maintenance costs (e.g. long bridges, tunnels) should be shown separately if relevant.

Costs for tolling operations (where applicable) should also be included in the calculation of the total O&M costs, including information on the assumed unit costs (see in Appendix a proposed unit costs).

The Table below includes a recommended layout for O&M costs breakdown.

**Tabela 10. Szacunek kosztów eksploatacji i utrzymania w rozbiu na główne elementy kosztowe (niezdykontowane)**

Lata	Bieżące utrzymanie i eksploatacja infrastruktury drogowej (z VAT)	Okresowe utrzymanie infrastruktury drogowej (z VAT)	System poboru opłat*(z VAT)	Inne (określić) (z VAT)	Bieżące utrzymanie i eksploatacja infrastruktury drogowej (bez VAT)	Okresowe utrzymanie infrastruktury drogowej (bez VAT)	System poboru opłat* (bez VAT)	Inne (określić) (bez VAT)
1								
2								
3								
...		<i>(*) proponowane w 10 i 20 roku eksploatacji projektu</i>				<i>(*) proponowane w 10 i 20 roku eksploatacji projektu</i>		
25								
Raz.								

**Table 10. O&M cost estimation breakdown into main cost elements (not discounted)**

Year	Routine road infrastructure O&M (incl. VAT)	Periodic road infrastructure maintenance (incl. VAT)	Toll collection system* (incl. VAT)	Other (specify) (incl. VAT)	Routine road infrastructure O&M (excl. VAT)	Periodic road infrastructure maintenance (excl. VAT)	Toll collection system* (excl. VAT)	Other (specify) (excl. VAT)
1								
2								
3								
...		<i>(*) Proposed in years 10th and 20th after entering into operation</i>				<i>(*) Proposed in years 10th and 20th after entering into operation</i>		
25								
Raz.								

*\*tylko dla inwestycji generujących przychody/ •only for revenue-generating investments*

Zaproponowane jednostkowe koszty eksploatacji i utrzymania infrastruktury drogowej, w cenach netto, znajdują się w załączniku a – Jednostkowe koszty ekonomiczne i finansowe. Zaproponowane koszty powinny być wykorzystywane jedynie dla celów kalkulacji analizy kosztów i korzyści. Zostały one zaproponowane w oparciu o dane i informacje uzyskane z GDDKiA na podstawie kontraktów zawieranych w formule “Utrzymaj standard” (do oszacowania kosztów bieżącej eksploatacji i utrzymania), a także kontraktów remontowych (do oszacowania kosztów okresowych prac utrzymaniowych). **Koszty jednostkowe zostały oszacowane i wyliczone na kilometr bieżący w dwóch podstawowych grupach: bieżące utrzymanie i okresowe zabiegi utrzymaniowe, a ponadto zróżnicowane w zależności od typu drogi. Przyjęto, że te ryczałtowe koszty obejmują wszystkie dodatkowe zabiegi utrzymaniowe związane z dodatkowymi elementami wyposażenia drogi (tj. chodnikami, obiektami, ekranami akustycznymi, odwodnieniem, urządzeniami BRD, koszty ogólne, itd.).** Zakłada się, że powyższe koszty będą stałe w czasie, ewentualny wzrost z tytułu kosztów pracy oraz kosztów energii będzie rekompensowany wzrostem wydajności (np. z tytułu stosowania nowych technologii). W przypadku niestandardowych obiektów, zaleca się przeprowadzenie szczegółowych analiz w celu określenia kosztów eksploatacji i utrzymania dla poszczególnych przypadków. w razie potrzeby, proponowany sposób obliczeń dla celów analizy AKK znajduje się w załączniku A.

The proposed unit maintenance costs for road infrastructure are presented in Appendix a – Unit economic and financial costs and they are in net prices. These proposed costs should only be considered for CBA purposes calculation. They are mainly based on data gathered from GDDKiA corresponding to costs incurred on “Keep up standard” contracts (for estimating routine operation and maintenance costs) and on rehabilitation contracts (for calculating periodic maintenance costs). **Unit costs per kilometre were estimated and presented in two basic groups: routine maintenance and periodic maintenance, and differentiated by road type.** These values are an average global cost estimation including all required maintenance works for all road infrastructure assets (e.g. pavements, structures, noise screens, drainage, safety, overheads, etc.). Additionally, these prices are assumed to be constant over the time: possible increase due to higher wages or energy costs will be compensated by the increased efficiency (e.g. due to new technologies). In case of extraordinary structures, it is recommended to conduct a particular analysis, case by case, to estimate the respective O&M costs. In Appendix A, a calculation proposal, as ultimate case, is provided for CBA purposes.



## 1.10 Dane wejściowe do projekcji przychodów

Zgodnie z Rozporządzeniem KE 1303/2013 przychody generowane przez projekt są definiowane jako “wpływy środków pieniężnych z bezpośrednich wpłat dokonywanych przez użytkowników za towary lub usługi zapewniane przez daną operację, jak np. opłaty ponoszone bezpośrednio przez użytkowników za użytkowanie infrastruktury, sprzedaż lub dzierżawę gruntu lub budynków lub opłaty za usługi” (Art. 61).

W przypadku dróg płatnych przychody do celów ustalenia dofinansowania obejmują tylko bezpośrednie opłaty pobierane od użytkowników tj. myto za przejazd oraz opłaty za dzierżawę MOP (Miejsce Obsługi Podróżnych).

Analizę przychodów z systemu poboru opłat należy wykonać przez wyliczenie przychodów zgodnie ze stawkami opłat dla poszczególnych kategorii pojazdów (kategorii opłat zgodnie z odpowiednim rozporządzeniem Ministra właściwego dla spraw transportu).

Stawki opłat za przejazd do analizy przychodów należy przyjąć w cenach stałych bez uwzględniania inflacji. (Uwaga: te same stawki powinny być wykorzystywane w modelu rozkładu ruchu na sieć.)

Uwzględnianie przychodów jest istotne na kilku etapach oceny projektu drogowego, na przykład:

- w analizie finansowej do określenia zdyskontowanego dochodu, gdy konieczne jest policzenie luki finansowej i kwoty dofinansowania,
- w analizie ekonomicznej przychody (dotyczące dróg płatnych) nie są brane pod uwagę z uwagi na założony brak ruchu wzbudzonego,
- w ocenie trwałości finansowej inwestycji.

## 1.10 Revenue projection inputs

According to EU Regulation 1303/2013, project revenues can be defined as “cash inflows directly paid by users for the goods or services provided by the operation, such as charges borne directly by users for the use of infrastructure, sale or rent of land or buildings, or payments for services” (Art. 61).

For the purpose of co-funding calculation in toll road projects, revenues will basically include tolls and service area rents.

The toll system revenues analysis should be made by evaluating the revenues considering different toll levels for individual vehicle categories (toll categories, in accordance with the respective regulation of the competent Minister).

Toll rates and revenue analyses should be prepared in constant prices without inflation. (NB: the same rates should be used in the traffic model.)

Revenues will be taken into account at several stages of road project appraisal, as follows:

- in the financial analysis to calculate the discounted net revenue, when calculation of co-financing rate method is considered, and co-financing amount,
- in the economic analysis revenues (for toll roads) are not considered, assuming there is no induced traffic,
- in the financial sustainability assessment.

**Tabela 11. Wymagane dane wejściowe do analizy przychodów**

- Sposób poboru opłat (zależny od odległości/ryczałt, system zamknięty/otwarty, itp.
- Poziom stawek opłat za km według kategorii opłat (a także odpowiednio uśredniony).
- Prace przewozowe według kategorii pojazdów.
- Inne przychody (np. opłaty za dzierżawę MOP).

*Źródło: opracowanie własne.*

Należy zaznaczyć, że polityka kształtowania stawek i zróżnicowania pomiędzy różnymi kategoriami pojazdów powinna być przejrzysta i powszechnie dostępna. w takim przypadku nie jest celowe analizowanie zasadności odpłatności i poziomu opłat w odniesieniu do konkretnego projektu GDDKiA z uwagi na ustanowiony już krajowy system poboru.

Stawki opłat elektronicznych (ETC) na drogach krajowych stosuje się obecnie dla następujących kategorii pojazdów, z uwzględnieniem różnych poziomów opłat za przejazd w zależności od kategorii emisji spalin (klasy EURO):

- pojazdy o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 tony i poniżej 12 ton,
- pojazdy o dopuszczalnej masie całkowitej, co najmniej 12 ton,
- autobusy niezależnie od ich dopuszczalnej masy całkowitej.

Przypisanie kategorii pojazdów systemu ETC do kategorii pojazdów uwzględnianych w prognozie wspomniane powyżej powinno być następujące: SC (ciężarówki bez przyczep) – pierwsza kategoria ETC opisana powyżej, SCp (samochody ciężarowe z przyczepami) – druga kategoria i a (autobusy), – trzecia.

Dopuszcza się także podział na inne kategorie pojazdów przy przedstawianiu wyników prognozy, na przykład:

- **LV** – samochody lekkie, masa całkowita < 3,5 tony
- **HGV** – samochody ciężkie, masa całkowita > 3,5 tony (w tym autobusy);

HGV obejmuje wszystkie wspomniane powyżej kategorie pojazdów objętych opłatami ETC.

**Table 11. Required inputs for revenues analysis**

- Toll collection system (km based/lump sum, open/closed system, etc.
- Toll rates per km in each toll category (and adequate average).
- Transport work per vehicle category.
- Other revenues (e.g. service area rent).

*Source: proprietary work.*

NB: policies of tolling and of differentiating vehicle categories should be transparent and publicly available. If this is the case, there is no need to analyse the adequacy of the toll system and the level of fees for specific GDDKiA projects, as tolls are established as a nationwide system.

Electronic Toll Collection (ETC) rates on national roads apply currently to the following categories of vehicles (fees differ depending on exhaust emission limits, EURO class):

- vehicles with gross mass over 3.5 tonnes and less than 12 tonnes,
- vehicles with gross mass of at least 12 tonnes,
- buses regardless of their gross weight.

The relation between ETC vehicle categories and the traffic forecast categories mentioned above should be as follows: SC (trucks without trailers) corresponds to the first category above, SCp (trucks with trailers) to the second one and a (buses) to the third one.

As regards the vehicle categories, other categories can alternatively be used on forecast outputs, :

- **LV** – light vehicles, gross weight < 3,5 tons
- **HGV** – heavy vehicles, gross weight > 3,5 tons (incl. buses);

HGV category includes all above mentioned ETC vehicle categories.

### Polityka opłat w sektorze dróg i zasada zanieczyszczający płaci

Beneficjent powinien opisać, w jakim stopniu projekt respektuje zasadę „zanieczyszczający płaci” (bez względu na to, jakie na nim samym spoczywają obowiązki w tym zakresie). Jeśli zasada ta polegająca na zapobieganiu i korygowaniu szkód w środowisku jest przestrzegana od początku, na etapie projektu budowlanego (w tym w ramach procedury OOS), to zasada „zanieczyszczający płaci” będzie realizowana poprzez opłaty lub koszty ponoszone przez użytkowników w fazie eksploatacji projektu.

Zasada „zanieczyszczający płaci” może być rozumiana jako systemy cenowe obejmujące zewnętrzne koszty środowiskowe, a także koszty zużycia i eksploatacji infrastruktury, w zależności od funkcjonujących systemów krajowych i „zasad sprawiedliwości powiązanych ze względną zamożnością danego państwa członkowskiego lub regionu” (WE, 2013). Koszty środowiskowe transportu są najlepiej zinternalizowane za pomocą narzędzi takich, jak opodatkowanie paliwa, podczas gdy koszty związane z korzystaniem z infrastruktury na niektórych drogach najszybciej są odzyskiwane przez opłaty zależne od przebytej odległości (myto) lub opłaty czasowe (winiety). Ponadto, w niektórych krajach raz w roku lub przy zakupie pojazdu, nakładane są podatki samochodowe lub drogowe.

Zgodnie z prawodawstwem UE, pobieranie opłat w przypadku transportu drogowego jest dobrowolne. Tylko niektóre drogi TEN-T i autostrady są przedmiotem opłat uzależnionych od przebytej odległości, podczas gdy inne są objęte systemem winiet czasowych, a jeszcze inne są wolne od jakichkolwiek opłat. Nakładanie opłat drogowych od pojazdów ciężarowych (HGV) na sieci TEN-T i autostrad jest regulowane na poziomie UE (przepisy mające zastosowanie w Polsce), podczas gdy obecnie nie istnieją ramy legislacyjne dla samochodów osobowych, dostawczych i motocykli.

Podsumowując, w związku z powyższym, Beneficjent powinien wyjaśnić stosowanie zasady „zanieczyszczający płaci” w ramach systemu nakładania opłat za użytkowanie projektu (tj. internalizacji kosztów zewnętrznych oraz kosztów zużycia) i / lub opisać istniejące narzędzia na poziomie krajowym umożliwiające zwrot głównych kosztów zewnętrznych dla projektów finansowanych z UE, jak również związane z projektem aspekty stabilności finansowej przedsięwzięcia.

Źródła: European Commission (2012), Background document for the public consultation on the charging of the use of road infrastructure, DG for Mobility and Transport and European Commission (2013), Assessing the projects on the ESFRI roadmap’ a high level expert group report, DG for Research and Innovation.

### Road pricing policies and Polluter Pays Principle

The Beneficiary shall describe to which extent the project respects the ‘polluter pays’ principle (irrespective of its formal obligations in this sphere). If the principle of preventive action and correction of environmental damage at source is implemented at the project design stage (including through the EIA procedure), the ‘polluter pays’ is applied through user-fees and charges when the project becomes fully operational.

The ‘polluter pays’ principle can be narrowly understood as pricing systems covering environmental external costs, and maybe also wear and tear and infrastructure costs, depending on the national systems and “considerations of equity linked to the relative prosperity of the Member State or region concerned” (EC, 2013). Transport environmental costs are best internalized through tools such as fuel taxes while costs associated with the use of infrastructure of some roads are best recovered through alternatives ways such as distance-based charges (tolls) or time-based charges (vignettes). Also, in some countries, vehicle and road taxes are applied annually or upon the purchase of vehicles.

For road transport, pricing is voluntary according to the EU legislation. Only some TEN-T roads and motorways are subject to distance-based tolls, whereas others are subject to time-based vignettes, and yet others are exempt from tolls and vignettes. Road charging of heavy goods’ vehicles (HGVs) on the TEN-T and motorway network is regulated at the EU level (being currently applied in Poland), while no legislative framework exists for cars, vans and motorbikes at the moment.

In conclusion, the Beneficiary shall explain, considering the above, the ‘polluter pays’ principle application on the project pricing systems (i.e. internalization of main external costs, wear and tear) and/or describing the existing tools at the national level to recover EU funded projects main external costs as well as the related project financial sustainability aspects.

Sources: European Commission (2012), Background document for the public consultation on the charging of the use of road infrastructure, DG for Mobility and Transport and European Commission (2013), Assessing the projects on the ESFRI roadmap’ a high level expert group report, DG for Research and Innovation.

## 1.11 Wartość rezydualna

Wartość rezydualna projektu musi być uwzględniona w rachunku kosztów inwestycyjnych w ostatnim roku analizy. Wartość rezydualna odzwierciedla zdolność do generowania przychodów netto w przyszłości przez środki trwałe, których wartość ekonomiczna nie jest jeszcze całkowicie wyczerpana. Wartość rezydualna będzie zerowa lub znikoma, jeśli został wybrany horyzont czasowy równy okresowi życia ekonomicznego aktywów. z drugiej strony, gdy cykl życia projektu przekracza horyzont czasowy, wartość odzysku środka trwałego lub wszelkich pozostałych zdolności do generowania dochodu w przyszłości powinna zostać wyliczona. Innymi słowy, wartość rezydualna może być zdefiniowana jako teoretyczna wartość „upłynnienia”.

**Finansowa wartość rezydualna**, dla projektów generujących przychody (drogi płatne), powinna zostać wyliczona w oparciu o metodę dochodową, która zakłada zdolność projektu do generowania wpływów po okresie objętym analizą. Finansową wartość rezydualną oblicza się poprzez określenie wartości bieżącej finansowych przepływów w pozostałych latach życia projektu (np. jako średni okres dla nowej drogi proponowane jest 40 lat, lub alternatywnie można wyliczyć średni ważony okres żywotności tak jak przedstawiono w tabeli 12). Do jej obliczenia wykorzystywane są reprezentatywne przepływy (przychody i nakłady utrzymaniowe) z ostatniego roku objętego analizą, tj. takie, które nie są zaburzone zdarzeniami jednorazowymi (np. większymi remontami). Jeśli wielkości przepływów z ostatniego roku nie są reprezentatywne, należy wziąć pod uwagę uśrednione wartości z całego lub odpowiednio wybranego okresu analizy tak, aby zapewnić ich reprezentatywność.

Obliczenie wartości rezydualnej zgodnie z powyższym podejściem ilustruje poniższy wzór:

$$R = \sum_{n=26}^t \frac{PO - KO}{(1+i)^{n-1}}$$

gdzie:

R – wartość rezydualna po zakończeniu okresu odniesienia (zdyskontowana),

PO – przychody operacyjne z ostatniego roku okresu odniesienia (jeżeli nie są reprezentatywne, należy przyjąć uśrednione wartości),

## 1.11 Residual value

A residual value of the project fixed investments must be included within the investment costs account for the end-year. The residual value reflects the capacity of the remaining service potential of fixed assets whose economic life is not yet completely exhausted. The residual value will be zero or negligible, if a time horizon equal to the economic life of the asset has been selected. On the contrary, when the economic life of the project exceeds the time horizon, the salvage value of fixed asset or any remaining capacity to generate net revenues in the future has to be recorded. In other words, the residual value can be defined as the “virtual liquidation” value.

The **financial residual value** of revenue generating projects (toll roads) should be calculated on the basis of the income-based method, which assumes the project’s ability to generate revenues after the period covered by the detailed analysis. The financial residual value should be determined by computing the net present value of financial cash flows in the remaining life years of the operation (i.e. 40 years average life of a new road infrastructure project is proposed or specific calculation of the project life can also be performed as indicated below with table 12). Representative flows from the last year covered by the analysis are used, i.e. flows (revenues and O&M expenditures) which are not affected by single events (e.g. major repairs). If expenditures of the last year are not representative, the average values from the entire period or from an appropriately selected period of the analysis should be taken into account, so that their representativeness is ensured.

The residual value calculation as described above is represented by the following formula:

$$R = \sum_{n=26}^t \frac{PO - KO}{(1+i)^{n-1}}$$

where:

R – residual value at the end of the reference period (discounted),

PO – operating income in the last year of the reference period (averaged if not representative),

KO – koszty operacyjne z ostatniego roku okresu odniesienia (jeżeli nie są reprezentatywne, należy wziąć uśrednione wartości),

i – stopa dyskontowa,

n – rok z okresu od ostatniego roku odniesienia (25) + 1 do końca ostatniego roku pozostałego zakładanego okresu eksploatacji (np. 40 lat cyklu życia projektu od momentu oddania do eksploatacji),

t – całkowity uśredniony okres żywotności projektu (tj. po uwzględnieniu pozostałych lat żywotności projektu); proponowana wartość: 40 lat.

Dla projektów nie generujących przychodów, wartość rezydualna w analizie finansowej może być obliczana na podstawie amortyzacji (tzw. metoda odpisów amortyzacyjnych) z uwzględnieniem okresów trwałości aktywów infrastruktury drogowej (tab. 12) oraz z uwzględnieniem kosztów wymiany tych aktywów w okresie referencyjnym.

Wartość rezydualna nie jest uwzględniana w obliczeniach jeśli jest ujemna (wtedy należy przyjąć wartość =0).

**Ekonomiczna wartość rezydualna** ma istotne znaczenie dla przedsięwzięć infrastrukturalnych, w których okres ekonomicznej użyteczności najtrwalszego elementu inwestycji znacznie przekracza horyzont czasowy analizy kosztów i korzyści, w związku z czym można spodziewać się, że taki składnik majątku będzie generował korzyści również po zakończeniu okresu odniesienia.

Ekonomiczna wartość rezydualna może być wyliczana według jednej z poniższych metod:

- poprzez wyliczenie wartości bieżącej korzyści ekonomicznych, po potrąceniu kosztów ekonomicznych w pozostałych latach życia projektu (podejście zalecane, gdy finansowa wartość rezydualna obliczona została w oparciu o wartość bieżącą netto przyszłych przepływów pieniężnych). Formuła obliczeniowa jest analogiczna, ale zamiast przepływów finansowych uwzględnia się analogiczne przepływy ekonomiczne,
- poprzez zastosowanie współczynnika konwersji kosztów inwestycji (patrz podrozdział 2.3.1) do wartości rezydualnej z analizy finansowej liczonej metodą odpisów amortyzacyjnych.

Zastosowanie pierwszej metody w projektach transportowych, w których aktywa zazwyczaj mają bardzo długą trwałość, spowodować może, że wartość rezydualna znacznie zaburzy wyniki analizy (wartość rezydualna stanowiłaby znaczną część

KO – operating expenses in the last year of the reference period (averaged if not representative),

i – discount rate,

n – year, from the end of the reference period (25) plus 1 till the end of the remaining life years of operation (e.g. 40 years of economic life after the project entering into operation),

t – total average physical life of the project (i.e. after remaining life years of operation), proposed 40 years.

For non-revenue generating projects, the financial residual value may be calculated based on depreciation, considering the physical life of the road infrastructure (table 12) and asset replacement costs computed during the reference period.

The residual value is not taken into account in calculations (i.e. it should be set at 0) if its value is lower than zero.

The **economic residual value** is very significant for projects in which the economic life of the most durable component of the investment significantly exceeds the time horizon of the cost and benefit analysis, so that the asset is expected to keep delivering benefits after the end of the reference period.

The economic residual value could be calculated according to one of the two methods below:

- computing the present value of economic benefits, net of economic costs in the remaining life-years of the project. (approach to be adopted when the residual value is calculated in the financial analysis with the net present value of future cash flows method). The calculation formula is analogous to the formula above with respective economic flows,
- applying the conversion factor for investment costs (see chapter 2.3.1) to its financial price being the residual value calculated based on depreciation.

The application of the first one in transport projects (where assets will usually have very long physical lives) bears the risk of the residual value being so large as to distort the analysis. The situation that the residual value represents a substantial share of project benefits, to the possible excess that the project's socio-economic justification relies mainly on residual value, should be avoided. In fact, it is clear that the project socio-economic justification should mainly reside on benefits incurred during the reference period (residual value impacting marginally).

korzyści projektu i rzutowałyby na jego uzasadnienie społeczno-ekonomiczne). W rzeczywistości, uzasadnienie społeczno-ekonomiczne powinno zależeć przede wszystkim od korzyści uzyskanych w okresie referencyjnym (a wartość rezydualna wpływa bardzo nieznacznie).

W celu obliczenia wartości rezydualnej metodą odpisów amortyzacyjnych, zaleca się, aby wziąć pod uwagę przeciętny okres fizycznej trwałości projektu, określony jako średnia ważona komponentów inwestycyjnych projektu w normalnych warunkach eksploatacji i utrzymania. Poniżej przedstawiono proponowane średnie okresy trwałości aktywów infrastruktury drogowej. Przykładowe wyliczenie trwałości aktywów projektu drogowego znajduje się w załączniku A.

**Tabela 12. Średnie okresy trwałości aktywów infrastruktury drogowej**

Trwałość aktywów	Nowobudowane	Remontowane
	Lata	Lata
Tunele	75	33
Obiekty mostowe	75	33
Ściany oporowe	60	20
Roboty ziemne	40	15
Ściany akustyczne	25	15
Nawierzchnia drogi: beton	33	23
Nawierzchnia drogi: asfalt	20	15
Sprzęt utrzymaniowy	15	10
Sprzęt do łączności	10	5
Przejęcie gruntów	Nieskończony	Nieskończony

Źródło: w oparciu o dane EBI.

In order to calculate the residual value based on depreciation, it is recommended to consider the average physical life of the project defined as the cost-weighted average of the physical investment components of the project under normal operating and maintenance conditions. Below proposed average physical life of road infrastructure assets are presented. a calculation example considering the project assets physical lives is presented in Appendix A.

**Table 12. Average physical life of road infrastructure assets**

Physical Life of Assets	New Construction	Rehabilitation
	Years	Years
Tunnels	75	33
Bridges	75	33
Supporting Walls	60	20
Embankment	40	15
Noise Protection Walls	25	15
Pavement : Concrete	33	23
Pavement : Asphalt	20	15
O&M Equipment	15	10
Communications Equipment	10	5
Land acquisition	Infinite	Infinite

Source: based on EIB data.

## Faza II: analiza społeczno-ekonomiczna

### *Phase II: Socio-economic analysis*

Analiza społeczno-ekonomiczna ocenia wkład projektu do wzrostu dobrobytu społecznego w obszarze oddziaływania projektu. Celem tej analizy jest (i) wykazanie, że planowany wariant inwestycyjny jest uzasadniony ze społecznego punktu widzenia (gdy opcja została już wybrana poprzez wcześniejszą AKK lub inny sposób oceny, jak opisano w rozdziale (1.1 i 1.4); i/ lub (ii) zastosowanie jej jako narzędzia analizy wariantów.

Analiza ekonomiczna obejmuje ilościowe i pieniężne ujęcie kosztów oraz obliczenie korzyści ekonomicznych netto na podstawie tak zwanej metody przyrostowej. Takie podejście wymaga: (i) przygotowania prognozy przepływów ekonomicznych dla wariantu bezinwestycyjnego; (ii) przygotowania prognozy przepływów ekonomicznych dla wariantu z realizacją projektu; (iii) uwzględnienia w AKK jedynie różnic w przepływach pomiędzy tymi scenariuszami. Zasadniczo korzyści ekonomiczne stanowią różnicę między całkowitymi kosztami ekonomicznymi w wariantcie bezinwestycyjnym (W0) i analogicznymi kosztami w jednym z wariantów inwestycyjnych (Wn).

Dla celów tej analizy należy przede wszystkim zdefiniować katalog ekonomicznych kosztów/korzyści oraz odpowiadające im koszty jednostkowe. w niniejszym podręczniku zawarty jest katalog typowych kosztów/korzyści ekonomicznych oraz rekomendowane koszty jednostkowe (w załączniku A), które uważa się za możliwe do zastosowania w AKK dla dużych projektów transportowych w Polsce (możliwe do zastosowania także dla małych projektów). Nie można również wykluczyć szczególnych przypadków, dla których konieczne będzie włączenie innych oddziaływań.

Jeżeli wykonawca analizy projektu wykorzysta inne koszty jednostkowe, należy zawsze:

- dołączyć uzasadnienie zastosowania wartości alternatywnych,
- w analizie wrażliwości wykazać skutki wprowadzenia wartości alternatywnych sprawdzając różnice w odniesieniu do kosztów jednostkowych z załącznika A.

The socio-economic analysis appraises the project's contribution to the economic welfare of the project's impact area. It is intended to (i) show that the considered investment option will be justified from the society point of view (when the option has already been selected through an earlier CBA or another appraisal technique as described in chapter 1.1 and 1.4); and/or (ii) be used as a tool of option selection.

The economic analysis includes quantitative and monetary depiction of costs and calculation of net economic benefits on the basis of the so called incremental approach. The incremental approach requires that: (i) projections of economic flows are made for the without-the-project scenario; (ii) projections of economic flows are made for the situation with the proposed project; and (iii) the CBA only considers the difference between the flows in the with-the-project and the without-the-project scenarios. Economic benefits are represented by the difference between the total economic costs in the "without-the-project option" (W0) and those when a project investment option (Wn) is implemented.

This analysis requires, firstly, defining the catalogue of economic costs/benefits and their respective unit cost values. This Manual provides the catalogue of typical economic costs/benefits and includes recommended unit values for them (in Appendix A) which are considered acceptable for use in CBA prepared for major transport project applications in Poland (but also applicable to non-major polish transport projects). It cannot be excluded that, in certain specific cases, other economic impact categories would need to be included.

If a project analyst will use different values he should always:

- attach the justification for the use of alternative values,
- demonstrate results of implementing the alternative values in the sensitivity analysis testing the differences as regards unit values in Appendix A.

## 2.1 Kategorie kosztów ekonomicznych

Zgodnie z najlepszymi praktykami, koszty i korzyści społeczno-ekonomiczne projektów infrastruktury drogowej oblicza się na podstawie głównych kategorii kosztów przedstawionych w tabeli poniżej.

**Tabela 13. Główne kategorie kosztów/ korzyści ekonomicznych dla inwestycji infrastruktury drogowej**

Główne kategorie kosztów/ korzyści ekonomicznych dla projektów drogowych
Koszty eksploatacji pojazdów
Czasu użytkowników infrastruktury drogowej
Wypadków drogowych i ofiar
Związane z emisją zanieczyszczeń
Zmian klimatu
Hałasu

Z powyższych kategorii, pierwsze dwie mają bezpośredni wpływ, (jako część uogólnionych kosztów podróży), podczas gdy pozostałe są tak zwanymi kosztami zewnętrznymi (wypadki, zanieczyszczenie powietrza, zmiany klimatu i hałas). Warto zauważyć, że skutki gospodarcze inne niż wymienione powyżej mogą także być generowane. w takiej sytuacji ocena projektu powinna jakościowo zidentyfikować te oddziaływania i opisać oczekiwany efekt (pozytywny, negatywny) oraz ich wielkości. w przypadku, gdyby któryś z tych wpływów był znaczący oraz istniałaby wiarygodna metoda szacowania opisana w ogólnie dostępnej literaturze, można wziąć je pod uwagę w AKK. w tym przypadku należy przejrzeć i szczegółowo przedstawić sposób ich kwantyfikacji pieniężnej i zastosowane jednostkowe wartości ekonomiczne.

W ostatnich latach osiągnięto znaczący postęp w pracach nad określeniem szacunkowych wartości jednostkowych oddziaływań nierynkowych i doskonaleniem metod celem włączenia tych wartości do analizy ekonomicznej. Procesy te nadal trwają (w momencie przygotowania niniejszego podręcznika), np. zakresie rozszerzenia katalogu kosztów zewnętrznych o koszty utraty różnorodności biologicznej oraz utraty ekosystemów (dlatego takie kategorie kosztów nie są zawarte w tabeli powyżej).

## 2.1 Categories of economic costs

According to the best practices, the main impacts to be considered in the economic appraisal of road infrastructure projects are presented in the table below:

**Table 13. Main categories of economic costs/ benefits for road infrastructure investments**

Main categories of economic costs/benefits for road projects
Vehicle operating costs
Road users travel time
Road accidents and fatalities
Air pollution
Climate change impact
Noise

From the above categories, the first two are direct impacts (as part of the generalised costs of travel) and the rest are the so-called externalities (accidents, air pollution, climate change and noise).

It is worth noting that economic impacts other than those listed above can be generated. The assessment of the project should qualitatively identify these impacts and describe the expected direction (positive, negative) and their magnitude. In case any of these impacts would be significant, and a reliable estimation methodology would be available in literature and can be applied, it can be considered that they are taken into account in the CBA. In this case, the way of their monetary quantification, as well as economic unit values used will have to be clearly presented.

Significant progress has been made in recent years in refining the estimates of unit values of non-market impacts and improving methods to integrate such values into economic analysis. Developments in this field are on-going (at the time of preparing the present Manual), however still needed, for example in order to broaden the range of externalities considered, such as loss of biodiversity and ecosystem services (therefore, not included at the moment in the table above).



### 2.1.1 Koszty eksploatacji pojazdów

W przypadku wszystkich wariantów (W0 i Wn) koszty eksploatacji pojazdów obejmują całkowite koszty operacyjne wszystkich pojazdów poruszających się po sieci dróg objętej analizą.

Koszty oblicza się na podstawie jednostkowych kosztów ekonomicznych eksploatacji poszczególnych kategorii pojazdów w zależności od prędkości pojazdu, stanu nawierzchni drogi i spadków podłużnych drogi.

Istnieją dwa zasadnicze elementy kosztów eksploatacji rozpatrywanych dla każdego wariantu:

- Koszty paliwa: zależne od przebiegu drogi w terenie i warunków ruchowych;
- Inne koszty: stan techniczny drogi mający wpływ na zużycie pojazdów, w tym koszty oleju, zużycia opon, przeglądów oraz amortyzacja.

Proponuje się oszacowanie kosztów eksploatacji pojazdów w podziale na dwie podstawowe kategorie pojazdów: samochody lekkie (LV) oraz samochody ciężkie (HGV), tak jak pokazano w załączniku A. w przypadku gdy wyniki prognozy ruchu są w podziale na pięć kategorii, o których jest mowa w rozdziale dotyczącym prognozowania, koszty kategorii LV z załącznika a powinny być zastosowane do samochodów osobowych oraz samochodów dostawczych, a koszty kategorii HGV z załącznika a do samochodów ciężarowych bez przyczep, samochodów ciężarowych z przyczepami i autobusów.

Koszty eksploatacji pojazdów dla poszczególnych rodzajów inwestycji należy obliczać dla każdego wariantu (W0 i Wn), każdego typu pojazdu i każdego roku przez cały okres odniesienia. Dla inwestycji analizowanych metodą sieciową/buforową koszty eksploatacji wylicza się na podstawie wielkości pracy przewozowej obliczonej z wykorzystaniem modelu ruchu dla ustalonych kategorii pojazdów i klas prędkości oraz uśrednionych kosztów eksploatacyjnych dla tych klas.

Sposób obliczania kosztów eksploatacji pojazdów na podstawie pracy przewozowej obliczonej z modelu przedstawiono w poniższej tabeli.

### 2.1.1 Vehicle operating costs

Vehicle Operating Costs (VOC) are represented by total operating costs of all vehicles travelling on the analysed roads in all options (W0 and Wn).

The costs are calculated on the basis of economic unit costs of vehicle operation for individual categories of vehicles as a function of its travelling speed, the road's pavement condition and the road's gradient.

There are two elements of VOC incurred by the road user considered for each option:

- Fuel costs: depending on the road alignment and traffic conditions;
- Other costs: road quality affecting the wear and tear on vehicles, including costs of oil, tyres, vehicle maintenance as well as its depreciation.

It is proposed to calculate VOC distinguishing the basic categories of vehicles, Light Vehicles (LV) and Heavy Goods Vehicles (HGV) as presented in Appendix A. In case that traffic analysis outputs are presented differentiating the five categories mentioned in the traffic chapter, LV unit costs from Appendix a shall be used for passenger cars and commercial vehicles and HGV unit costs from Appendix a shall be used for trucks without trailers, trucks with trailers/semi-trailers and buses.

VOC for individual types of investment ought to be calculated for each option (W0 and Wn), each type of vehicle and each year throughout the entire reference period. For the investments using network/buffer approach, the costs of vehicle operation should be calculated on the basis of quantity of transport work obtained from the traffic model distinguishing vehicle categories and speed ranges and applying respective average costs of operation for these classes.

The VOC calculation formula on the basis of transport work obtained from the model is presented in the Table below.

**Tabela 14. Wzory na wyliczenie kosztów eksploatacji pojazdów dla analizy wykonanej metodą sieciową/buforową**

$$K^e = \sum_{j=1}^2 k_{ej}(V_{pdrj}, T, S) \cdot 365 \cdot W_{Vpdr,j}$$

gdzie:

- $K^e$  – roczne koszty eksploatacji pojazdów samochodowych, w PLN,  
 $j$  – liczba kategorii pojazdów,  
 $k_{ej}(V_{pdrj}, T, S)$  – jednostkowe koszty eksploatacji kategorii pojazdów samochodowych, „j” w funkcji prędkości podróży „ $V_{pdrj}$ ”, ukształtowania terenu „ $T$ ” i stanu technicznego nawierzchni „ $S$ ”, w PLN/poj-km,  
 $W_{Vpdr,j}$  – praca przewozowa dla pojazdów kategorii „j” w klasie prędkości  $V_{pdrj}$ , w pojazdokilometrach/dobę.

**Źródło: opracowanie własne.**

Natomiast dla inwestycji analizowanych odcinkowo, koszty eksploatacji pojazdów należy obliczyć zgodnie z wzorami przedstawionymi w tabeli poniżej.

**Table 14. Formulas for calculating vehicle operating costs in case of buffer/network analysis**

$$K^e = \sum_{j=1}^2 k_{ej}(V_{pdrj}, T, S) \cdot 365 \cdot W_{Vpdr,j}$$

where:

- $K^e$  – annual vehicle operating costs, in PLN,  
 $J$  – number of categories of vehicles,  
 $k_{ej}(V_{pdrj}, T, S)$  – unit operating costs of vehicles category “j” in the function of travel speed “ $V_{pdrj}$ ”, slope of terrain “ $T$ ” and technical condition of pavement “ $S$ ”, in PLN/veh-km,  
 $W_{Vpdr,j}$  – transport work of vehicles category “j” in speed range  $V_{pdrj}$ , in vehicle-kilometres/day.

**Source: proprietary work.**

As for investments using section approach, VOC should be calculated according to the formulas presented below.

**Tabela 15. Wzory na wyliczenie kosztów eksploatacji pojazdów, analiza odcinkowa.**

	$K_e = \sum_{j=1}^2 k_{ej}(V_{pdr,j}, T, S) \cdot 365 \cdot (SDR_j \cdot L)$
lub	
	$K_e = \sum_{j=1}^2 k_{ej}(V_{pdr,j}, T, S) \cdot 365 \cdot W_j^{km}$
gdzie:	
$K_e$	– roczne koszty eksploatacji pojazdów samochodowych, w PLN,
$J$	– liczba kategorii pojazdów,
$k_{ej}(V_{pdr,j}, T, S)$	– jednostkowe koszty eksploatacji dla kategorii pojazdów samochodowych „j” w funkcji prędkości podróży $V_{pdr,j}$ , ukształtowania terenu $T$ i stanu technicznego nawierzchni $S$ , w PLN/poj-km,
$SDR_j$	– średnioroczne dobowe natężenie ruchu kategorii pojazdów „j”, w pojazdach/dobę,
$L$	– długość odcinka drogi w km,
$W_j^{km}$	– praca przewozowa dla pojazdów kategorii „j” w zależności od długości odcinka drogi, oraz przedziału prędkości $V_{pdr,j}$ , w pojazdokilometrach/dobę.

**Źródło: opracowanie własne.**

Prędkości podróży, wspomniane powyżej, należy obliczyć na podstawie wielkości natężenia ruchu na odcinku, terenu przez jaki przebiega, oraz kategorii dróg na podstawie tabel zawartych w Przewodniku do AKK (będzie opublikowany przez GDDKiA w 2015) zastępującym dotychczas stosowaną Instrukcję IBDiM z 2008 r.

Wartości jednostkowych kosztów eksploatacji dla różnych kategorii pojazdów przedstawiono w załączniku a do niniejszego opracowania (wartości te zostały przygotowane w oparciu o zaktualizowane przez IBDiM dane z krajowego modelu eksploatacji oraz dostępne wyniki prac badawczych, patrz załącznik D, z podstawami metodologicznymi kalkulacji kosztów jednostkowych).

Zakłada się brak wzrostu jednostkowych kosztów eksploatacji pojazdów w czasie, gdyż potencjalny wzrost kosztów energii będzie rekompensowany poprzez zwiększoną efektywność energetyczną pojazdów.

**Table 15. Formulas for calculating vehicle operating costs for projects analysed using the section approach**

	$K_e = \sum_{j=1}^2 k_{ej}(V_{pdr,j}, T, S) \cdot 365 \cdot (SDR_j \cdot L)$
or	
	$K_e = \sum_{j=1}^2 k_{ej}(V_{pdr,j}, T, S) \cdot 365 \cdot W_j^{km}$
where:	
$K_e$	– annual vehicle operating costs, in PLN,
$j$	– number of categories of vehicles,
$k_{ej}(V_{pdr,j}, T, S)$	– unit operating costs of vehicles category “j” in the function of travel speed $V_{pdr,j}$ , slope of terrain $T$ and technical condition of pavement $S$ , in PLN/veh-km,
$SDR_j$	– average daily traffic of vehicles of vehicles category “j”, in vehicles/day,
$L$	– length of road section, in km,
$W_j^{km}$	– transport work of vehicles category “j” depending on road section length and speed range $V_{pdr,j}$ , in vehicle-kilometres/day.

**Source: proprietary work.**

The above mentioned travel speeds should be calculated on the basis of road section’s traffic volume, slope of terrain where it runs and its category using the tables from the *GDDKiA CBA instruction (to be published in 2015) substituting IBDiM instruction dated 2008*.

Unit vehicle operating costs for different categories of vehicles referred into the formulas above are presented in the Appendix a to this document (the values were developed on the basis of IBDiM’s update of the national vehicle fleet operation model and research available data, see Appendix D for unit costs methodological background calculation details).

It is assumed that there will not be any increase in unit VOC values over time as potential increase in energy prices would be compensated by improved efficiency of vehicles.

## 2.1.2 Koszty czasu użytkowników infrastruktury drogowej

Koszty ekonomiczne czasu użytkowników należy obliczyć dla obu wariantów (W0 i Wn) oddzielnie, dla każdego roku analizy, typu pojazdu i motywacji podróży.

Koszty czasu użytkowników infrastruktury drogowej dla wariantów (bezinwestycyjnego i inwestycyjnego) to łączne koszty czasu osób odbywających podróże po analizowanej sieci drogowej lub ulicznej. Ze względu na zróżnicowane motywacje podróży, co podciąga za sobą również różne ich koszty, podróżujących należy podzielić na różne kategorie. Użytkowników pojazdów osobowych (i autobusów, jeżeli AKK jest wykonywana dla więcej niż dwóch kategorii LV i HGV) dzieli się na trzy motywacje podróży:

- podróżujących w celach służbowych,
- podróżujących codziennie w relacjach dom-praca-dom (tzw. commuting)
- podróżujących w innych motywacjach (np. turystyka, zakupy, itd.).

Wykonując AKK, możliwe są różne metody wyceny kosztów czasu podróży. w celu oszacowania jednostkowego kosztu czasu dla różnych celów podróży i gałęzi transportu, które będą stosowane w AKK, jako generalną zasadę, zaleca się przeprowadzenie krajowego badania gotowości do płacenia. z uwagi na brak dostępności takich badań, jednostkowe koszty czasu podróży proponowane w załączniku a (dla wyżej wymienionych kategorii użytkowników) są obliczane na podstawie istniejącej wartości czasu z Niebieskiej Księgi z 2008 (tj. wartości opartych na opracowaniu HEATCO przygotowanego dla Komisji Europejskiej) przy uwzględnieniu historycznej inflacji oraz tempa wzrostu PKB per capita zgodnie z „Przewodnikiem do analizy kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych - Narzędzie oceny ekonomicznej dla polityki spójności 2014-2020” DG Regio, grudzień 2014.

Koszty czasu dla kategorii HGV (lub ewentualnie dla pojazdów dostawczych i ciężarowych, jeżeli AKK jest wykonywana dla więcej niż dwóch proponowanych kategorii) można przyjmować jak dla podróżujących w celach służbowych.

Koszty czasu podlegają indeksacji. Zmienność kosztów jednostkowych w czasie jest przedstawiona w załączniku A.

W obliczeniach należy przyjąć napełnienie pojazdów osobowych dla poszczególnych motywacji na podstawie badań i pomiarów przeprowadzonych w analizowanym korytarzu drogi. w przypadku projektów miejskich, napełnienie pojazdów osobowych

## 2.1.2 Road infrastructure user time costs

The economic costs of passengers' and drivers' time should be calculated separately for all options (W0 and Wn), for each year of analysis, and for each type of vehicle and trip motivation.

The costs of time of road infrastructure users for both options (without investment option and project investment option) are total time costs of people travelling on the analysed road and street network. Travellers are split up into categories because of different motivation of travels and, consequently, different costs of those travels. The users of passenger cars (and buses if CBA is performed for more than the proposed two –LV and HGV– categories) are split up into three travelling motivations:

- business travellers,
- daily travellers home-work-home (commuting),
- travellers with other motivations (e.g. tourism, shopping, etc.).

In carrying out CBA, different methods are possible to value. It is strongly recommended to carry out a national study based on willingness to pay surveys to estimate the unit cost of time for different travel purposes and transport modes to be used in CBA. This study is not available yet, therefore for the time being, the proposed travel time unit costs in Appendix a (for the above mentioned categories of users) are calculated based on the existing value of time, Blue Book 2008, (i.e. value based on HEATCO study prepared for the European Commission) taking into account inflation and GDP per capita growth rate based on the “Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects- Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020” DG Regio, December 2014.

The costs of time for HGV category (alternatively, commercial vehicles and all types of trucks users when CBA is performed for more than the proposed two main vehicles categories) can be taken as for business travellers.

Time unit costs are subject to indexation. The time unit costs evolution over time is presented in Appendix A.

Vehicle occupancy for passenger cars in different motivations will be based on studies and measurements from the analysed road corridor. For urban areas, it should be based on data for the analysed city. If no such data is available, the vehicle

należy przyjąć zgodnie z danymi dla danego miasta. Jeśli nie dysponuje się takimi danymi, w obliczeniach należy przyjąć wartości napełnienia przedstawione w poniższej tabeli.

**Tabela 16. Wartości napełnienia pojazdów osobowych w podziale na motywacje podróży zamiejskich oraz miejskich [osób/pojazd]**

Motywacja	Napełnienie	
	Drogi zamiejskie	Drogi miejskie/Ulice
Podróże dom-praca-dom (commuting)	1,6	1,2
Podróż służbowe	1,7	1,2
Podróże inne	2,2	1,6

Wartości napełnienia zostaną zaktualizowane po zakończeniu prac nad aktualizacją krajowego modelu ruchu.

Napełnienie dla kategorii HGV (lub ewentualnie dla pojazdów dostawczych, ciężarowych i ciężarowych z przyczepami, jeżeli AKK jest wykonywana dla więcej niż dwóch proponowanych kategorii) należy przyjmować równe 1. Gdy brak jest szczegółowych danych, napełnienie autobusów (brane pod uwagę jedynie, jeżeli AKK jest wykonywana dla więcej niż dwóch proponowanych kategorii) można przyjmować równe 30 dla dróg zamiejskich oraz dróg miejskich z transportem zbiorowym.

Dla inwestycji analizowanych metodą sieciową/buforową, obliczenie kosztów czasu użytkowników jest wykonywane na podstawie pracy przewozowej w pojazdgodzinach oszacowanej wprost z modelu ruchu (a następnie przeliczenie na pasażerogodziny z uwzględnieniem napełnienia) dla W0 i Wn. w poniższej tabeli przedstawiono sposób obliczania kosztów czasu użytkowników na podstawie wyników modelu ruchu.

occupancies presented in the table below should be used in the calculations.

**Table 16. Occupancy values of passenger cars broken down into different motivations for non-urban and urban trips [persons/vehicle]**

Motivation	Occupancy	
	Non-urban roads	Urban roads/Streets
Home-work-home trips (commuting)	1,6	1,2
Business trips	1,7	1,2
Other trips	2,2	1,6

The occupancy values will be updated as a result of the mentioned current work on national traffic model update.

Vehicle occupancy for HGV category (alternatively, commercial vehicles, trucks and trucks with trailers when CBA is performed for more than the proposed two main vehicles categories) will be assumed as equal to 1. In case of absence of reliable data, occupancy of buses (only considered if CBA is performed for more than the two main vehicles categories) will be assumed as equal to 30 on non-urban roads and urban roads with public transport.

For investments using network/buffer approach, time costs of users are calculated on the basis of transport work obtained directly from the model in vehicle hours (transformed in passengers-hours considering the occupancy values above) for W0 and Wn. The calculation formula is presented in the Table below.

**Tabela 17. Wzór na obliczanie kosztów czasu podróży dla projektów dla których praca przewozowa liczona jest w oparciu o sieć/bufor**

$K^C = 365 \cdot \sum_{i=1}^4 k_{ci} \cdot W_i^h$	
gdzie:	
$K^C$	– roczne koszty czasu użytkowników w PLN ,
$i$	– liczba kategorii użytkowników o różnej jednostkowej wartości czasu ,
$k_{ci}$	– jednostkowe koszty czasu „i” w PLN/godz.,
$W_i^h$	– praca przewozowa kategorii użytkowników „i” w pasażerogodzinach/dobę.

**Źródło:** opracowanie własne.

W przypadku braku danych o podziale na motywacje podróży dla użytkowników pojazdów osobowych, należy określić je na podstawie danych z badań ankietowych (jeśli takie badania były prowadzone w trakcie ostatniego GPR) lub z pomiarów wcześniejszych lub innych (np. z KBR (Kompleksowego Badania Ruchu) wykonywanych w miastach. Jedynie w przypadku braku takich danych należy przyjąć w AKK wielkości podane w poniższej tabeli.

**Tabela 18. Udział motywacji podróży użytkowników pojazdów osobowych i autobusów na różnych kategoriach dróg**

**Pojazdy osobowe i autobusy, drogi zamiejskie**

Kategoria drogi	Motywacje podróży		
	Dom-praca-dom	Służbowe	Inne
Krajowe	15%	25%	60%
Wojewódzkie	32%	21%	47%

**Źródło:** opracowanie własne w oparciu o dostępne dane i porównanie z innymi projektami.

**Table 17. Formula for calculating travel time costs for projects for which buffer/network traffic flows are considered**

$K^C = 365 \cdot \sum_{i=1}^4 k_{ci} \cdot W_i^h$	
where:	
$K^C$	– annual cost of passengers’ and drivers’ travel time in PLN,
$i$	– number of user categories with different unit values of time,
$k_{ci}$	– unit cost of time “i” in PLN/h,
$W_i^h$	– transport work of user categories “i” in passenger-hours/day.

**Source:** proprietary work.

In case of project missing data on the travel motivations share for passenger cars users, this share should be taken from survey traffic measurements (if surveys were carried within last GPR) or from earlier measurements or others (e.g. from KBRs (Comprehensive Traffic Surveys for urban areas, *Kompleksowego Badania Ruchu*)). Only if there is no such data, the proposed travel motivation shares below distinguishing urban and non-urban areas should be applied in the CBA.

**Table 18. Share of travel motivations of passenger cars and buses on different categories of roads**

**Passenger cars and buses on non-urban roads**

Road Category	Travel motivation		
	Home-work-home	Business	Other
National	15%	25%	60%
Voivodship	32%	21%	47%

**Source:** proprietary work based on projects’ available data

### Pojazdy osobowe, drogi miejskie

Kategoria drogi	Motywacje podróży		
	Dom-praca-dom	Służbowe	Inne
Wszystkie kategorie dróg	35%	10%	55%

Źródło: opracowanie własne w oparciu o dostępne dane i porównanie z innymi projektami.

### Obszar miejski dla autobusów

Kategoria drogi	Motywacje podróży		
	Dom-praca-dom	Służbowe	Inne
Wszystkie kategorie dróg	35%	5%	60%

Źródło: opracowanie własne w oparciu o dostępne dane i porównanie z innymi projektami.

W przypadku analizy metodą odcinkową podstawą obliczenia pracy przewozowej (w pasażerogodzinach) jest oszacowanie prędkości podróży na analizowanym odcinku, natomiast w metodzie modelowej/buforowej prędkości te są już uwzględnione w modelu. W tym celu wskazane jest wykorzystanie tabel prędkości zawartych w Przewodniku do AKK (będzie opublikowany przez GDDKiA w 2015), zastępującym dotychczas stosowaną Instrukcję IBDiM z 2008 r. Obliczenie kosztów czasu użytkowników należy wykonać dla wariantu bezinwestycyjnego oraz wszystkich wariantów inwestycyjnych wyselekcjonowanych do analizy kosztów i korzyści.

Sposób obliczania kosztów czasu użytkowników w przypadku inwestycji analizowanych odcinkowo przedstawiono w tabeli poniżej.

### Passenger cars on urban roads

Road Category	Travel motivation		
	Home-work-home	Business	Other
All	35%	10%	55%

Source: proprietary work based on projects' available data and benchmarking.

### Buses on urban roads

Road Category	Travel motivation		
	Home-work-home	Business	Other
All	35%	5%	60%

Source: proprietary work based on projects' available data and benchmarking.

In order to calculate the transport work (passengers-hours) it is necessary to estimate the driving speeds on the analysed section (which are already included in the models for network/buffer analysis) and need to be estimated when using section method. For this purpose, tables with section speeds included in the *GDDKiA CBA instruction (to be published in 2015) substituting IBDiM instruction dated 2008*, should be used. The costs of passengers' and drivers' time should be calculated for the "without-the-project" option and for all project investment options selected for the present CBA.

The table below presents the method for calculating costs of users' time for investments analysed using the section approach.

Tabela 19. Wzór na obliczanie kosztów czasu podróży dla projektów analizowanych odcinkowo

	$K_c = 365 \cdot L \cdot \sum_{i=1}^4 \frac{SDR_i \cdot p_i \cdot k_{ci} \cdot u_i}{V_i^{pdr}}$
lub	
	$K_c = 365 \cdot \sum_{i=1}^4 W_i^h \cdot p_i \cdot u_i \cdot k_{ci}$
gdzie:	
$K_c$	– roczne koszty czasu użytkowników, w PLN,
$SDR_i$	– średnioroczne dobowe natężenie ruchu dla kategorii użytkowników pojazdów „i” (np. LV and HGV), 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/god.,
$p_i$	– 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/h ,
$W_i^h$	– praca przewozowa dla poszczególnych kategorii pojazdów i użytkowników, w pojazdgodzinach.

Źródło: opracowanie własne.

Uwaga: w miastach należy zwrócić uwagę na rozróżnienie korzyści w godzinach szczytu i poza szczytem.

Table 19. Formula for calculating costs of travel time for projects analysed using the section approach

	$K_c = 365 \cdot L \cdot \sum_{i=1}^4 \frac{SDR_i \cdot p_i \cdot k_{ci} \cdot u_i}{V_i^{pdr}}$
or	
	$K_c = 365 \cdot \sum_{i=1}^4 W_i^h \cdot p_i \cdot u_i \cdot k_{ci}$
where:	
$K_c$	– annual costs of vehicles users' travel time in PLN,
$SDR_i$	– annual average daily traffic by vehicle users category (AADT) “i” (e.g. LV and HGV)”, in vehicles/day,
$L$	– length of a road section in km,
$i$	– number of user categories with different unit values of time (business, commuting, other, freight),
$k_{c,i}$	– unit time costs “i” in PLN/h,
$p_i$	– vehicle occupancy values,
$u_i$	– share of motivation “i” in trips of passenger car users,
$V_i^{pdr}$	– travelling speed on the analysed section of road, in km/h,
$W_i^h$	– transport work of individual categories of vehicles and users motivations, in vehicle hours.

Source: proprietary work.

NB: In case of cities, adequate attention should be given to differentiation of the benefits during peak and non peak hours.



### 2.1.3 Koszty wypadków drogowych

Koszty wypadków drogowych dla obu wariantów (Wn i W0) to koszty, jakie ponoszą wszyscy użytkownicy pojazdów w wyniku zdarzeń drogowych na drogach będących przedmiotem analizy jak również na tych, na których nastąpi zmiana wypadkowości wynikająca z realizacji analizowanej inwestycji.

Koszty wypadków w każdym wariantcie 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).

Koszty wypadków są kosztami ekonomicznymi wolnymi od wszelkich finansowych przepływów pieniężnych związanych z transferami w sektorze publicznym i prywatnym. Koszty ujęte w analizie dotyczą poniższych aspektów: spadek produktywności, koszty administracyjne i sądowe, straty materialne, koszty pracodawców, koszty hospitalizacji, koszty pogrzebowe, koszty rekompensat. Niematerialne koszty związane z bólem i cierpieniem ludzkim nie są ujęte.

Korzyści ekonomiczne wynikające z oszczędności w kosztach wypadków (w rezultacie działań poprawiających BRD) wyliczane są jako różnica w łącznych kosztach skutków wypadków pomiędzy wariantem bezinwestycyjnym i inwestycyjnym.

### 2.1.3 Costs of accidents

The costs of road accidents for all analysed options (Wn and W0) include the costs incurred by all vehicle occupants and related vehicle damages resulting from any accident on roads under analysis, including those roads outside the project where the number of accidents changes as a result of the analysed project.

The costs of accidents under each scenario distinguish:

- costs of fatalities in road accidents,
- costs of injured in road accidents,
- costs of seriously injured in road accidents, and
- material damage costs (incurred in accidents involving injuries and/or fatalities).

The costs of accidents are the economic costs free from any financial flows related to transfers in the public and private sectors. The costs considered in the analysis include the following aspects: loss of productivity; administrative and court costs; material losses; employers' losses; costs of hospitalization; funeral costs and compensations. The intangible costs of pain and human suffering are not included.

Economic benefits of accident savings (resulting from road safety conditions improvements) are calculated as the difference between the total cost of accident consequences in the "without-the-project" option and the "with-the-project" option.

Tabela 20. Wzór na obliczanie kosztów wypadków

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

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  $n=25$ ).

Źródło: opracowanie własne.

W załączniku F przedstawione są dwie uproszczone metody wyliczania kosztów wypadków wraz z ich metodyką wyliczania. **Obie metody powinny być stosowane wyłącznie dla celów AKK dla dróg zamiejskich<sup>5</sup>**, ciągów drogowych jedno- i dwujezdniowych o długości ok. 10 km lub większej oraz obwodnic.

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.

W pierwszej metodzie wykorzystana została metodyka oparta o prawdopodobieństwo

<sup>5</sup> Jeżeli fragmenty inwestycji zamiejskiej lub odcinki modelu sieci/bufora znajdują się w obszarze miejskim, to wskaźniki wypadkowości należy przyjmować jak dla obszaru zabudowanego.

<sup>5</sup> If any sections of the non-urban investment or the model/ buffer network is located in the urban areas, the accident factors should be taken as for the built-up area.

Table 20. Formula for calculating accident costs

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

where:

- $K_W$  – costs of road accidents, injured and fatalities incurred over the whole analysis period, in PLN,  
 $k_{zt}$  – unit costs of fatalities in the year, in PLN,  
 $k_{rt}$  – unit costs of injured in the year, in PLN,  
 $k_{crt}$  – unit costs of seriously injured in the year, in PLN,  
 $k_{mt}$  – unit cost of material losses in the year, in PLN,  
 $a_{zt}$  – number of fatalities in the year,  
 $a_{rt}$  – number of injured in the year,  
 $a_{crt}$  – number of seriously injured in the year,  
 $a_{mt}$  – number of traffic accidents with material damage in the year,  
 $t$  – number of the year of the analysis period (being  $n=25$ ).

Source: proprietary work.

Two simplified methods for accident costs calculation are proposed and their respective calculation method described in Appendix F. **Both methods should be used only for CBA purposes for non-urban roads<sup>5</sup>**, single and dual carriageways of a length of about 10 km or more and by-passes.

Both methods are based on the national Road Safety indicators forecasting method (RS indicators method) developed under the GDDKiA-commissioned research project carried out by a consortium of the Foundation for Development of Civil Engineering in Gdansk, Gdansk University of Technology and Cracow University of Technology.

The first proposed method is based on calculation of probability parameters (i.e. accidents per veh-km) and accident severity factors per type of event (fatalities,

wystąpienia 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, przygotowane na podstawie metody wskaźników BRD (opisanej poniżej) oraz wskaźniki dotkliwości wypadków wyliczone w oparciu o wyniki najnowszych badań.

Druga metoda (wskaźników BRD) jest uproszczeniem wspomnianej powyżej metody przedstawionej w pracy badawczej wykonanej na zlecenie GDDKiA. w metodzie tej wprowadzono pojęcie miar BRD, które są miarami wielkości strat społecznych (liczba wypadków, liczba rannych, liczba ciężko rannych, liczba ofiar śmiertelnych). Szczegóły dotyczące tej metody oraz uproszczone tabele ze współczynnikami dla tej metody znajdują się w załączniku F

Wszystkie jednostkowe koszty ekonomiczne wypadków, 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.

#### 2.1.4 Koszty zanieczyszczenia powietrza

Koszty zanieczyszczenia powietrza dla wszystkich wariantów (W0 i Wn) to łączne koszty generowane przez wszystkich użytkowników pojazdów poruszających się po drogach będących przedmiotem analizy. Na koszty zanieczyszczenia powietrza składają się koszty związane z oddziaływaniem transportu na środowisko naturalne, obejmujące:

- przede wszystkim ujemny wpływ na zdrowie ludzkie (schorzenia układu sercowo-naczyniowego oraz układu oddechowego),
- straty materialne (uszkodzenia budynków i obiektów),
- szkody środowiskowe (negatywny wpływ na bioróżnorodność i ekosystemy).

Do najistotniejszych zanieczyszczeń powietrza związanych z transportem zalicza się pyły (PM10, PM2.5), tlenki azotu (NOx), dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>), lotne związki organiczne (VOC) oraz ozon (O<sub>3</sub>) jako zanieczyszczenie pośrednie. Gazy cieplarniane (GHG) nie są uwzględniane w grupie kosztów związanych z zanieczyszczeniami powietrza, gdyż nie mają właściwości toksycznych. Wszystkie natomiast zostały uwzględnione w kosztach związanych ze zmianami klimatu opisanymi poniżej.

injured, seriously injured), all depending on the type of road. Annex F describes the method application and presents (i) the tables with Relative Accident Indicators (RAI) , they were obtained based on RS indicators method (see below); and (ii) accident severity factors obtained based on the latest research results.

The second method (RS indicators), is a direct simplification of the Road Safety indicators forecasting method developed under the GDDKiA commissioned research referred above. In this method, the concept of RS indicators was introduced which refers to the social losses (the number of accidents, the number of injured, the number of seriously injured, the number of fatalities). Details of the method and simplified tables with the respective indicators for calculations are also included in Annex F.

All individual economic unit costs of accidents (injured, seriously injured, fatalities and material losses) are given in Appendix a - Economic and financial unit costs. The forecasted evolution of these unit costs is also presented in this Appendix.

#### 2.1.4 Air pollution costs

The air pollution costs for all scenarios (without-the-project scenario W0 and project investment option Wn) are represented by the total costs generated by all users driving on the analysed roads. Costs of air pollution are made up by costs related to the effects of transport on the natural environment, including:

- mainly, negative influence on human health (cardiovascular and respiratory diseases caused by air pollutants),
- material losses (building and material damages),
- environmental damages (impacts on biodiversity and ecosystems).

The most important transport-related air pollutants are: particulate matter (PM10, PM2.5), nitrogen oxide (NOx), sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>), volatile organic compounds (VOC) and Ozone (O<sub>3</sub>) as an indirect pollutant. Greenhouse gases (GHG) are not included in the air pollution costs since they do not have any direct toxic effects. They are covered by the climate change cost category detailed below.

Costs of air pollution are calculated based on economic unit costs of air pollution,

Podstawą obliczenia kosztów zanieczyszczenia powietrza są jednostkowe koszty ekonomiczne zanieczyszczenia powietrza, które zależą od prędkości i kategorii pojazdów jak również ukształtowania terenu, lokalizacji (droga miejska lub zamiejska) oraz stanu technicznego drogi. Jednostkowe koszty ekonomiczne zanieczyszczenia powietrza (w podziale na LV i HGV) są podane w załączniku a – Jednostkowe koszty finansowe i ekonomiczne, wyliczone w oparciu o metodę oceny emisji podaną w Przewodniku do AKK (będzie opublikowany przez GDDKiA w 2015), zastępującym dotychczas stosowaną Instrukcję IBDiM z 2008 r.

Koszty te podlegają indeksacji. Zmienność kosztów jednostkowych zanieczyszczenia powietrza w czasie przedstawiono w załączniku A.

Koszty ekonomiczne zanieczyszczenia powietrza oblicza się z uwzględnieniem poszczególnych kategorii pojazdów, oddzielnie dla każdego wariantu i każdego roku analizy ekonomicznej.

Dla inwestycji analizowanych odcinkowo, koszty zanieczyszczenia powietrza oblicza się na podstawie prędkości przejazdu na analizowanym odcinku drogi. Prędkość można oszacować na podstawie tabel prędkości zawartych w Przewodniku do AKK (będzie wkrótce opublikowany przez GDDKiA), zastępującym dotychczas stosowaną Instrukcję IBDiM z 2008 r.

W przypadku analizy wykonanej metodą sieciową/buforową obliczenia kosztów zanieczyszczenia powietrza wykonuje się na podstawie pracy przewozowej obliczonej z modelu ruchu przedstawionej w podziale na zakresy prędkości. Tabela poniżej prezentuje sposób obliczania kosztów zanieczyszczenia powietrza dla obu powyższych przypadków.

which depend on speed, vehicle category, as well as on the condition, slope and location (urban or non-urban area) of the road. Economic unit costs of air pollution (distinguishing LV and HGV) are presented in Appendix a – Financial and Economic Unit Costs, based on the emissions evaluation method from the GDDKiA CBA instruction (to be published in 2015) substituting IBDiM instruction dated 2008.

These costs are subject to indexation. The unit cost evolution over time is also presented in this Appendix A.

Economic costs of air pollution are calculated for individual categories of vehicles, which ought to be determined separately for each of the options, and separately for each year of economic analysis.

In case of projects using section approach, the air pollution costs are calculated depending on the users' speeds on the analysed road section. Speeds can be evaluated on the basis of the speeds tables included in the GDDKiA CBA instruction (to be published soon) substituting IBDiM instruction dated 2008.

In case of using network/buffer analysis, the calculation of the air pollution costs should be performed on the basis of quantity of transport work obtained from the traffic model disaggregated per speed ranges. The Table below presents the air pollution costs calculation formula for both above mentioned cases.

**Tabela 21. Wzory do obliczania kosztów zanieczyszczeń powietrza**

	$K_Z = 365 \cdot L \cdot \sum_{j=1}^2 k_{s,j}(V_{pdr,j}, T, S) \cdot SDR_j$
lub	
	$K_Z = 365 \cdot \sum_{j=1}^2 k_{s,j}(V_{pdr,j}, T, S) \cdot W_j^{km}$
gdzie:	
$K_Z$	– roczne koszty zanieczyszczeń powietrza przez pojazdy samochodowe, w PLN,
$j$	– liczba kategorii pojazdów,
$k_{s,j}(V_{pdr,j}, T, S)$	– jednostkowe koszty zanieczyszczeń powietrza dla kategorii pojazdów samochodowych „j” w funkcji prędkości podróży $V_{pdr,j}$ , ukształtowania terenu $T$ i stanu technicznego nawierzchni $S$ , w PLN/poj-km,
$SDR_j$	– średnioroczne dobowe natężenie ruchu dla kategorii pojazdów „j”, w pojazdach/dobę,
$L$	– długość odcinka drogi, w km,
$W_j^{km}$	– praca przewozowa dla pojazdów kategorii „j” w zależności od długości odcinka drogi oraz przedziału prędkości $V_{pdr,j}$ , w pojazdokilometrach/dobę.

Źródło: opracowanie własne.

### 2.1.5 Koszty zmian klimatu

Koszty zmian klimatu, wpływu emisji gazów cieplarnianych (GHG) dla wszystkich wariantów (W0 i Wn) to łączne koszty generowane przez wszystkich użytkowników pojazdów poruszających się po drogach będących przedmiotem analizy.

Na koszty zmian klimatu (wyrażonych jako ekwiwalent CO<sub>2</sub>) składa się całkowita ekwiwalentna emisja CO<sub>2</sub> pomnożona przez koszt jednostkowy.

Ponieważ szkody wywołane przez globalne ocieplenie mają charakter globalny, nie ma znaczenia jakie jest źródło gazów cieplarnianych oraz gdzie w Europie dochodzi do ich emisji. z tego względu we wszystkich krajach stosuje się takie same współczynniki kosztowe. Zostały one również uwzględnione przy wyliczaniu poszczególnych kosztów ekonomicznych emisji gazów cieplarnianych emitowanych przez polską flotę pojazdów.

**Table 21. Formulas for the calculation of air pollution costs**

	$K_Z = 365 \cdot L \cdot \sum_{j=1}^2 k_{s,j}(V_{pdr,j}, T, S) \cdot SDR_j$
or	
	$K_Z = 365 \cdot \sum_{j=1}^2 k_{s,j}(V_{pdr,j}, T, S) \cdot W_j^{km}$
where:	
$K_Z$	– annual air pollution costs, in PLN,
$j$	– number of categories of vehicles,
$k_{s,j}(V_{pdr,j}, T, S)$	– unit costs of the air pollution of vehicles category “j” in the function of travel speed $V_{pdr,j}$ , slope of terrain $T$ and technical condition of pavement $S$ , in PLN/veh-km,
$SDR_j$	– average daily traffic of vehicles category “j”, in vehicles/day (AADT),
$L$	– length of road section, in km,
$W_j^{km}$	– transport work depending on the road section length, vehicle category “j” and speed range $V_{pdr,j}$ , in vehicles-kilometres/day.

Source: proprietary work.

### 2.1.5 Climate change costs

The cost of climate change impact of greenhouse gas (GHG) emissions for both scenarios (without-the-project scenario W0 and project investment option/s Wn) is the total cost generated by all users driving on the analysed roads.

Costs of greenhouse gas emissions (expressed as CO<sub>2</sub> equivalent) consist of the product of the total equivalent amount of CO<sub>2</sub> emitted multiplied by its unit cost.

Due to the global effect of the damage caused by global warming, there is no difference how and where in Europe the emissions of greenhouse gases take place. For this reason, the same unit costs are applied in all countries and these were considered in calculating the unit economic costs for the GHG emissions produced by the Polish fleet.

Zaproponowana metodyka jest zgodna z metodyką Kalkulacji Śladu Węglowego stosowaną przez EBI, która polega na szacowaniu konsekwencji wynikających z fazy eksploatacyjnej projektu (ruch pojazdów na drodze).

Jednostkowe koszty emisji gazów cieplarnianych, tj. ekwiwalentnej emisji CO<sub>2</sub>, bazujące na współczynnikach emisji zanieczyszczeń powietrza są zależne od zużycia paliwa, a tym samym od prędkości i kategorii pojazdów, a także od stanu nawierzchni i ukształtowania terenu drogi, pomnożone przez koszt jednostkowy CO<sub>2</sub>. Te współczynniki emisji oraz ekonomiczne jednostkowe (ukryte) koszty CO<sub>2e</sub> są podane w załączniku A, Jednostkowe koszty finansowe i ekonomiczne, w oparciu o Przewodnik do AKK (będzie wkrótce opublikowany przez GDDKiA), zastępujący dotychczas stosowaną Instrukcję IBDiM z 2008 r. Koszty te podlegają indeksacji. Zmienność kosztów jednostkowych w czasie jest przedstawiona w załączniku A.

Sposób wyliczania tych kosztów jest taki sam jak wyliczania kosztów zanieczyszczenia powietrza, zarówno dla analizy odcinkowej jak i analizy wykonanej metodą sieciową/buforową (w tym przypadku, odpowiedni współczynnik emisji – w tCO<sub>2e</sub>/pojk – pomnożona przez koszt jednostkowy CO<sub>2e</sub> w PLN/ tCO<sub>2e</sub> –) podany w załączniku A, oraz zgodnie z poniższymi wzorami. Bezpośrednio sama wielkość emisji gazów cieplarnianych może być również przedstawiona (tj. wynik poprzednich obliczeń przed uwzględnieniem kosztów jednostkowych CO<sub>2e</sub>).

The proposed calculation method follows the approach described in the EIB Carbon Footprint Methodology where emissions impact assessment refers mainly to those emissions that are the consequence of the project operation phase (traffic running on the road).

Economic unit costs of greenhouse gas emission, i.e. of CO<sub>2</sub> equivalent, are based on emission factors which depend on fuel consumption, and therefore on the speed, on the vehicle category as well as on the pavement condition and geometry of the road; multiplied by a unit cost of CO<sub>2</sub>. These emission factors and the economic (“shadow”) unit cost of CO<sub>2e</sub> are presented in Appendix a – Financial and Economic Unit Costs, based on the GDDKiA CBA instruction (to be published soon) substituting IBDiM instruction dated 2008.

These costs are subject to indexation. The calculation of the forecasted unit costs over the reference period is presented in Appendix A.

The calculation approach will be the same as for air pollution costs for both section and network/buffer analysis considering the respective economic unit cost (in this case, composed by the respective emission factor –in tCO<sub>2e</sub>/vehkm– multiplied by the CO<sub>2e</sub> shadow unit cost –in PLN/ tCO<sub>2e</sub>–) provided in Appendix a climate change section, and following the formulas below. The respective volume of GHG emissions might also be presented (i.e. result of the previous calculation before considering the unit economic cost of CO<sub>2e</sub>).

Tabela 22. Wzory do obliczania kosztów zmian klimatu

	$K_{ZK} = 365 \cdot L \cdot \sum_{j=1}^2 k_{zk,j}(V_{pdrt,j}, T, S) \cdot SDR_j$
lub	
	$K_{ZK} = 365 \cdot \sum_{j=1}^2 k_{zk,j}(V_{pdrt,j}, T, S) \cdot W_j^{km}$
gdzie:	
$K_{ZK}$	– roczne koszty zmian klimatu spowodowanych przez pojazdy samochodowe, w PLN,
$j$	– liczba kategorii pojazdów,
$k_{zk,j}(V_{pdrt,j}, T, S)$	– jednostkowe koszty zmian klimatu dla kategorii pojazdów samochodowych „j” w funkcji prędkości podróży $V_{pdrt,j}$ , ukształtowania terenu $T$ i stanu technicznego nawierzchni $S$ , w PLN/poj-km,
$SDR_j$	– średnioroczne dobowe natężenie ruchu dla kategorii pojazdów „j”, w pojazdach/dobę,
$L$	– długość odcinka drogi w km,
$W_j^{km}$	– praca przewozowa dla pojazdów kategorii „j” w zależności od długości odcinka drogi oraz przedziału prędkości $V_{pdrt,j}$ , w pojazdokilometrach/dobę.

Źródło: opracowanie własne.

### 2.1.6 Koszty hałasu

Hałas jest definiowany jako niechciane/niepożądane dźwięki o nadmiernym natężeniu, częstotliwości lub innym negatywnym oddziaływaniu lub inną cechą wywołującym u odbiorcy szkodliwe skutki fizyczne lub psychiczne.

Hałas o natężeniu powyżej 85 dB może wywołać trwałe osłabienie i ubytek słuchu. Natomiast niższy poziom (powyżej 60 dB) może wpływać negatywnie na psychikę, być źródłem stresu, nerwowych reakcji, przyspieszonego tętna, zwiększonego ciśnienia krwi, zmian hormonalnych itd., a trwałe zmiany i uszkodzenia mogą wystąpić w wyniku dłuższej ekspozycji.

Table 22. Formulas for the calculation of climate change costs

	$K_{ZK} = 365 \cdot L \cdot \sum_{j=1}^2 k_{zk,j}(V_{pdrt,j}, T, S) \cdot SDR_j$
or	
	$K_{ZK} = 365 \cdot \sum_{j=1}^2 k_{zk,j}(V_{pdrt,j}, T, S) \cdot W_j^{km}$
where:	
$K_{ZK}$	– annual climate change costs caused by vehicles, in PLN,
$j$	– number of categories of vehicles,
$k_{zk,j}(V_{pdrt,j}, T, S)$	– unit costs of the climate change of vehicles category “j” in the function of travel speed $V_{pdrt,j}$ , slope of terrain $T$ and technical condition of pavement $S$ , in PLN/veh-km,
$SDR_j$	– average daily traffic of vehicles category “j”, in vehicles/day (AADT),
$L$	– length of road section, in km,
$W_j^{km}$	– transport work depending on the road section length, vehicle category “j” and speed range $V_{pdrt,j}$ , in vehicles-kilometres/day.

Source: proprietary work.

### 2.1.6 Noise costs

Noise can be defined as the unwanted sound or sounds of duration, intensity or other quality that causes physical or psychological harm to humans.

Hearing damage may be caused by noise levels higher than 85 dB(A), whilst lower levels (above 60 dB) may have negative mental impact, cause stress, nervous reactions, increased heart rate, increased blood pressure and hormonal changes, etc. Finally, damage occurs particularly when exposure to noise is continued over a long period of time.

The calculation of noise impact costs should be performed in all projects in urban

Obliczenie kosztów wpływu nadmiernego hałasu powinno być przeprowadzone dla wszystkich projektów zlokalizowanych w obszarach miejskich lub dla obszarów o wysokiej gęstości zaludnienia osób potencjalnie narażonych oraz w przypadkach, gdzie takie oddziaływania są uznane za istotne. Niniejszy podręcznik przedstawia dwie metody obliczeń.

Pierwsza metoda jest oparta o tzw. krańcowe koszty wpływu hałasu. Te koszty jednostkowe są silnie zróżnicowane w zależności od ruchu, lokalnych warunków (obszar miejski/ zamiejski) i pory dnia. Ponadto uzgodniono, że wartości z opracowania CE/INFRAS/ISI (2008a), zaktualizowane na podstawie raportu "Update of the handbook on External Costs of Transport", DG MOVE, 2014, można uznać za średnie dla UE i można je uogólnić na wszystkie elementy sieci drogowej w Europie. w oparciu o powyższe dane przyjęto koszty jednostkowe dla Polski, i oszacowano dla roku 2014. Te ekonomiczne koszty jednostkowe znajdują się w załączniku A, jednostkowe koszty ekonomiczne i finansowe. Ponieważ jednostkowe koszty krańcowe wyrażone są w PLN/poj-km, należy zwrócić uwagę na korzystanie z tych samych formuł obliczeniowych, jakie były stosowane przy wcześniej opisanych kategoriach kosztów środowiskowych tak, aby koszty jednostkowe hałasu były również wyrażone w tych jednostkach (patrz formuły poniżej). Koszty ekonomiczne hałasu oblicza się z uwzględnieniem poszczególnych kategorii pojazdów, oddzielnie dla każdego wariantu i każdego roku analizy ekonomicznej.

areas or with a high density of people exposed and/or in all those projects where noise impact is considered relevant. The present manual proposes two methods of calculation.

The first method proposed is based on the marginal cost of noise impact. These unit values are highly differentiated according to different traffic situations, local conditions (urban/non-urban) and time of the day. Additionally, it is stated that since values from CE/INFRAS/ISI (2008a), updates of these values in "Update of the handbook on External Costs of Transport", DG MOVE, 2014, can be regarded as EU average values, they can be generalized to all route segments throughout Europe. Based on the above data, unit cost has been proposed for Poland and estimated for 2014. These economic unit costs are included in Appendix a – Financial and economic unit costs. As these marginal unit costs are expressed in PLN/vehkm, same calculations approach as presented in the previous environmental economic costs categories should be applied considering the respective noise unit costs (see formulas below). Economic costs of noise are calculated for individual categories of vehicles, which ought to be determined separately for each of the options, and separately for each year of economic analysis.



Tabela 23. Wzory do obliczania kosztów hałasu

	$K_H = 365 \cdot L \cdot \sum_{j=1}^2 k_{h,j}(Z) \cdot SDR_j$
lub	
	$K_H = 365 \cdot \sum_{j=1}^2 k_{h,j}(Z) \cdot W_j^{km}$
gdzie:	
$K_H$	– roczne koszty hałasu emitowanego przez pojazdy samochodowe, w PLN,
$j$	– liczba kategorii pojazdów,
$k_{h,j}(Z)$	– jednostkowe koszty hałasu wg. kategorii pojazdów samochodowych „j”, w obszarze Z, (miejski/ zamiejski), w PLN/poj-km,
$SDR_j$	– średnioroczne dobowe natężenie ruchu dla kategorii pojazdów „j”, w pojazdach/dobę,
$L$	– długość odcinka drogi, w km,
$W_j^{km}$	– praca przewozowa dla pojazdów kategorii „j” w zależności od długości odcinka drogi, w pojazdokilometrach/dobę.

Źródło: opracowanie własne.

Zmienność kosztów jednostkowych hałasu w czasie jest przedstawiona w załączniku A.

Druga metoda oparta jest o tzw. średnie koszty hałasu. Jest to metoda dwuetapowa:

(i) Oszacowanie dla  $W_0$  i  $W_n$  liczby osób narażonych na ponadnormatywny hałas drogowy w rozbiciu na poszczególne grupy pojazdów. Szacunki można przeprowadzić w oparciu o mapy hałasu (jeżeli dostępne) i odpowiednie izofony dla różnych przedziałów 55-59 dB(A), 60-64 dB(A), 65-69 dB(A), 70-74 dB(A) oraz powyżej 75 dB(A). Dla obszarów poniżej 55 dB(A) zakłada się brak negatywnych efektów. Po ustaleniu liczby osób narażonych na poszczególne poziomy hałasu, należy zastosować współczynnik pozwalający obliczyć liczbę osób, których problem hałasu faktycznie dotyczy (patrz załącznik a odnośnie rekomendowanych wartości).

(ii) Określenie całkowitych kosztów poprzez przemnożenie liczby osób narażonych na ponadnormatywny hałas przez odpowiadające poszczególnym przedziałom koszty jednostkowe w oparciu o CE/INFRAS/ISI (2008a); podano je w Załączniku a –

Table 23. Formulas for the calculation of noise costs

	$K_H = 365 \cdot L \cdot \sum_{j=1}^2 k_{h,j}(Z) \cdot SDR_j$
or	
	$K_H = 365 \cdot \sum_{j=1}^2 k_{h,j}(Z) \cdot W_j^{km}$
where:	
$K_H$	– annual noise costs, in PLN,
$j$	– number of categories of vehicles,
$k_{h,j}(Z)$	– unit costs of noise of vehicles category “j” in area z (urban/non-urban), in PLN/veh-km,
$SDR_j$	– average daily traffic of vehicles category “j”, in vehicles/day (AADT),
$L$	– length of road section, in km,
$W_j^{km}$	– transport work depending on the road section length and vehicle category “j”, in vehicles-kilometres/day.

Source: proprietary work.

The noise unit costs evolution over time is described in Appendix A.

The second method proposed consists on using the average noise cost. This method consists of the following stages:

(i) Estimation for  $W_0$  and  $W_n$  of the number of people affected by noise per vehicle category. According to the noise map data (if available), the following noise classes are distinguished for calculation of the total noise costs: 55-59 dB(A), 60-64 dB(A), 65-69 dB(A), 70-74 dB(A) and more than 75 dB(A). For noise levels below 55 dB(A) it is assumed that there are no adverse effects on annoyance and health. Once the total number of people exposed under the different noise level areas is obtained, a factor must be applied to establish the number of actually affected people in the total exposed population (see Appendix a for recommended values).

(ii) Estimation of total noise costs by multiplying the number of people affected by the noise costs per person exposed; the proposed cost factors to be used are the

Finansowe i ekonomiczne koszty jednostkowe.

Powyższe obliczenia przeprowadza się w oparciu o mapy akustyczne (jeżeli dostępne) dla prognozy pierwszego roku po oddaniu projektu do użytkowania. Dla okresu referencyjnego należy uwzględnić (i) przewidywane zmiany demograficzne oraz (ii) dostępne prognozy lub mapy przyszłych oddziaływań hałasu. w przypadku lat, dla których brak jest danych, należy zastosować interpolację liniową.

Powyższe koszty jednostkowe wraz z odpowiednią prognozą czasową zostały uwzględnione w załączniku a – Finansowe i ekonomiczne koszty jednostkowe.

### 2.1.7 Koszty eksploatacji i utrzymania infrastruktury

W celu uzyskania kosztów ekonomicznych utrzymania i eksploatacji infrastruktury należy wykorzystać koszty zestawione w rozdziale 1.9, a następnie dokonać korekty tych kosztów (patrz rozdział 2.3.1. poniżej).

## 2.2 Założenia i parametry analizy ekonomicznej

W celu prawidłowego przeprowadzenia analizy społeczno-ekonomicznej należy przyjąć kilka kluczowych założeń dla projektu (tabela 24), które należy opisać w przejrzysty sposób.

Dla całego analizowanego okresu należy zastosować jedną społeczną stopę dyskontową, zależną od krajowych warunków makroekonomicznych.

ones based on “Update of the handbook on External Costs of Transport”, DG MOVE, 2014, and included in Appendix a – Financial and Economic Unit Costs.

The exercise described above will be done for the year the project enters into service based on the forecasted noise maps (if available). The estimation for the reference period will need to consider: (i) forecasted growth of exposed population; and (ii) available forecasts or maps of future noise levels, using linear interpolation for the years when the respective data is not presented.

The above referred unit costs, its respective forecast over time and factors are presented in Appendix a – Financial and Economic Unit Costs.

### 2.1.7 Costs of infrastructure operation and maintenance

In order to estimate the economic costs of road infrastructure operation and maintenance (O&M costs), use the unit costs and approach presented in unit 1.9, and then correct these costs using the Conversion Factor (see chapter 2.3.1 below).

## 2.2 Economic analysis - assumptions and parameters

In order to perform a correct socio-economic analysis of a project, several key assumptions have to be determined (table 24) and clearly presented.

It is necessary that for the entire reference period a single social discount rate depending on the national macroeconomic conditions is used.

**Tabela 24. Wymagane założenia dla analizy społeczno-ekonomicznej**

- Okres odniesienia 25 lat, w tym okres realizacji projektu,
- Społeczna stopa dyskontowa (rekomenduje się 4,5 %) <sup>6</sup>,
- Stałe ceny – bez inflacji, stosowane przez cały okres analizy,
- Rok bazowy analizy,
- Przeliczniki z cen rynkowych na ceny rozrachunkowe (ukryte) (patrz rozdział 2.3.1),
- Ekonomiczna wartość rezydualna projektu inwestycyjnego na koniec okresu analizy (patrz rozdział 1.11),
- Kurs wymiany walut zastosowany w AKK i aplikacji unijnej.

*Źródło: opracowanie własne.*

## 2.3 Etapy analizy społeczno-ekonomicznej

### 2.3.1 Z cen rynkowych na ceny rozrachunkowe

Ceny rynkowe nie są odpowiednie, gdy celem jest ocena wkładu projektu do korzyści społecznych. w tym celu, wszystkie ceny rynkowe należy przekształcić na ceny rozrachunkowe (z ang. "shadow prices") które lepiej odwzorowują korzyści społeczne. Przekształcenie cen rynkowych w rozrachunkowe (ukryte) odbywa się w trzech

<sup>6</sup> Zgodnie z Rozporządzeniem Wykonawczym (EU) 2015/207 z 20 stycznia 2015, Aneks III, p. 2.3.1.4, oraz w oparciu o opracowanie pt. "Applied Welfare Economics. Cost-Benefit Analysis of Projects and Policies" (Routledge 2014) przygotowane przez prof. M. Florio w rozdziale 6 zawiera empiryczne szacunki społecznej stopy dyskontowej dla krajów UE, w tym Polski. Szacunki oparte są na stawce społecznej metody preferencji czasowej (zgodnie z wymogami Przewodnika DG REGIO) i dla Polski wynoszą 4,43%.

In accordance with Implementing Regulation (EU) 2015/207 of 20 January 2015, Annex III, v. 2.3.1.4, and based on "Applied Welfare Economics. Cost-Benefit Analysis of Projects and Policies "(Routledge 2014) prepared by prof. M. Florio in Chapter 6 presents empirical estimates of social discount rate for EU countries, including Poland. The estimates are based on the social rate of time preference method (in accordance with the requirements of the Guide DG Regio) and for Poland amounts to 4.43%.

**Table 24. Required socio-economic analysis assumptions**

- The reference period – 25 years, including the project implementation period,
- The social discount rate (recommended 4,5 %) <sup>5</sup>,
- Constant prices – without inflation, used for the entire reference period,
- Base year of analysis,
- Conversion factors from financial to accounting (shadow) prices (see 2.3.1),
- Economic residual value of the investment project at the end of the reference period (refer to 1.11 above),
- Exchange rate applied when preparing the CBA and grant application form.

*Source: proprietary work.*

## 2.3 Stages of socio-economic analysis

### 2.3.1 From financial to economic prices

Financial prices are no longer relevant when the aim is to assess the project's contribution to economic welfare. For this purpose, all financial prices have to be valued at the so-called 'shadow prices' which is the social marginal value of an output or input change, i.e. the opportunity cost to the society of producing or

etapach opisanych poniżej:

1. korekty fiskalne (korekty związane z podatkami, dotacjami i innymi transferami);
2. korekty o inne czynniki zaburzające ceny rynkowe w stosunku do rozrachunkowych;
3. ocena aspektów pozarynkowych i korekta z uwagi na czynniki zewnętrzne.

W pierwszym etapie **korekty fiskalne** można wykonać bezpośrednio na przepływach pieniężnych, gdy są one łatwe do zidentyfikowania. Tak jest w przypadku płatności podatku VAT, który nie powinien być uwzględniony w analizie ekonomicznej. Inne korekty fiskalne są trudniejsze do przeprowadzenia w oparciu o konkretny projekt (na przykład od cen paliw), w tym przypadku proponuje się dokonać korekt za pomocą współczynników konwersji (patrz poniżej).

Drugi etap, **korekty o inne czynniki** zakłócające ceny rozrachunkowe i ceny rynkowe to dla uproszczenia przyjęto, że obejmuje tylko korekty wynagrodzenia ze względu na niedoskonałości rynków pracy.

W ramach trzeciego etapu, **oceny kosztów oddziaływań pozarynkowych i korekty z uwagi na czynniki zewnętrzne**, dokonuje się oceny czasu, pracy pojazdu, wypadków, zanieczyszczenie powietrza, zmiany klimatu i wpływu hałasu projektu (zgodnie z opisem w rozdziałach powyżej).

Do obliczeń w etapach 1 i 2, proponuje się, aby fiskalne przepływy pieniężne były najpierw korygowane bezpośrednio o wartość VAT. Następnie ważne Współczynniki Konwersji (przeliczeniowe) są obliczane w celu wyeliminowania pozostałych zakłóceń na rynku energii (opodatkowania) i rynków pracy (podatkowych i innych niedoskonałości rynku). Zastosowana metodyka służąca do określenia zaproponowanych Współczynników Konwersji, opisana jest w załączniku C, i wynika z zastosowania zapisów załącznika III do "Przewodnika do analizy kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie oceny gospodarczej polityki spójności 2014-2020" (2014).

consuming more or less of any good. The passage from financial prices to accounting (shadow) prices is made in three steps proposed to be applied as described below:

1. fiscal corrections (correction for taxes, subsidies and other transfers);
2. correction for other factors distorting financial prices from accounting costs;
3. evaluation of non-market impacts and correction for externalities.

The first step, **fiscal corrections** can be done directly on the cash flows, when they are clearly identifiable. This is the case of VAT payments, which should be dropped off in the economic analysis. Other fiscal adjustments are however less straightforward to be done on a project basis (for instance, from fuel prices), in this case it is proposed to eliminate through Conversion Factors (see below).

The second step, **corrections for other factors** distorting financial prices from accounting prices, it is here assumed for simplification that this includes only corrections to wages, due to imperfections of labour markets.

The third step, **evaluation of non-market cost impacts and correction for externalities**, is carried out by the evaluation of the time, vehicle operation, accidents, air pollution, climate change and noise impacts of a project (as described in chapters above).

For the calculation of steps 1 and 2, it is proposed that fiscal cash flows are first deducted directly when straightforward (VAT). Then, Weighted Conversion Factors are calculated with the purpose to eliminate the remaining distortions on the energy (taxation) and labour markets (taxation and other market imperfections). The methodology applied to obtain the proposed Conversion Factors is described in Appendix C and refers to Annex III of the "Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020" (2014).

**Tabela 25. Etapy przekształcenia cen rynkowych na ukryte**

Etap	Etapy korekty o efekty fiskalne
<b>Etap 1</b>	Eliminacja podatku VAT
<b>Etap 2</b>	Korekty z uwagi na zakłócenia cen energii (opodatkowanie) i wynagrodzeń (opodatkowanie i inne niedoskonałości rynku) poprzez zastosowanie Współczynników Konwersji (CF): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nakłady inwestycyjne CF = 0,83</li> <li>• Koszty operacyjne CF=0,78</li> </ul>

*Źródło: opracowanie własne.*

Podsumowując, bez względu na to, czy jest możliwość odliczenia czy nie, należy pomniejszyć przepływy finansowe o VAT (wartość netto), a następnie roczne nakłady inwestycyjne i koszty operacyjne pomnożyć przez odpowiednie współczynniki przeliczeniowe.

Jeżeli dostępne są szczegółowe dane dotyczące struktury kosztów analizowanego projektu drogowego, obejmujące pełną analizę wartości współczynników przeliczeniowych, można je zastosować w analizie ekonomicznej. Metoda obliczania takich współczynników musi być wówczas w pełni uzasadniona, a procedura obliczeń jasna i przejrzysta, należy też podać opracowania źródłowe.

### 2.3.2 Obliczanie korzyści ekonomicznych netto projektu

W celu wyliczenia korzyści ekonomicznych dla każdego wariantu inwestycyjnego, uwzględniającego wszystkie kategorie kosztów, należy od kosztów ekonomicznych wariantu bezinwestycyjnego (W0) odjąć koszty wariantu inwestycyjnego (Wn). Otrzymana różnica stanowi korzyść społeczno-ekonomiczną netto dla danej kategorii kosztów ekonomicznych (koszty czasu, koszty eksploatacji pojazdów, etc.).

Suma wszystkich korzyści ekonomicznych netto stanowi korzyści społeczno-ekonomiczne całego projektu (danego wariantu inwestycyjnego).

Wyliczenia korzyści ekonomicznych każdego wariantu inwestycyjnego Wn należy przedstawić w formie tabelarycznej (tabela 26a). Przykładowa forma zestawienia efektów społeczno-ekonomicznych netto (w ujęciu wartościowym i procentowym) przedstawiona została w poniższej tabeli 26b.

**Table 25. Stages of adjustment from financial to accounting (shadow) prices**

Stage	Adjustments
<b>Stage 1</b>	Elimination of VAT
<b>Stage 2</b>	Adjustment for energy prices (taxation) and wages (taxation and other market imperfections) by applying weighted Conversion Factors (CF): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capital expenditures: CF= 0.83</li> <li>• Operating costs: CF=0.78.</li> </ul>

*Source: proprietary work.*

In conclusion, irrespective of whether recoverable or not, the financial flows must exclude VAT (net value). Secondly, the project yearly net CAPEX and OPEX values are multiplied by the respective CF to be included in the economic analysis.

If detailed data concerning cost structure of the analysed road project is available, including full analysis of the value of Conversion Factors, it is possible to use them in the economic analysis instead of the ones proposed above. Then, the method of calculating these factors must be fully justified and the process of calculation clear and transparent with the reference sources quoted.

### 2.3.2 Calculation of net economic benefits of a project

In order to calculate the economic benefit of each project investment option, including all categories of economic impacts, the difference of economic flows between the without-the-project scenario (W0) and the project investment option (Wn) should be made. The resulting difference for a given economic impact category will represent the net socio-economic benefit for a given category of economic impact (time costs, costs of vehicle operation, etc.).

The total sum of all net economic benefits constitutes the social and economic benefits of the entire project (of a given investment option).

Calculations of economic benefits of each investment option should be presented in the form of a table (see table 26a). An exemplary form of summary of the net social and economic benefits (in value and percentage terms) is presented in the following table 26b.

**Tabela 26a. Zestawienie korzyści/kosztów ekonomicznych dla projektu, niezdykontowanych**

Rok	czasu użytkowników pojazdów	eksploatacji pojazdów	zmniejszenia liczby wypadków	emisja zanieczyszczeń	zmian klimatuu	hałasu	Razem
1							
2							
3							
...							
25							
Razem							

*Źródło: opracowanie własne.*

*Wartości w tabeli należy podać tylko w latach eksploatacji nowej infrastruktury.*

**Table 26a. Economic benefits and costs of a project, undiscounted**

Year	Time benefits/ costs of vehicle users	Vehicle operating benefits/ costs	Accident benefits/ costs	Air pollution benefits/ costs	Climate change benefits/ costs	Noise benefits/ costs	Total
1							
2							
3							
...							
25							
Total							

*Source: proprietary work.*

*The value in the table above will only be provided for the new infrastructure operation period.*

**Tabela 26b. Udział korzyści i kosztów ekonomicznych dla projektu (zdyskontowanych)**

Korzyści	Razem (PLN)	%
Oszczędności czasu użytkowników pojazdów		
Oszczędności w eksploatacji pojazdów		
Oszczędności w kosztach wypadków		
Oszczędności w zanieczyszczeniu powietrza		
Oszczędności w zmianach klimatu		
Oszczędności w kosztach hałasu		
Wartość rezydualna		
Inne pozytywne oddziaływania (jeśli dotyczą)		
Koszty	Razem (PLN)	%
Nakłady inwestycyjne		
Koszty eksploatacji i utrzymania (jeśli dotyczą)		
Inne negatywne oddziaływania (jeśli dotyczą)		

**Źródło: opracowanie własne.**

Powyższa tabela ma charakter przykładowy. Faktyczne korzyści dla danego projektu wynikają z jego specyfiki. Wszystkie oszczędności w kosztach społecznych (włącznie z wartością rezydualną) powinny być traktowane jako korzyści projektu, natomiast wszystkie negatywne wyniki (powodujące wzrost kosztów społecznych) powinny być traktowane jako koszty projektu.

w zależności od rodzaju wariantu inwestycyjnego można oczekiwać różnego poziomu korzyści społeczno-ekonomicznych netto generowanych przez różne kategorie kosztów ekonomicznych (koszty eksploatacji pojazdów, koszty czasu itp.).

W przypadku inwestycji punktowych, takich jak likwidacja „czarnych punktów”, przebudowa przejścia dla pieszych, skrzyżowania itp., gdzie aspekty związane

**Table 26b. Share of project economic benefits and costs (discounted)**

Benefit	Total (PLN)	%
Time savings		
VOC savings		
Accident costs savings		
Air pollution savings		
Climate change savings		
Noise savings		
Residual value		
Other positive impacts (if applicable)		
Costs	Total (PLN)	%
Investment costs		
O&M (if costs)		
Other negative impacts (if applicable)		

**Source: proprietary work.**

The above list of benefits is an example. The actual list of benefits is specific to each project. All savings in social costs (including the residual value) should be considered as project benefits, whereas all negative impacts (increases in social costs) should be considered as project costs.

Depending on the investment option type, different relative level of contribution of net socio-economic benefits generated by various economic costs categories (vehicle operating costs, time value costs, etc.) can be expected.

In case of single-location investments (such as reconstruction of “black spots”, pedestrian crossings, intersections, etc.) where aspects related to safety improvement are the most important and major works are connected with reconstruction or rehabilitation; then, the most important net economic benefits correspond to accident cost savings. Whereas in case of the value of time costs, often net economic losses (costs) may be observed.

In case of construction of a new road with a new alignment, the main net economic benefits will be generated by savings in the value of time costs, and nearly always net economic losses (costs) are observed within the vehicles operating costs.

z poprawą bezpieczeństwa są najważniejsze, a przeważają roboty związane z przebudową lub remontem, najważniejsze korzyści ekonomiczne netto są generowane dzięki oszczędnościom kosztów wypadków. Natomiast, jeżeli chodzi o koszty czasu, to często można zaobserwować występowanie dużych strat ekonomiczne netto (kosztów).

W przypadku realizowania projektu budowy nowej drogi o nowym przebiegu, najważniejsze korzyści ekonomiczne netto powstają dzięki oszczędnościom kosztów czasu, a niemal zawsze obserwuje się straty ekonomiczne netto (koszty) w zakresie kosztów eksploatacji pojazdów.

W przypadku projektu modernizacji istniejącej drogi, którego celem nie jest podniesienie standardu czy też zwiększenie przepustowości, najważniejsze korzyści ekonomiczne netto, są zazwyczaj generowane dzięki oszczędnościom kosztów eksploatacji pojazdów i kosztów wypadków. Zazwyczaj tego typu inwestycje generują niewielkie (lub zerowe) korzyści w zakresie oszczędności kosztów czasu.

W przypadku rozbudowy istniejącej drogi do większej przepustowości (dodanie pasów ruchu), główne korzyści ekonomiczne netto powstają dzięki oszczędności kosztów czasu i kosztów eksploatacji pojazdów; pojawiają się też niewielkie korzyści w postaci zmniejszenia kosztów wypadków, podczas gdy koszty utrzymania infrastruktury z reguły wzrastają.

In case of rehabilitation of the existing road without improving its standard to a higher category or capacity, the most important net economic benefits are the savings of vehicles operating costs and accident costs, fairly often we can observe small (or zero) benefits within value of time savings.

In case of expansion of an existing road for flow capacity increase (additional traffic lanes) the main net economic benefits are the value of time savings and vehicles operating costs savings, some small benefits also occur as a decrease of accident costs while infrastructure maintenance costs will generally increase.

### 2.3.3 Obliczanie wskaźników efektywności społeczno-ekonomicznej i interpretacja wyników

### 2.3.3 Calculation of the socio-economic performance indicators and interpretation of results

Po ustaleniu wartości wszystkich kategorii kosztów i korzyści należy zdyskontować wartość przepływów netto w każdym kolejnym roku analizy przy zastosowaniu społecznej stopy dyskontowej. Następnie należy zsumować przepływy pieniężne z każdego roku i dodać zdyskontowaną wartość rezydualną projektu do ostatniego roku analizy.

Kolejnym etapem analizy jest wyliczenie wskaźników ENPV, ERR i BCR.

Wskaźnik BCR powinien być liczony w oparciu o wartości bieżące poszczególnych pozycji kosztów i korzyści dla całego okresu analizy, przy czym oszczędności kosztów i wartość rezydualna stanowią korzyść projektu, natomiast ujemne efekty zewnętrzne i nakłady inwestycyjne, uwzględniane są w kosztach projektu.

Once all project costs and benefits have been quantified and valued in monetary terms, it is necessary to discount the value of net cash flows in each subsequent year of the analysis using the social discount rate. Then, it is necessary to sum up the cash flows of each year and add the project discounted residual value at the last year of the reference period.

The next stage involves the calculation of ENPV, ERR and BCR indicators.

The BCR index should be calculated on the basis of the current values of costs and benefits for the entire analysis period. Savings in costs and residual value should constitute the project benefits, whereas negative external effects and investment expenditures should be included in the project costs.



Przykładowe zestawienie wyników obliczeń wskaźników efektywności społeczno-ekonomicznej znajduje się w tabeli poniżej.

**Tabela 27. Wymagane wskaźniki efektywności społeczno-ekonomicznej**

Wskaźnik społeczno-ekonomiczny	W1	W2	...	Wn
ENPV				
ERR				
BCR				

Źródło: opracowanie własne.

In the table below, a presentation format for the socio-economic performance analysis of the project investment option(s) is presented.

**Table 27. Required socio-economic performance indicators**

Socio-economic indicator	W1	W2	...	Wn
ENPV				
ERR				
BCR				

Source: proprietary work.

**Tabela 28. Proponowana forma prezentacji efektywności projektu [PLN]**

Lata	Skorygowane nakłady inwestycyjne	Skorygowane nakłady operacyjne	Korzyści/koszty ekonomiczne 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	

W kol. 2 i 3 podaje się wartości ze znakiem (-) (zakładając, że różnica kosztów operacyjnych pomiędzy W0 i Wn - jest kosztem; w przypadku, gdy wystąpią oszczędności w kosztach operacyjnych podaje się ze znakiem (+)), obliczone wcześniej i zaprezentowane w Tabeli 25.

W kol. 4 korzyści ekonomiczne projektu są to roczne wartości wyliczone w oparciu o tabele 26a.

Źródło: opracowanie własne.

**Table 28. Proposed presentation format of project economic effectiveness [PLN]**

Year	Investment Expenditures Adjusted	O&M costs Adjusted	Project economic benefits/costs	Residual Value	Total economic flows	Discount factor	Discounted Economic flows
1	2	3	4	5	6= 2+3+4+5	7	8=6*7
1							
2							
...							
25							
						ENPV	
						ERR	

In columns 2 and 3 values with sign (-) (assuming that incremental value—from W0 to Wn—of O&M expenditures represents a cost; in the case that there are O&M costs savings, then this would be (+)), adjusted as described in table 25 shall be specified.

In column 4, project economic benefits are the yearly total amounts calculated in table 26a-Total column.

Source: proprietary work.

Na zakończenie analizy społeczno-ekonomicznej zaleca się sporządzenie krótkiego podsumowania, które m.in. odnosiłoby się do zakładanych celów projektu określonych wcześniej (np. cel związany z zamiarem zredukowania czasu podróży powinien zostać potwierdzony w ramach AKK). Po obliczeniu trzech podstawowych wskaźników efektywności ekonomicznej należy dołączyć komentarz w formie interpretacji wyników.

Korzyści ekonomiczne generowane przez projekt (oszczędności kosztów eksploatacji pojazdów, kosztów czasu, wypadków i środowiska – tych wykazujących korzyść) należy wyrazić procentowo (patrz tabela 26b powyżej). Składniki o największym udziale w korzyściach generowanych przez projekt należy odpowiednio wyeksponować (zgodnie z tabelą 26b).

At the end of the socio-economic analysis, it is recommended to present a short summary providing a link to project objectives defined at the beginning (e.g. if the objective is a reduction of travel time, then this should be confirmed within the CBA). Apart from the calculation of the basic economic performance indicators, it is recommended that they are accompanied by comments, in the form of results interpretation.

The economic benefits generated by the project (vehicle operating costs savings, time savings, road accidents savings and all related environment costs savings – where respectively might constitute a benefit) should be presented in percentages (see table 26b above). Project economic benefits components generating the greatest share should be duly highlighted (as per table 26b above).

## Faza III: Analiza Finansowa

### *Phase III: Financial Analysis*

Celem analizy finansowej jest uzyskanie informacji, czy planowany projekt wymaga dofinansowania z funduszy UE, a jeśli tak to: (i) ustalenie zakresu dofinansowania i (ii) sprawdzenie, czy planowany wariant inwestycyjny w fazie budowy i eksploatacji jest trwały finansowo i/lub czy zadeklarowane zobowiązania są wystarczające do zapewnienia jego trwałości.

W praktyce oznacza to, że analiza finansowa powinna odpowiedzieć na następujące pytania:

- W jaki sposób projekt będzie finansowany?
- Jaka jest rentowność finansowa projektu?
- Jaki będzie wkład UE?
- Czy projekt będzie trwały finansowo?

Biorąc pod uwagę powyższe, zaleca się następującą strukturę analizy finansowej:

- przyjęcie założeń do analizy,
- ustalenie wszystkich przepływów pieniężnych dla każdego roku analizy (kalkulacja wpływów i wydatków dla projektu),
- określenie wysokości wkładu finansowego z funduszy UE,
- obliczenie wskaźników finansowych (wartość bieżąca netto (FNPV), rentowność (FRR)),
- weryfikacja trwałości finansowej projektu i stabilności finansowej Beneficjenta.

The aim of financial analysis is to check whether the proposed project needs co-financing; and if so, (i) to determine the co-financing contribution from EU funds and (ii) to check whether the proposed project investment option is financially sustainable during construction and operation phases and/or whether there are adequate commitments to ensure its sustainability.

In practice, it means that the financial analysis should answer to the following questions:

- How will the project be financed?
- What is the project financial profitability?
- What will be the EU contribution?
- Will the project be financially sustainable?

Taking into consideration the above, the following sequence of financial analysis is recommended:

- setting assumptions for the analysis,
- determination of all cash flows for each year of analysis (calculation of project financial inflows and outflows),
- calculation of co-financing contribution from EU funds.
- calculation of financial indicators (net present value (FNPV), profitability (FRR)),
- verification of the project financial sustainability and Beneficiary's financial stability.

### 3.1 Projekt infrastruktury drogowej – droga niepłatna a analiza finansowa

#### 3.1 Road infrastructure project – non-toll roads and financial analysis

Należy wprowadzić rozróżnienie projektów infrastruktury drogowej na drogi płatne i drogi niepłatne.

Autostrady, drogi ekspresowe i wybrane drogi krajowe objęte systemem elektronicznego poboru opłat od pojazdów ciężarowych powyżej 3,5 tony, będące przedmiotem analizy kosztów i korzyści, wymagają przeprowadzenia pełnej analizy finansowej.

W takim przypadku analizę finansową ogranicza się do wykazania, że projekt jest trwały finansowo, a beneficjent projektu ma zdolność finansową do utrzymania nowej infrastruktury drogowej w odpowiednim stanie technicznym (pokrycia wszelkich niezbędnych kosztów eksploatacji i utrzymania w trakcie okresu referencyjnego).

W przypadku projektów dróg o niepłatnej dostępności (lub takich, gdzie przychody z opłat nie są wystarczające na pokrycie kosztów utrzymania) realizowanych przez GDDKiA lub innych beneficjentów, konieczne jest pokazanie niezbędnych nakładów finansowych na utrzymanie i eksploatację zapewniających trwałość projektu (w ramach analizy trwałości finansowej projektu – patrz rozdział 3.6).

A distinction has to be made between proposed toll road projects and non-toll road projects.

For all motorways, expressways and selected national roads covered by the ETC for trucks above 3.5 tons, that are subject of CBA, full financial analysis is required.

In such case, the financial analysis will be limited to the verification of the project's financial sustainability and the project beneficiary's financial capability to maintain the new road infrastructure (to cover all necessary O&M costs during the project reference period).

In case of non-toll road projects (or projects where revenues are not sufficient to cover O&M costs) implemented by GDDKiA or other beneficiaries, the estimated O&M financial expenditures to ensure project sustainability must be presented as part of the project financial sustainability analysis (see respective chapter 3.6).

### 3.2 Założenia i parametry analizy finansowej

Najważniejszą zasadą analizy finansowej jest rozpatrywanie wyłącznie faktycznych przepływów pieniężnych (bez amortyzacji, rezerw na nieprzewidziane okoliczności, korekt fiskalnych, itd.).

Analiza finansowa sporządzana dla projektów infrastruktury drogowej powinna być oparta na cenach stałych w całym okresie analizy tzn. bez uwzględniania inflacyjnego wzrostu cen. Rok odniesienia przyjęty w analizie powinien być wyraźnie określony.

Należy przedstawić następujące założenia analizy finansowej:

- (i) horyzont czasowy – 25 lat, w tym okres realizacji projektu zgodnie z rekomendacją KE,
- (ii) finansowa stopa dyskontowa (realna stopa – 4 %),

### 3.2 Financial analysis - assumptions and parameters

The most important financial analysis principle is to consider only cash inflows and outflows (i.e. amortisation, reserves, price and technical contingency and other accounting items which do not correspond to actual flows are disregarded).

Financial analysis for road infrastructure projects should be based on constant prices over the entire reference period i.e. without taking into account price increases due to inflation. The reference year considered for the analysis should be clearly indicated.

The following assumptions should be presented for financial analysis:

- (i) the reference period – 25 years including the project implementation period, as recommended in EC guidelines,

- (iii) wartość rezydualna projektu inwestycyjnego na koniec okresu analizy (patrz rozdział 1.11),
- (iv) wartość kosztów projektu inwestycyjnego<sup>7</sup>,
- (v) oraz rok odniesienia przyjęty dla analizy.

Wszystkie dane wejściowe i założenia analizy muszą być zgodne z założeniami analizy ekonomicznej i prognozą transportową (szczególnie prognozą ruchu).

- (ii) the financial discount rate (real rate – 4%),
- (iii) the financial residual value of the investment project at the end of the reference period (refer to chapter 1.11 above),
- (iv) the investment project value<sup>6</sup>,
- (v) and the base year year used for the analysis.

All input data and assumptions for the analysis must be coherent with economic analysis data and transport forecasts (in particular, traffic forecast).

---

<sup>7</sup> Jeżeli beneficjent jest płatnikiem VAT- w analizie należy uwzględnić ceny netto, jeżeli beneficjent nie jest płatnikiem VAT- należy zastosować ceny brutto.

If the Beneficiary is a VAT payer, then one should include net prices in the analysis. If the Beneficiary is not a VAT payer, then one should include gross prices in the analysis.

### 3.3 Zestawienie finansowych przepływów pieniężnych

W tej części analizy finansowej następuje określenie (oszacowanie) przepływów finansowych dla projektu zarówno dla etapu budowy (realizacji) projektu, jak również dla jego eksploatacji (faza operacyjna). Określenia przepływów finansowych należy dokonać dla wariantu bezinwestycyjnego oraz wariantu inwestycyjnego w celu późniejszego obliczenia przyrostowych przepływów, wykorzystywanych do kalkulacji wskaźników finansowych i określenia wysokości wkładu finansowego z funduszy UE.

Niezależnie od charakteru projektu inwestycyjnego (publiczny, komercyjny), należy obliczyć saldo finansowych przepływów pieniężnych obejmujących wszystkie koszty eksploatacji i utrzymania, zarówno dla wariantu bezinwestycyjnego, jak i wariantu inwestycyjnego. Należy uwzględnić wszystkie kategorie kosztów eksploatacji i utrzymania stosowane w analizie ekonomicznej projektów drogowych opisanej powyżej (patrz rozdział 1.9). Strumień przychodów powinien być określony w oparciu o analizę przychodów (patrz rozdział 1.10).

Po wyliczeniu dla każdego roku analizy, wszystkich przepływów pieniężnych związanych z kosztami i przychodami, zarówno dla scenariusza bezinwestycyjnego, jak i wariantów inwestycyjnych, można ustalić przepływy pieniężne netto dla każdego roku analizy.

Wartość rezydualną określoną zgodnie z rozdziałem 1.11 należy uwzględnić w ostatnim roku analizy.

Jeśli beneficjent jest płatnikiem podatku VAT, to wszystkie wydatki finansowe powinny być przedstawione w cenach netto (bez VAT). Natomiast w przypadku beneficjentów, którzy nie są płatnikami VAT, analiza finansowa powinna być przeprowadzona w cenach brutto.

### 3.4 Ustalenie wkładu UE

Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1303/2013 z 17 grudnia 2013 r. „kwalifikowalne koszty operacji, która ma być dofinansowana z EFSI, są z góry pomniejszane z uwzględnieniem potencjału generowania dochodów przez daną operację w określonym okresie odniesienia obejmującym zarówno realizację tej

### 3.3 Determination of financial cash flows

This part of the financial analysis deals with the estimation of financial flows for the project, both for the construction stage of the project, as well as its operation. Determination of financial flows should be made for the non-investment option and the investment option for the purpose of further calculation of incremental flows, used in the calculation of financial indicators, and specification of the amount of the financial contribution from EU funds.

Regardless of the character of the investment project (public, commercial), financial cash flow balance including all O&M costs, for both without-the-project and investment options, ought to be calculated. All categories of operating and maintenance costs used in the road projects economic analysis described above (see Chapter 1.9) should be taken into account. The revenue stream should be defined on the basis of the revenue analysis (see Chapter 1.10).

When all cash flows related to costs are calculated for each year of the analysis, both for the "without-the-project" option and investment option, net cash flows can be determined for each year of analysis.

The residual value calculated according to chapter 1.11 should be included in the last year of the reference period.

If the Beneficiary is a VAT payer, the total financial expenditures are presented in net prices (without VAT). The remaining beneficiaries, which are not VAT payers perform the financial analysis in gross prices.

### 3.4 Determination of EU contribution

Pursuant to the Regulation No 1303/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013, "the eligible expenditure of the operation to be co-financed from the ESI Fund shall be reduced in advance taking into account the potential of the operation to generate net revenue over a specific reference period

operacji, jak i okres po jej ukończeniu”. Oznacza to, iż w przypadku projektów, które generują dochód, konieczne jest określenie wartości dofinansowania projektu ze środków UE (grantu) z wykorzystaniem jednej z metod zaprezentowanych w Art. 61 powyższego Rozporządzenia.

Rozporządzenie 1303/2013 precyzuje, że metody opisane w Art. 61 tego Rozporządzenia mają zastosowanie dla projektów generujących dochód, zdefiniowany jako wpływy środków pieniężnych z bezpośrednich wpłat dokonywanych przez użytkowników za towary lub usługi zapewniane przez daną operację (projekt), pomniejszone o wszelkie koszty operacyjne i odtworzenia poniesione w okresie odniesienia. Ponadto oszczędności z tytułu mniejszych kosztów operacyjnych osiągnięte dzięki projektowi są traktowane jako dochody, chyba że są skompensowane równoważnym zmniejszeniem dotacji na działalność.

Rozporządzenie 1303/2013 przedstawia dwie metody określenia dochodów (przychodów netto), stanowiących podstawę wyliczenia wysokości wkładu finansowego UE:

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

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

Podpunkt a) powyżej odpowiada tzw. zryczałtowanej stawce procentowej dochodu, dla której stopa dofinansowania projektu ze środków UE nie jest wyliczana na podstawie zdolności projektu do generowania dochodu, lecz na podstawie z góry przyjętych wskaźników (stawki zryczałtowanej). Wskaźniki te określają zryczałtowaną wartość dochodu w stosunku do wartości nakładów inwestycyjnych, którą należy przyjąć przy obliczaniu dofinansowania.

Koszty kwalifikowalne projektu do dofinansowania (skorygowane) oblicza się za pomocą wzoru:

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

gdzie:

ECa – koszty kwalifikowalne po zastosowaniu Art. 61 Rozporządzenia (UE) 1303/2013,

ECb – koszty kwalifikowane przed zastosowaniem Art. 61 Rozporządzenia (UE) 1303/2013,

*that covers both implementation of the operation and the period after its completion*”. This means that in the case of projects which generate net revenues, it is necessary to determine the amount of the grant using one of the methods presented in Art. 61 of the above mentioned Regulation.

The Regulation 1303/2013 specifies that the methods described in the Article 61 of the Regulation apply to the projects generating net revenue, defined as cash inflows directly paid by users for the goods or services provided by the operation, less any operating costs and replacement costs incurred during the corresponding period. Moreover, operating cost-savings generated by the operation shall be treated as net revenue unless they are offset by an equal reduction in operating subsidies.

The regulation 1303/2013 specifies two methods for specification of net revenue, constituting the basis for calculation of the amount of the financial contribution from the EU :

a. *“application of a flat rate net revenue percentage for a sector or subsector applicable to the operation (...)” or*

b. *“calculation of the discounted net revenue of the operation taking into account the reference period appropriate to the sector or subsector applicable to the operation (...)”*

Subpoint a) above corresponds to the so-called flat rate of net revenue, for which the rate of co-financing of the project from EU funds is not calculated on the basis of the project’s ability to generate net revenue, but on the basis of the indicators accepted in advance (flat rate). These indicators specify the flat rate value of net revenue in relation to the value of capital expenditure which should be accepted in calculation of co-financing.

The eligible costs of the project to be co-financed is calculated by means of the following formula:

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

where:

ECa – eligible costs after the application of Art. 61 of Reg. (EU) 1303/2013,

ECb – eligible costs before the application of Art. 61 of Reg. (EU) 1303/2013,

FR – flat rate net revenue for a given type of operation.

FR – zryczałtowana stawka procentowa dochodów dla danego typu operacji.

Zryczałtowane stawki procentowe dochodów dla danego typu operacji (FR) należy stosować odpowiednio zgodnie z ustalonymi wartościami dla danego sektora/ osi priorytetowej w programie operacyjnym.

W przypadku podpunktu b) mamy do czynienia z wyliczeniem stopy dofinansowania projektu na podstawie zdolności projektu do generowania przyszłych dochodów. W metodzie tej wydatki kwalifikowalne nie przekraczają bieżącej wartości nakładów inwestycyjnych pomniejszonych o bieżącą wartość dochodu (przychody minus koszty utrzymania i eksploatacji). Ponadto, należy uwzględnić wartość rezydualną, jeśli jest ona dodatnia i jeśli zdyskontowany dochód jest większy od zera przed uwzględnieniem wartości rezydualnej. Stopa dofinansowania jest wyrażona w procentach jako stosunek powyższej wartości wydatków kwalifikowalnych do wartości zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych.

Koszty kwalifikowalne projektu do dofinansowania (skorygowane) oblicza się za pomocą wzoru:

$$EE = EC \times \left(1 - \frac{DNR}{DIC}\right),$$

gdzie:

EE – koszty kwalifikowane projektu do dofinansowania (skorygowane),

EC – koszty kwalifikowalne,

DNR – zdyskontowany dochód,

DIC – zdyskontowane nakłady inwestycyjne.

Zdyskontowany dochód jest sumą zdyskontowanych przychodów pomniejszonych o koszty eksploatacji i utrzymania projektu powiększoną o finansową wartość rezydualną projektu (obliczoną metodą dochodową lub metodą odpisów amortyzacyjnych tam, gdzie ma zastosowanie) i wyraża się wzorem:

$$DNR = \sum_{t=0}^n a^t (R_t - C_t) + a^n FRV,$$

gdzie:

R<sub>t</sub> – przychody dla roku t,

C<sub>t</sub> – koszty eksploatacji i utrzymania dla roku t,

The flat rates of net revenue for a given type of operation (FR) should be applied in accordance with the established values of a given sector/ priority axis in the operational programme.

In the case of subpoint b), we are dealing with calculation of the project co-financing rate (pro-rata application of discounted net revenue) on the basis of the project's ability to generate future net revenue. In this method the eligible expenses (eligible expenses may include eligible contingencies) do not exceed the current value of capital expenditure decreased by the current value of net income (revenue less maintenance and operating costs). Moreover, the residual value should be included, if it is positive and if the discounted net revenue is positive before taking into account the residual value. The co-financing rate is expressed in percentage values as the ratio of the above values of eligible costs to the value of the discounted capital expenditure.

The eligible expenditure of the project to be co-financed is calculated by means of the following formula:

$$EE = EC \times \left(1 - \frac{DNR}{DIC}\right),$$

where:

EE– eligible expenditure of the project to be co-financed,

EC – eligible costs,

DNR – discounted net revenue (income),

DIC – discounted investment costs.

The discounted net revenue (income) is the sum of the discounted revenue decreased by the operating and maintenance costs of the project, increased by the financial residual value of the project (calculated by the income-based method or depreciation method when applicable), and is expressed in the following formula:

$$DNR = \sum_{t=0}^n a^t (R_t - C_t) + a^n FRV,$$

where:

R<sub>t</sub> – revenue for year t,



$a$  – czynnik dyskontowy ( $a = \frac{1}{(1+i)}$ ),  $i$  – stopa dyskonta,

FRV – finansowa wartość rezydualna.

Uwaga: współczynnik dyskonta ma zastosowanie, jeżeli FRV jest wartością niedyskontowaną.

W przypadku, gdy zdyskontowany dochód, przed uwzględnieniem wartości rezydualnej, jest mniejszy od zera, stopa dofinansowania wynosi 100%.

Należy jednakże zwrócić uwagę, iż niezależnie od wysokości przychodów generowanych przez projekt, dodatnia wartość dochodu może być wynikiem osiągnięcia przez niego oszczędności kosztowych, tzn. takiej sytuacji, w której koszty eksploatacji i utrzymania wariantu inwestycyjnego będą niższe niż wariantu bezinwestycyjnego. W takim przypadku konieczna jest kalkulacja zdyskontowanego dochodu zgodnie z powyższymi wytycznymi, chyba że zostanie wykazane, że oszczędności te są skompensowane równoważnym zmniejszeniem dofinansowania na działania operacyjne.

### 3.5 Rentowność finansowa projektu

Ocena rentowności finansowej wiąże się z obliczaniem wskaźników efektywności finansowej i interpretacją wyników (tylko dla dróg płatnych).

W tym punkcie analizy finansowej następuje obliczenie wskaźników finansowych dla projektu, na podstawie których dokonywana jest ocena jego rentowności. Wyróżnia się dwie podstawowe grupy wskaźników:

- Wskaźniki rentowności dla całej inwestycji (kosztów projektu) – tzw. wskaźniki na (C)
- Wskaźniki rentowności dla kapitału krajowego – wskaźniki na (K).

Do podstawowych wskaźników należą:

- Wartość bieżąca netto (FNPV), będąca sumą zdyskontowanych przepływów finansowych projektu,
- Wewnętrzna stopa zwrotu (FRR), określająca wartość stopy dyskontowej,

$C_t$  – operating and maintenance costs for year  $t$ ,

$a$  – discount factor ( $a = \frac{1}{(1+i)}$ ),  $i$  – discount rate,

FRV – financial residual value.

Note: discount factor to be applied to the FRV only when the value is not discounted.

In the event that the discount net revenue (income), before taking into account the residual value, is lower than zero, the pro-rata application of discounted net revenue must be set at 100%.

However, it should be noted that, irrespective of the amount of revenue generated by the project, the positive net revenue (income) value may result from achieving cost savings by the project, i.e. a situation in which operation and maintenance costs of the investment option will be lower than in the non-investment option. In that case it is necessary to calculate discounted net revenue according to the above guidelines unless it is proven that those savings are offset by an equal reduction in operating subsidies.

### 3.5 Project financial profitability

Assessing financial profitability means calculating financial performance indicators and interpreting the results (only for toll roads).

This point of the analysis involves calculation of financial indicators for the project, on the basis of which the profitability assessment is performed. Two basic groups of indicators are distinguished:

- Profitability indicators for the entire investment (project costs) – the so-called indicators with (C),
- Profitability indicators for the domestic capital – indicators with (K).

Basic indicators include:

- Net present value (FNPV) which is the sum of the discounted financial flows of the project,
- Internal rate of return (FRR), specifying the value of the discount rate, for

dla której wartość bieżąca netto osiąga wartość zero.

W przypadku obliczania powyższych wskaźników dla całej inwestycji (wskaźniki na C), należy uwzględnić wszystkie przepływy projektu, w całym horyzoncie czasowym analizy, tj.:

1. Przychody
2. Nakłady inwestycyjne
3. Koszty eksploatacji i utrzymania (obejmujące zabiegi utrzymaniowe przywracające stan pierwotny określane także jako nakłady odtworzeniowe)
4. Wartość rezydualna.

Przy wskaźnikach dla kapitału krajowego (wskaźniki na (K)), należy uwzględnić wartość projektu w kwocie nakładów przypadających na finansowanie ze środków krajowych, tj. z pominięciem środków pozyskanych z funduszy europejskich i finansowania dłużnego (dedykowanego dla finansowania nakładów inwestycyjnych projektu) oraz przepływy związane ze spłatą finansowania dłużnego (kapitał, odsetki, prowizje i opłaty), w okresach ich wystąpienia. Przychody, koszty eksploatacji i utrzymania oraz wartość rezydualną ujmuje się w takich samych wartościach, jak we wskaźniku na (C).

Ramowe zestawienie poszczególnych kategorii przepływów uwzględnianych w kalkulacji wskaźników z uwzględnieniem znaku, z jakim należy je uwzględnić, przedstawia tabela. Każda kategoria przepływów powinna być ujęta w analizie w okresie (lat) jej występowania.

which the net present value reaches zero.

In the case of calculating the above indicators for the entire investment (indicators with C), it is necessary to include all project flows in the entire time horizon of the analysis, that is:

1. Revenue
2. Capital expenditures
3. Operating and maintenance costs (including heavy/periodic maintenance also referred as replacement costs)
4. Residual value.

In the case of indicators for the domestic capital (indicators with (K)), it is necessary to take into account the project value in the amount of expenditures for the financing from domestic funds, i.e. omitting funds acquired from European funds and debt financing (dedicated to financing the capital expenditures of the project), and flows connected with repayment of debt financing (principal, interest, commission and fees), in the periods in which they occur. Revenue, operating and maintenance costs, as well as residual value, are recognised in the same values as in the indicator with (C).

The following table presents a framework summary of individual categories of flows included in the calculation of indicators, including the sign with which those flows are to be included. Each category of flows should be recognised in the analysis within the years of its occurrence.

**Table 29. Elementy analizy (C) i (K)**

Przepływy finansowe	Wskaźniki rentowności dla całej inwestycji (na (C))	Wskaźniki rentowności dla kapitału krajowego (na (K))
Całkowite nakłady inwestycyjne	(-)	nie dotyczy
Środki krajowe finansujące nakłady (bez wkładu UE i finansowania długiem)	nie dotyczy	(-)
Koszty utrzymania i eksploatacji (przyrostowo W1-W0)	(-)	(-)
Przychody (przyrostowo W1-W0)	(+)	(+)
Splata rat kapitałowych, odsetki oraz inne opłaty i prowizje dla finansowania dłużnego	nie dotyczy	(-)
Wartość rezydualna	(+)	(+)

**Źródło:** opracowanie własne.

W przypadku dużych projektów realizowanych w systemie PPP, analiza finansowa powinna uwzględniać poniższe aspekty zgodnie z „Przewodnikiem do analizy kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych - Narzędzie oceny ekonomicznej dla polityki spójności 2014-2020”.

Po pierwsze, należy przeprowadzić analizę skonsolidowaną w celu obliczenia ogólnej rentowności inwestycji. Po drugie, w celu sprawdzenia rentowności kapitału i aby uniknąć nadmiernie wysokiego zysku ze wsparcia UE, zwrot z kapitału jest obliczany oddzielnie dla partnera prywatnego i partnera publicznego. Wyniki dla partnera prywatnego należy porównać z krajowymi standardami dotyczącymi oczekiwanego zysku w danym sektorze. Zawsze, gdy partner prywatny jest wybierany na podstawie najkorzystniejszego ekonomicznie kryterium przetargowego, w drodze otwartego zamówienia publicznego, zakłada się, że takie dostosowanie do standardów krajowych jest automatycznie spełnione. Wynik dla partnera publicznego powinien być porównywany z finansową stopą dyskontową, w celu sprawdzenia czy projekt nie jest

**Table 29. Elements of analysis (C) and (K)**

Financial flows	Profitability indicators for the entire investment (with (C))	Profitability indicators for the domestic capital – (indicators with (K))
Total capital expenditure	(-)	<i>not applicable</i>
Domestic funds financing expenditure (without EU contribution and debt financing)	<i>not applicable</i>	(-)
Maintenance and operating costs (incremental W1 – W0)	(-)	(-)
Revenue (incremental W1 – W0)	(+)	(+)
Repayment of principal instalments, interest and other fees and commission for debt financing	<i>not applicable</i>	(-)
Residual value	(+)	(+)

**Source:** *proprietary work.*

For major projects implemented as a PPP, financial analysis should consider the aspects below in accordance with the “Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects - Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020”.

Firstly, a consolidated analysis should be carried out in order to calculate the overall investment profitability. Secondly, in order to check profitability of the capital to avoid unduly high profit generated by the EU support, the return on capital shall be calculated separately for the private partner and public partner. The results for the private partner shall be compared with national benchmarks on expected profitability in the given sector. Whenever the private partner is selected on the basis of the most economically advantageous tender criterion, through open public procurement, it is expected that such alignment with national benchmarks is automatically fulfilled. The result for the public partner should be compared with the financial discount rate in order to ensure the project is not over-financed.

nadmiernie dofinansowany.

- Stopa zwrotu z kapitału prywatnego - FRR (Kp) – oblicza się porównując wszystkie przychody partnera prywatnego, po potrąceniu kosztów operacyjnych, w tym opłaty koncesyjnej, (jeśli była wniesiona), z nakładami finansowymi ponoszonymi w trakcie realizacji inwestycji (zarówno z kapitału własnego jak i pożyczek).
- Stopa zwrotu z kapitału publicznego - FRR (Kg) – porównuje przychody partnera publicznego, zwykle pochodzące z opłaty koncesyjnej, z wyłączeniem kosztów zarządzania umową, z nakładami finansowymi ponoszonymi w czasie realizacji inwestycji (zarówno z kapitału własnego jak i pożyczek).

### 3.6 Trwałość finansowa i trwałość funkcjonalna projektu

Projekt uważa się za trwały finansowo, jeżeli nie stwierdzono ryzyka niedoboru finansowego zarówno w fazie budowy jak i eksploatacji. Celem weryfikacji (sprawdzenia) trwałości finansowej projektów infrastruktury drogowej jest wykazanie zdolności beneficjenta do ponoszenia wszystkich wydatków finansowych niezbędnych do eksploatacji i utrzymania infrastruktury drogowej (w tym obiektów inżynierskich, systemów zarządzania ruchem i poboru opłat) we właściwym stanie w całym okresie eksploatacji projektu. Należy uwzględnić wszystkie koszty, w tym koszty bieżącego utrzymania i eksploatacji, a także koszty remontów. Wprawdzie taka analiza dotyczy aspektów utrzymaniowych związanych z danym projektem, tym niemniej trwałość na poziomie całej sieci drogowej powinna być przedmiotem właściwej troski i skutecznego podejścia do jej zapewnienia. Mając to na uwadze, potencjalne przychody generowane z opłat od użytkowników (myto) powinny być w pierwszej kolejności przeznaczone na utrzymanie istniejącej sieci, a nie na budowę nowych odcinków.

Beneficjent projektu musi udowodnić lub jednoznacznie się zobowiązać, że dysponuje wystarczającymi zasobami finansowymi, które w kolejnych latach w pełni pokryją niezbędne wydatki związane z zapewnieniem odpowiedniego standardu infrastruktury drogowej. w przypadku projektów generujących dochód, przychody te muszą być wystarczające na pokrycie kosztów eksploatacji i utrzymania; w przeciwnym wypadku powinny być uzupełnione o dotacje operacyjne tak, aby zapewnić utrzymanie na właściwym poziomie. Oznacza to, że skumulowane (niezdyskontowane) przepływy pieniężne netto powinny być nieujemne we wszystkich latach rozpatrywanego

- The rate of return on private equity – FRR(Kp) – compares all the revenues accrued by the private partner, net of the operational costs borne, including the concession fee (if any), with the financial resources provided during investment (either through equity or loans).
- The rate of return on public equity - FRR(Kg) – compares all the revenues accrued by the public partner, usually coming from the concession fee, net of the managerial costs of the contract, with the resources provided during investment (either through equity or loans).

### 3.6 Financial and functional sustainability of the project

The project is financially sustainable if there are sufficient funds to cover the expenses during the construction stage and the operation stage. The aim of the financial sustainability check in road infrastructure projects is to prove that the project beneficiary will be able to bear all financial expenditures required to maintain the service operation of road infrastructure (including also engineering structures, traffic management system and toll collection system) during the whole reference period. All costs need to be included, such as routine operation and maintenance costs as well as rehabilitation costs. While this analysis concerns the specific project's operation and maintenance sustainability, the sustainability of the entire national road network should be also adequately considered within an efficient national maintenance regime. In this sense, potential project revenues from tolls should be earmarked for the operation and maintenance of the existing network, rather than building new sections.

A project beneficiary must prove or show clear commitment that it has sufficient financial resources that will consistently match disbursements in the years to come to ensure an adequate level of service of the road infrastructure. In case of net revenue generating projects, the revenues will be sufficient to cover operation and maintenance expenditures; and if not, supplemented with operation subsidy to cover adequately project O&M costs. It means that the cumulated (not discounted!) net cash flows must be non-negative for all years of the reference period considered. In case of projects which do not generate net revenues, it must be indicated how

horyzontu czasowego. w przypadku projektów, które nie generują dochodu, powinno się wykazać długoterminowe zobowiązanie beneficjenta/operatora do zapewnienia odpowiednich środków z innych źródeł służących zapewnieniu trwałości projektu.

W celu sprawdzenia trwałości finansowej projektu należy wykorzystać następujące zestawienia przepływów pieniężnych:

(i)	koszty eksploatacji i utrzymania	(-)
(ii)	pożyczki i kredyty (jeżeli ma zastosowanie)	(-)
(iii)	przychody	(+)
(iv)	wszystkie zasoby finansowe (subsydia krajowe)	(+)

Zalecana forma prezentacji znajduje się poniżej.

**Tabela 30. Wymagane przepływy pieniężne mające wpływ na trwałość finansową projektu**

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

Źródło: opracowanie własne.

Rekomenduje się również zapewnienie szerszego oglądu sytuacji stabilności infrastruktury drogowej zarządzanej przez beneficjenta. Po pierwsze, zaleca się analizę utrzymaniowych potrzeb finansowych z uwzględnieniem istniejącej infrastruktury sieci drogowej, ale także inwestycji planowanych oraz będących w trakcie realizacji.

Przygotowanie poniższych tabeli nr 31 i 32 nie jest wymagane w odniesieniu do

costs will be covered with a clear long-term commitment of the beneficiary/operator to provide adequate funding from other sources to ensure the sustainability of the project.

For checking the project financial sustainability, the following cash flows are to be used:

(i)	Operating and maintenance costs	(-)
(ii)	Loan repayment (where relevant)	(-)
(iii)	Revenues	(+)
(iv)	All financial resources (national subsidies)	(+)

The recommended presentation format is shown in the following table.

**Table 30. Required cash flows influencing financial sustainability of a project**

Cash flows	Year									
	1	2	3	4	5	6	...	...	n	
Investment costs										
Operating and maintenance costs										
Loan repayment										
Other										
<b>TOTAL (outflows)</b>										
Revenues										
EU grant										
Other sources of funding (national contribution, subsidies, etc.)										
<b>TOTAL (inflows)</b>										
<b>NET CASHFLOWS</b>										

Source: proprietary work.

It is recommended to also provide a broader overview of the road infrastructure sustainability including the overall road infrastructure managed by the beneficiary.

Firstly, it is recommended to analyse the O&M financial needs of the Beneficiary considering existing road network infrastructure but also the planned investments and the ones under construction.

The proposed tables no 31 and 32 below are not mandatory for a given project and

konkretnego projektu, a zawarte w nich informacje mogą być przedstawione w innej formie. Celem jest przedstawienie (przez beneficjenta, jeżeli to możliwe lub w przeciwnym wypadku przez instytucję/ciało odpowiedzialne za finansowanie) informacji o potrzebach zapewniających trwałość finansową danej sieci drogowej. W przypadku GDDKiA takie informacje powinny być uzyskane od właściwego ministerstwa, a w przypadku JST - od odpowiednich organów samorządowych.

**Tabela 31. Prognoza kosztów eksploatacji i utrzymania na sieci drogowej zarządzanej przez beneficjenta (dla wariantów inwestycyjnych jeśli dotyczy i do ustrukturyzowania w zależności od beneficjenta)**

Lata	2014	...	2020	2025	2030	2040
Łączne koszty utrzymania i eksploatacji dróg realizowanych w ramach perspektyw 2004 - 2006 oraz 2007 - 2013						
Łączne koszty utrzymania i eksploatacji dróg realizowanych w ramach perspektywy 2014-2020						
Koszty utrzymania i eksploatacji pozostałych dróg zarządzanych przez beneficjenta (pozostała sieć)						
<b>Łączne koszty utrzymania infrastruktury drogowej</b>						
Pozostałe koszty, w tym finansowe (odsetki, spłaty długów)						
<b>Koszty łączne zarządcy infrastruktury</b>						

**Uwaga:** w przypadku GDDKiA powyższe informacje powinny być uzyskane od właściwego ministerstwa, a w przypadku JST - od odpowiednich organów samorządowych.

W pozycji „*łączne koszty utrzymania i eksploatacji dróg realizowanych w ramach perspektyw 2004 - 2006 oraz 2007 - 2013*” należy wymienić łączne utrzymaniowe koszty wszystkich odcinków dróg będących przedmiotem robót budowlanych dofinansowanych z funduszy UE, w okresie programowania 2004 - 2006 oraz 2007 - 2013 (od momentu wejścia Polski do struktur UE). Koszty winny być wykazane na bazie informacji zgodnych z najbardziej aktualną analizą kosztów i korzyści dla każdego

the information could be presented in a different form. The aim is to provide (by the Beneficiary if possible and if not by the financing authority) with a global overview of the financial sustainability needs of the respective road network. In case of GDDKiA such information should be provided by the relevant ministry and in case of Local Government Unit the relevant body.

**Table 31. Forecast of O&M costs for the road network managed by the beneficiary (where applicable to the investment option and to be structured as relevant to the beneficiary)**

Years	2014	...	2020	2025	2030	2040
Total O&M costs of road projects implemented under EU financial perspectives 2004-2006 and 2007-2013						
Total O&M costs of road projects implemented under EU financial perspective 2014-2020						
Total O&M costs of other road infrastructure managed by the Beneficiary (remaining part of the network)						
<b>Total O&amp;M costs of road infrastructure</b>						
Other costs, including financial costs (interest, repayment of debts)						
<b>Total costs of the infrastructure administrator</b>						

**Note:** In case of GDDKiA above information should be provided by the relevant ministry and in case of Local Government Unit the relevant body.

In item “*total O&M costs of road projects implemented under EU financial perspectives 2004-2006 and 2007-2013*”, the total O&M costs of all sections of roads that were built/upgraded with EU funds support under the programming periods 2004-2006 and 2007-2013 (from the moment of Poland’s accession to EU), should be specified. Costs should be supported on the basis of the respective last available

z projektów.

W pozycji „koszty utrzymania i eksploatacji dróg realizowanych w ramach perspektywy 2014-2020” należy wymienić łączne koszty utrzymaniowe wszystkich odcinków dróg budowanych lub planowanych do modernizacji w tym okresie programowania. W przypadku braku informacji o pełnej liście projektów, należy zestawić inwestycje już zaplanowane i przyjęte w aktualnych dokumentach strategicznych. Koszty, w przypadku projektów planowanych do realizacji powinny być zestawione w oparciu o analizę porównawczą (np. koszt utrzymania 1km autostrady), a w przypadku projektów zrealizowanych – wykazane na bazie informacji zawartych we Wnioskach złożonych do KE lub zaakceptowanych na szczeblu krajowym.

W pozycji „koszty utrzymania i eksploatacji pozostałych dróg zarządzanych przez beneficjenta (pozostała sieć)” należy zestawić średnie, realne koszty utrzymaniowe poniesione przez beneficjenta w ciągu ostatnich 3 lat na tych drogach, które będą podstawą do wskaźnikowego (średni koszt utrzymania na 1 kilometr drogi jednojezdniowej/dwujezdniowej) oszacowania kosztów utrzymania i eksploatacji tych dróg w latach przyszłych.

Dla celów analizy należy wykorzystać najbardziej aktualne informacje dotyczące planowania i szacunków kosztów.

Z drugiej strony, prognozę przychodów beneficjenta powinno się analizować według poniższych rekomendacji:

cost-benefit analysis or road network related information.

In item “total O&M costs of road projects implemented under EU financial perspective 2014-2020”, the total O&M costs of all sections of roads that were built/upgrade with EU funds support under this programming period should be specified. If the final list of projects is not known, it is recommended to consider the ones that have been planned and analysed in the current strategic documents. In the case of projects planned for implementation – costs should be put together on the basis of benchmarks (e.g. O&M cost per 1 km of motorway), in the case of projects under implementation – costs should be demonstrated on the basis of information included in the Applications submitted to the European Commission or accepted at the national level.

In item “total O&M costs of other road infrastructure managed by the Beneficiary (remaining part of the network)”, the average real O&M costs incurred by the beneficiary within the last 3 years on that network could be considered as benchmark to assess O&M costs of those roads in future years (average O&M cost per 1 kilometre of single/double carriageway).

The most up-to-date planning information and estimates should be considered in the analysis.

On the other hand, the beneficiary’s revenue forecast should be also analysed as recommended below:

**Tabela 32. Prognoza przychodów beneficjenta (do ustrukturyzowania w zależności od beneficjenta)**

Lata	2014	...	2020	2025	2030	2040
Przychody własne						
- opłaty za korzystanie z infrastruktury drogowej						
- pozostałe przychody						
Pozostałe wpływy, w tym:						
- Dotacja Skarbu Państwa (lub JST)						
- inne dotacje i wpływy*						
Razem wpływy						

\* należy nazwać szczegółowo inne źródła wpływów

**Uwaga:** w przypadku GDDKiA powyższe informacje powinny być uzyskane od właściwego ministerstwa a w przypadku JST - od odpowiednich organów samorządowych.

**Table 32. Forecast of beneficiary revenues (to be structured as relevant to the beneficiary)**

Years	2014	...	2020	2025	2030	2040
Own revenue						
- tolls from the users of road infrastructure						
- other revenues (to be named)						
Other inflows, including:						
- Subsidy of the State Treasury (or JST)						
- other subsidies and inflows*						
Total inflows						

\* please provide details on other sources of inflows

**Note:** In case of GDDKiA above information should be provided by the relevant ministry and in case of Local Government Unit the relevant body.



## Faza IV: Ocena ryzyk projektu

### *Phase IV: Project risk assessment*

Ocena ryzyka umożliwia beneficjentowi projektu lepiej zrozumieć, w jaki sposób szacowane koszty i korzyści projektu mogą się zmienić w przypadku, gdy kluczowe zmienne okażą się inne niż oczekiwane. W celu zapewnienia ekonomicznego uzasadnienia i kwalifikowalności finansowej projektu, ocena ryzyka powinna wskazać, które ryzyka są akceptowalne, a które potrzebują dodatkowych działań zaradczych. Pomimo, że analiza ryzyka opiera się na szacunkach i prognozach (np. dotyczących kosztów), to jest to narzędzie zwiększające pewność, że decyzja dotycząca projektu inwestycyjnego jest słuszną.

Ocena ryzyka przeprowadzona na potrzeby wniosku o dofinansowanie jest obrazem postrzeganego ryzyka projektu w momencie jego składania (lub istotnej aktualizacji) do Instytucji Zarządzającej (IZ), jednakże beneficjenci powinni traktować analizę ryzyka jako „żywe” narzędzie, które powinno być aktualizowane wraz z rozwojem projektu, aby monitorowanie i zarządzanie ryzykiem było właściwe. Różne rodzaje ryzyka mogą być istotne dla projektu, o różnym prawdopodobieństwie wystąpienia i sile oddziaływania, na różnych jego etapach (przygotowanie, wdrażanie, eksploatacja).

Ocena ryzyka projektu obejmuje zarówno analizę wrażliwości, jak i analizę ryzyka. Kolejne rozdziały zawierają metodyczne wytyczne dotyczące przeprowadzania analizy ryzyka. W końcowym rozdziale znajduje się podsumowanie dotyczące prezentacji wyników (i) analizy wrażliwości oraz (ii) analizy ryzyka.

Risk assessment enables the project beneficiary to better understand the way the estimated impacts are likely to change should some key project variables turn out to be different from those expected. In order to ensure the economic justification and financial eligibility of the project, the risk assessment needs to identify which risks are acceptable, and which risks need additional mitigation. On the other hand, risk assessment is a tool to deal with uncertainty in the assumptions and forecasts (e.g. costs estimation) as a way of boosting confidence that project investment decision is correct.

The risk assessment carried out for the Funding Application is a snapshot of the project's perceived risks at the time of the submission (or significant update) to the MA; while the Beneficiary should use the risk analysis as a live tool to be updated along the project evolution in order to monitor and manage these risks adequately. Different risks might be relevant, or with a different probability of occurrence or severity at different project stages (preparation, implementation, operation).

Risk assessment covers both sensitivity analysis and risk analysis. In the chapters below, the methodological guidance on how to carry out the risk assessment is described. At the end, a chapter is summarising the required outputs to be presented for both (i) sensitivity analysis and (ii) risk analysis.

## 4.1 Analiza wrażliwości

Analiza wrażliwości służy identyfikacji tzw. zmiennych krytycznych, tj. tych zmiennych, których zmiany, pozytywne lub negatywne, mają największy wpływ na wskaźniki efektywności projektu. Jeśli wariant inwestycyjny został zidentyfikowany na wcześniejszych etapach analizy, analiza ryzyka może dotyczyć tylko wybranego wariantu inwestycyjnego.

Analiza wrażliwości powinna zostać przeprowadzona w następujących aspektach:

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

Ponadto, analiza wrażliwości powinna zostać uzupełniona o analizę scenariuszy (tj. zmiany jednego lub więcej parametrów jednocześnie). Na podstawie najlepszych praktyk i polskich doświadczeń, poniżej zaproponowano podstawowe zmienne kluczowe, które często są niedoszacowane lub przeszacowane w trakcie przygotowywania projektu, a ponadto mają największy wpływ na poziom wskaźników efektywności ekonomicznej i finansowej (ENPV, ERR, FNPV, FRR) drogowego projektu infrastrukturalnego.

Wrażliwość wskaźników efektywności ekonomicznej:

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

## 4.1 Sensitivity analysis

The sensitivity analysis will be used to identify “critical” parameters i.e. those whose variations, positive or negative, have the greatest impact on project’s performance indicators. In case the implementation option has been identified at an earlier stage of the analysis, the risk analysis may be limited to only the selected investment option.

The sensitivity analysis should present the following aspects:

- Identification of the “critical” variables which are considered the ones whose  $\pm 1\%$  variation of the base case results in corresponding variation of not less than  $\pm 1\%$  in ENPV and FNPV (for the economic and financial analysis). The analysis is carried out by varying one element at a time (analysed variable) while the others are kept constant.
- Calculation of the switching values which are defined as the percentage change of the analysed variable to make the NPV equal to zero. When for a given variable, the switching value is relatively close to the base case value, the risk can be considered as serious and a proper mitigating measure should be included as part of the project (at preparatory, implementation or operational stage). Switching values must be calculated for, at least, traffic (AADT), CAPEX, and time savings.

Additionally, sensitivity analysis should be complemented by scenario analysis (scenarios in which one or more parameters change at the same time). Based on the best practices and Polish experiences, basic key variables have been proposed, which often are underestimated or overestimated during the project preparation stage, and at the same time, they have the greatest influence on the level of economic and financial performance indicators (ENPV, ERR, FNPV, FRR) of a road infrastructure project.

Sensitivity of economic performance indicators:

(i)	AADT	- 15%
(ii)	Investment expenditures (incl. implementation delays)	+ 35%
(iii)	Time savings	-15%
(iv)	Combined: AADT -15% and investment expenditures	+ 20%

(iv)	Razem: SDR -15% i nakłady inwestycyjne	+20%
Wrażliwość wskaźników efektywności finansowej		
(i)	SDR	-15%
(ii)	Poziom opłat za przejazd lub przychody z tytułu poboru opłat za przejazd	+/-10%
(iii)	Nakłady inwestycyjne (w tym opóźnienia realizacji)	+35%
(iv)	Razem: nakłady inwestycyjne +20% i przychody z tytułu opłat za przejazd	-10%

Powyższe zmiany procentowe odnoszą się, i powinny być stosowane, do zmian wartości bezwzględnych (a nie przyrostowych) parametrów wariantu inwestycyjnego projektu. w przypadku nakładów kapitałowych, zmiany powinny dotyczyć zmian nakładów tylko w wariantcie inwestycyjnym.

Prezentacja wyników analizy wrażliwości powinna zawierać przynajmniej nazwę badanej zmiennej, zalecane założone odchylenie procentowe oraz wartość nowo obliczonego wskaźnika.

Zaleca się załączanie interpretacji uzyskanych wyników, aby uzasadnić, że planowana inwestycja pozostanie efektywna nawet przy istotnych odchyleniach kluczowych zmiennych. Jeżeli po uwzględnieniu badania zmiennych, projekt nadal wykazuje wymagane minimalne wskaźniki efektywności ekonomicznej (ENPV > 0, ERR > 4,5%), to inwestycja pozostaje ekonomicznie uzasadniona.

W przypadku, gdy wartość testowanego wskaźnika spada poniżej wymaganego poziomu (np. ENPV < 0; ERR < 4,5%), zidentyfikowana zmienna powinna zostać poddana rozszerzonej analizie ryzyka. Rozszerzona analiza zmienności danej zmiennej powinna zawierać omówienie prawdopodobieństwa wystąpienia zmian oraz identyfikację możliwych środków zaradczych lub łagodzących.

Scenariusze wrażliwości wskaźników efektywności ekonomicznej wspomniane powyżej, powinny być zawsze stosowane gdyż jest to zgodne z dotychczasową praktyką.

Sensitivity of financial performance indicators:

(i)	AADT	- 15%
(ii)	Toll level/ Toll revenues	+/-10%
(iii)	Investment expenditures (incl. implementation delays)	+ 35%
(iv)	Combined: investment expenditures + 20% and revenues from tolls	- 10%

The above proposed percentage changes relate and should be applied to the absolute (not incremental) values of the project investment scenario. In case of capital expenditure the changes relate only to the investment scenario.

The presentation of results of the sensitivity analysis should include at least the name of the analysed variable, the recommended assumed percentage change and the absolute value of the tested indicator.

It is recommended to provide an interpretation of the above results to show, whether the planned investment is still effective, even when the key variables have changed. If, after taking into account the changed variables, the project still shows the required minimum economic efficiency indicators (ENPV > 0; ERR > 4,5%), the investment project will still be economically justifiable.

In case the tested variable falls below the required level (ENPV < 0; ERR < 4.5%), the identified variable should be subject to an extended analysis of risks in the risk analysis section. The extended analysis of possible variation in the variable should include the discussion of probability of occurrence and identification of possible remedy and/or mitigation measures.

The scenarios to test economic and financial sensitivity listed above are recommended to be always carried out; this is in line with common practice so far.

## 4.2 Analiza ryzyka

Rekomendowany zakres analizy ryzyka obejmuje następujące etapy:

- Identyfikacja ryzyka
- Analiza jakościowa ryzyka
- Działania zaradcze i ich alokacja
- Monitorowanie
- Analiza ilościowa ryzyka (w przypadkach opisanych poniżej)

Metodyka przeprowadzenia analiz w wyżej wymienionych etapach została opisana poniżej. Wyniki analiz powinny być przedstawione w formie tabelarycznej, z wykorzystaniem wzorów tabel podanych w ostatnim rozdziale dotyczącym analizy ryzyka, a także zawierać opis wyników.

### Identyfikacja ryzyka

Beneficjent powinien zidentyfikować wszystkie czynniki ryzyka, które mogłyby mieć wpływ na projekt. Kilka najczęściej występujących czynników ryzyka dla projektów infrastruktury drogowej wyszczególniono w poniższej tabeli. Dla każdego ryzyka należy zidentyfikować, czy ryzyko to jest uważane za „aktywne”, tzn. identyfikowalne i istotne dla projektu na obecnym etapie analizy. Jeśli ryzyko jest „nieaktywne”, należy krótko wyjaśnić przyczynę nieaktywności. w przypadku zidentyfikowania ryzyka jako aktywnego dla projektu, należy przeprowadzić dalszą szczegółową analizę jakościową takiego ryzyka.

## 4.2 Risk analysis

It is recommended to assess the project risks considering the following stages:

- Risk identification
- Qualitative risk analysis
- Mitigation measures and allocation
- Monitoring
- Quantitative risk analysis (in the cases specified below)

The methodology of carrying out the above mentioned stages is described below; results should be synthesized using the tables presented in the last chapter of the Risk Assessment and be accompanied by an interpretation.

### Risk identification

The beneficiary should identify all risks that could have impact on the project; several common risks for road projects are presented in the table below. For each risk it should be identified if this risk is considered active (e.g. present and relevant for the project at the stage of the risk analysis elaboration), or not. If not (i.e. the risk is “closed”), then this should be briefly explained. In case the risk is identified as active, a detailed qualitative risk analysis has to be performed, as described below.

**Tabela 33. Identyfikacja ryzyka**

Nazwa ryzyka	Status ryzyka (aktywne/nieaktywne)	Jeśli nieaktywne, dlaczego:
<b><u>Ryzyka popytowe:</u></b> Poziom ruchu niższy niż prognozowany		
<b><u>Ryzyka związane z projektowaniem:</u></b> Niedostateczne wizje lokalne i inwentaryzacja Niedoszacowanie kosztu projektowania Błędy w projektowaniu		
<b><u>Ryzyka administracyjne (pozwolenia)</u></b> Opóźnienia w uzyskiwaniu pozwoleń na realizację inwestycji (np. na budowę) Opóźnienia związane z podłączeniem do sieci dystrybucyjnych Opóźnienia w uzyskiwaniu decyzji środowiskowych Opóźnienia w usuwaniu kolizji z sieciami dystrybucyjnymi		
<b><u>Ryzyka związane z nabyciem gruntów</u></b> Koszty gruntów wyższe, niż planowane Opóźnienia w realizacji procedur		
<b><u>Ryzyka związane z zamówieniami</u></b> Opóźnienia w realizacji procedur		
<b><u>Ryzyka związane z wykonaniem robót</u></b> Przekroczenie budżetu nakładów inwestycyjnych Ryzyka geologiczne (nieoczekiwane niekorzystne warunki gruntowe, osunięcia terenu, itp.) Ryzyka klimatyczne (opady, mrozy, zmiany temperatury, itp.) Ryzyka archeologiczne (wykopaliska) Ryzyka związane z wykonawcą (bankructwo, brak wystarczających zasobów, itp.)		

**Table 33. Risk identification**

Risk name	Risk status (active/closed)	If closed, provide the reasons.
<b><u>Demand risks:</u></b> Traffic different than predicted		
<b><u>Design risks:</u></b> Inadequate site surveys and investigation Inadequate design cost estimates Mistakes in design		
<b><u>Administrative risks (permits)</u></b> Delays in obtaining building permits Delays in utility connections approvals Delays in obtaining environmental approvals Delays in elimination of collisions with media		
<b><u>Land acquisition risks</u></b> Land costs higher than predicted Procedural delays		
<b><u>Procurement risks</u></b> Procedural delays		
<b><u>Construction risks</u></b> Project cost overruns Geological risks (unexpected bad soil conditions, landslides etc.) Climate risks (rainfall, frost, temperature variation, etc.) Archaeological findings Contractor related (bankruptcy, lack of resources)		

Nazwa ryzyka	Status ryzyka (aktywne/nieaktywne)	Jeśli nieaktywne, dlaczego:
<b>Ryzyka operacyjne</b> Przekroczenie budżetu kosztów operacyjnych Ryzyka klimatyczne (gwałtowne powodzie, nadzwyczajne upały, ulewy, opady śniegu, itp.)		
<b>Ryzyka regulacyjne:</b> Zmiany w przepisach prawnych dotyczących ochrony środowiska		
<b>Ryzyka finansowe:</b> Dostępność środków krajowych na finansowanie nakładów inwestycyjnych Dostępność środków krajowych na finansowanie kosztów operacyjnych Wzrost kosztów finansowania		
<b>Ryzyka zarządcze:</b> Małe możliwości zarządzania przez beneficjenta		
<b>Ryzyka polityczne:</b> Protesty społeczne Polityczne zmiany priorytetów inwestycyjnych		
<b>Inne ryzyka</b> (wyszczególnić)		

Źródło: w oparciu o rozporządzenie wykonawcze UE 2015/207, załącznik III.

Powyższa lista ma charakter indykacyjny i nie jest wyczerpująca. Jeśli inne szczególne ryzyko występuje w projekcie, należy je także opisać i ocenić.

#### Analiza jakościowa ryzyka

Dla każdego ze zidentyfikowanych czynników ryzyka, należy opisać i przeanalizować następujące aspekty, z wykorzystaniem tabeli w rozdziale 4.3:

- Przyczyna: co powoduje, że ryzyko występuje?
- Skutek: jaki wpływ będzie miało ryzyko na koszty/ korzyści / czas realizacji projektu/ finansowanie i trwałość finansową projektu?
- Podmiot zarządzający ryzykiem: podmiotem takim jest podmiot, który ma uprawnienia do zarządzania określonym ryzykiem i jest odpowiedzialny za

Risk name	Risk status (active/closed)	If closed, provide the reasons.
<b>Operation risks</b> O&M cost overruns Climate change risks (flash flooding, extreme heat, extreme rain or snowfall, etc.)		
<b>Regulatory risks:</b> Changes in environmental requirements		
<b>Financial risks</b> Availability of national financing for CAPEX Availability of national financing for OPEX Increase of financing costs		
<b>Management risks:</b> Weak capacity of management from the Beneficiary		
<b>Political risks:</b> Public opposition Political changes in investment priorities		
<b>Other risks</b> (specify)		

Source: Based on Implementing Regulation EU 2015/207 Annex III.

The list above is an indicative and not exhaustive list of main risks. If other specific risks apply to the project, they should be described and assessed as well.

#### Qualitative risk analysis

For each relevant risk identified, the following aspects must be described and analysed, using the table specified in chapter 4.3 describing the risk assessment outputs:

- Cause: what causes the risk?
- Consequence: what effect will the risk have on costs/ benefits / implementation time / funding and financial sustainability?
- Risk owner: the risk owner is the entity that has been given the authority to manage a particular risk and is accountable for doing so. It could be the beneficiary, managing authority, implementing body, line ministry, contractor, or other. Where it is not the beneficiary, who is the risk owner,

zarządzanie nim. Może to być beneficjent, instytucja zarządzająca programem operacyjnym (IZ), instytucja pośrednicząca, wykonawca robót lub inny podmiot. w przypadku, gdy podmiotem zarządzającym ryzykiem nie jest beneficjent, należy wyjaśnić w jaki sposób może on wpływać na podmiot zarządzający konkretnym ryzykiem.

- Faza projektu, którego dotyczy ryzyko: należy wskazać, czy ryzyko dotyczy jednej z następujących faz projektu: faza przygotowania (tak/nie), faza wdrażania (tak/nie), faza operacyjna (tak/nie). Jeśli ryzyko występuje tylko w fazie projektu, która została zrealizowana do momentu złożenia dokumentacji/aktualizacji do IZ, to ryzyko należy traktować jako „nieaktywne” (jak opisano w paragrafie powyżej dotyczącym identyfikacji ryzyka) i nie należy go dalej oceniać.
- Prawdopodobieństwo: wykorzystując poniższą tabelę, należy ocenić prawdopodobieństwo zdarzenia ryzyka w skali od a do E punktów.
- Siła oddziaływania ryzyka: wykorzystując poniższą tabelę, należy ocenić wpływ ryzyka w skali od i do V punktów.
- Poziom ryzyka: kombinacja skali prawdopodobieństwa i skali oddziaływania ryzyka wskazuje na całkowity poziom danego ryzyka w czterostopniowej skali (niskie/ średnie/ wysokie/ bardzo wysokie).

**Tabela 34a. Analiza jakościowa ryzyka – skala prawdopodobieństwa i skala siły oddziaływania na projekt**

Prawdopodobieństwo		
Skala	Zakres wartości prawdopodobieństwa	Wartość punktowa
Bardzo niskie	0%,10%	A
Niskie	<10% - 33%	B
Średnie	<33% - 66%	C
Wysokie	<66% - 90%	D
Bardzo wysokie	<90% - 100%	E

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

describe the ways in which the beneficiary can influence the risk owner with regard to this particular risk.

- Project stage in which risk occurs: please indicate, whether the risk exists in any of the following: Preparation stage (yes/no), Implementation stage (yes/no), Operational stage (yes/no). If a risk occurs only at a stage that has been completed at the moment of submission/update of the documentation to the MA, then this risk is “closed” (as described in the risk identification above) and does not need to be assessed anymore.
- Probability: using the table below, score the probability of the risk event occurring on a scale A-E.
- Severity: using the table below, score the impact of the risk event on a scale I-V.
- Risk level: the combination of probability and impact gives the risk on a four-level scale (low/ moderate/ high/ very high).

**Table 34a. Qualitative risk – Probability and Severity**

Probability		
Scale	Range	Value
Very Unlikely	0 - 10%	A
Unlikely	<10% - 33%	B
About as likely as not	<33% - 66%	C
Likely	<66% - 90%	D
Very Likely	<90% - 100%	E

Source: “Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects- Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020” DG Regio, December 2014

Siła oddziaływania na projekt	
Znaczenie	Wartość punktowa
Brak wpływu na dobrobyt społeczny, nawet bez podejmowania działań zaradczych	I
Mały wpływ na dobrobyt społeczny, mały wpływ na efekty finansowe projektu, działania zaradcze i korygujące są jednak potrzebne	II
Umiarkowany wpływ na dobrobyt społeczny, głównie negatywne efekty finansowe nawet w średnim lub długim terminie	III
Poziom krytyczny: wysoka strata dla dobrobytu społecznego, wystąpienie zdarzenia powoduje niemożliwość realizacji podstawowego celu projektu, działania zaradcze bardzo intensywne mogą nie doprowadzić do uniknięcia wysokich strat	IV
Poziom katastroficzny: Fiasko projektu, zdarzenie może wywołać całkowity brak realizacji celu projektu, główne efekty projektu nie będą uzyskane w średnim i długim terminie	V

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

Poziom ryzyka jest kombinacją prawdopodobieństwa i siły oddziaływania. Im wyższy poziom ryzyka, tym intensywniejsze działania zaradcze należy podjąć w celu obniżenia poziomu ryzyka. Poniższa tabela definiuje poziom ryzyka w zależności od prawdopodobieństwa i siły oddziaływania w odpowiednich kolorach.

Tabela 34b. Analiza jakościowa ryzyka – Poziom 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.

Należy podkreślić, że częścią analizy jakościowej ryzyka całego projektu powinna być ocena ryzyka zmian klimatu (w szczególności będzie to wymagało szerszego ujęcia, jeśli nie zostało ujęte w OOS). Działania zaradcze, adaptacyjne i uodparniające na skutki zmian klimatu powinny być należycie przedstawione. Szczegółowe wytyczne

Severity	
Meaning	Value
No relevant effect on social welfare, even without remedial actions	I
Minor loss of social welfare generated by the project, affecting the project long run effects very little; Remedial or corrective actions are, however, needed	II
Moderate loss of social welfare generated by the project, mostly financial damage, even in the medium-long run	III
Critical; High loss of social welfare generated by the project; the failure causes a loss of primary function(s) of the project; Remedial actions, even large, are not enough to avoid serious damage	IV
Catastrophic; Project default; The failure may result in serious or even total loss of the project functions. Main project effects in the medium-long term do not materialize	V

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

The risk level is the combination of probability and severity. The higher the risk level, the more justification and mitigation is needed to lower the risk to acceptable levels. Four risk levels are defined as follows with the associated colours.

Table 34b. Qualitative risk - Risk level

		Probability				
		I	II	III	IV	V
Severity	A	Low	Low	Low	Low	Moderate
	B	Low	Low	Moderate	Moderate	High
	C	Low	Moderate	Moderate	High	High
	D	Low	Moderate	High	Very High	Very High
	E	Moderate	High	Very High	Very High	Very High

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

It is important to highlight that climate change risk assessment should also be part of the overall project qualitative risk analysis (in particular, it will require further development if not performed within EIA). Mitigation, adaptation and resilience measures for climate change risks should be duly presented (specific guidance on



na ten temat nie są przedmiotem niniejszego podręcznika, choć powinny być częścią ogólnej analizy ryzyka projektu wg. powyżej przedstawionego podejścia, konkretne zalecenia są zawarte w ogólnodostępnych publikacjach KE oraz Ministerstwa Środowiska (w Instrukcji do Wniosku o dofinansowanie w części dotyczącej klimatu oraz w Poradniku przygotowania inwestycji z uwzględnieniem zmian klimatu, ich łagodzenia i przystosowania do zmian oraz odporności na klęski żywiołowe).

#### Działania zaradcze i wskazanie podmiotów odpowiedzialnych

Po zidentyfikowaniu ryzyk i ich ocenie, dla każdego ryzyka należy określić strategię reagowania oraz działania zaradcze.

Wyróżniamy cztery główne strategie działań zaradczych:

- **Zapobieganie ryzyku:** oznacza zmianę planu przedsięwzięcia w celu wyeliminowania zagrożenia lub wyeliminowania wpływu ryzyka na projekt. Działania zaradcze mogą polegać na zmianie projektu technicznego, modelu instytucjonalnego, sposobu finansowania lub formuły kontraktu wykonawczego.
- **Ograniczanie ryzyka:** oznacza redukcję prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka lub jego skutków poprzez wprowadzenie zmian do przedsięwzięcia, takich jak zmiany w projektowaniu lub wykorzystaniu materiałów. Różnica w stosunku do strategii "zapobiegania" ryzyka polega na tym, że ryzyko jest jedynie ograniczone, a nie jest wyeliminowane.
- **Przeniesienie ryzyka:** oznacza przeniesienie odpowiedzialności za ryzyko na stronę trzecią (inny podmiot) za określoną cenę. Firmy ubezpieczeniowe są najbardziej oczywistym przykładem takiej strony trzeciej, ale może to być również inny podmiot uczestniczący w projekcie, np. wykonawca. Przeniesienie ryzyka musi wynikać z umowy, gwarancji lub mechanizmów cenowych (między innymi). Przeniesienie ryzyka ma sens tylko wtedy, jeśli strona przejmująca ryzyko jest w stanie (lepiej) kontrolować dane ryzyko, a także posiada środki na pokrycie skutków oddziaływania danego ryzyka, w przypadku, gdy ryzyko się zmaterializuje.
- **Tolerowanie ryzyka:** jest strategią przyjmowaną w sytuacjach, w których nie można zapobiec ryzyku, ograniczyć go lub (ekonomicznie) przenieść. Dlatego takie ryzyko musi być po prostu tolerowane. Jednakże to podejście wymaga opracowania planu awaryjnego na wypadek wystąpienia negatywnego zdarzenia lecz nie wymaga wcześniejszych działań.

the topic are not object of the present manual, although need to be part of the overall project risk analysis following the above presented framework, for specific recommendations refer to the relevant available documentation published by the EC and the Ministry of the Environment (Instructions for application for financing in part on the climate and the Guidance preparation of investments, including climate change mitigation and adaptation to change and disaster resilience).

#### Mitigation measures and allocation

Once risks have been identified and assessed, response strategies and mitigation measures should be defined for each risk. Four general strategies exist:

- **Prevent:** this means changing the project plan in order to eliminate a risk, or to eliminate its impact on the project. These changes could imply a different design, business model, financing scheme or contract form.
- **Mitigate:** this implies the reduction of either the probability or the impact of the risk by making changes to the project such as a different design, planning or material use. The difference with "prevent" is that in this case the risk is merely reduced, not eliminated.
- **Transfer:** this implies the transfer of the ownership of a risk to a third party for a certain price. Insurance companies are the most obvious examples of such a third party, but it can also be another party in the project, such as the contractor. Transfers need to be specified in contracts, guarantees or pricing mechanisms (amongst others); transferring a risk only makes sense if the receiving party is (better) able to control the risk, and also has the resources to cover the impact, should the event materialise.
- **Tolerate:** this is the strategy for those situations where the risk cannot be avoided, treated or (economically) transferred, and is therefore simply tolerated. It must involve a contingency plan in case the event materialises, but does not require any a priori action.

Strategie "Zapobiegania" i "Ograniczania" są powiązane z matrycą poziomu ryzyka w następujący sposób:

Siła wpływu/ Prawdopodobieństwo	I	II	III	IV	V
A					
B	Zapobieganie lub ograniczanie			Ograniczanie	
C					
D	Zapobieganie		Zapobieganie i ograniczanie		
E					

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

Strategie "Przeniesienie" i "Tolerowanie" dotyczą tylko wybranych czynników ryzyka.

Po wyborze strategii reagowania, dla każdego czynnika ryzyka, należy określić bardziej szczegółowe działania zaradcze dla każdego z nich. Dla wybranych działań zaradczych należy uwzględnić koszty ich wprowadzania. Należy również jednoznacznie wskazać podmiot odpowiedzialny za ich realizację.

#### Monitorowanie ryzyka

Beneficjent musi opisać zastosowane strategie monitorowania ryzyka, aby później można było oszacować prawidłowość oceny ryzyka i skuteczność działań zaradczych. Można przedstawić krótki opis procedur monitorowania i stosowanych protokołów.

#### Analiza ilościowa ryzyka

Probabilistyczna analiza ryzyka jest wymagana wtedy, gdy ryzyko rezydualne jest nadal znaczne lub w innych przypadkach, w zależności od wielkości projektu oraz dostępności danych o rozkładach prawdopodobieństwa. Pomimo że nie jest to obowiązkowe, zachęcamy beneficjentów do wykorzystywania rozkładów prawdopodobieństwa uzyskanych na podstawie historycznych danych o wdrożonych projektach, jeśli są one dostępne, takich jak: wartość nakładów kapitałowych, termin realizacji przedsięwzięcia, wartość korzyści ekonomicznych, czy też dane ruchowe. Proces gromadzenia niezbędnych danych krajowych, analizy i uzyskiwania rozkładów prawdopodobieństwa został zainicjowany przy wsparciu JASPERS.

W sektorze transportu, krytycznymi parametrami dla projektu są najczęściej koszt inwestycji, poziom ruchu i terminy realizacji projektu (opóźnienia powodują

The "Prevent" and "Mitigate" strategies are generally linked to the risk level matrix in the following way:

Severity / Probability	I	II	III	IV	V
A					
B	Prevention or mitigation			Mitigation	
C					
D	Prevention		Prevention and mitigation		
E					

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

The "Transfer" and "Tolerate" strategies apply to some specific risks that need to be assessed by the project.

Once the main strategy has been selected for each risk, a more detailed mitigation measure should be defined for each identified risk. The selected measure should also bear in mind the cost of implementing the measure. Its allocation to the responsible party must also be specified.

#### Risk monitoring

The beneficiary must summarise what risk monitoring strategies it has in place, in order to subsequently evaluate the correctness of its risk assessment and the effectiveness of the mitigation measures. A brief description of the monitoring procedures and protocols employed can be presented.

#### Quantitative risk analysis

A probabilistic risk analysis is required where residual risk exposure is still significant or in any other relevant cases depending on project size and availability of probability distributions data. Although not being mandatory, beneficiaries are encouraged to use probability distributions based on historical project data when available, to perform quantitative risk analysis for such variables as capital expenditure, duration of the project implementation, value of economic benefits and traffic. The process of gathering required national data, analysis and obtaining probability distributions is currently planned to be undertaken with the support of JASPERS.

zmniejszenie korzyści). Po zgromadzeniu odpowiednich danych i zakończeniu analizy, przy pomocy funkcji rozkładu prawdopodobieństwa zmiennych, można za pomocą symulacji Monte Carlo lub podobnych narzędzi, wyznaczyć rozkład prawdopodobieństwa dla wartości ERR, ENPV, FNPV i FRR (jeśli możliwe).

**Do czasu opracowania rozkładów prawdopodobieństwa, analiza ryzyka projektu będzie ograniczona tylko do analizy jakościowej.**

### 4.3 Przedstawienie wyników oceny ryzyka

#### Analiza wrażliwości

Jak to opisano powyżej, analiza wrażliwości powinna obejmować identyfikację „krytycznych” zmiennych projektu, a także wyliczenie „wartości progowych” zmiennych, co pozwala ocenić ryzyko projektu i możliwość podjęcia działań zapobiegawczych. w ostatecznej formie analiza będzie obejmować analizę scenariuszy, w której wpływ zmian różnych zmiennych kluczowych jest uwzględniony, w tym także kombinacje odchyleń różnych zmiennych. Jak tylko ilościowa analiza ryzyka będzie możliwa do przeprowadzenia (w chwili obecnej nie jest to możliwe), niniejszy rozdział będzie również przedstawiać prawdopodobieństwa zdefiniowanych scenariuszy zmian oraz prawdopodobieństwa osiągnięcia wartości progowych przez zmienne krytyczne.

#### Prezentacja wyników analizy ryzyka

Wyniki analizy ryzyka powinny zawierać tabelę identyfikującą poszczególne ryzyka oraz poniższą tabelę przedstawiającą matrycę ryzyka (autor może według własnego uznania zmienić formę prezentacji tych danych).

Jak to opisano powyżej, jak tylko ilościowa analiza ryzyka będzie możliwa, matryca ta powinna zostać uzupełniona z wykorzystaniem rozkładów prawdopodobieństwa zmiennych krytycznych. Pozwoli to na uzyskanie rozkładów prawdopodobieństwa i parametrów opisowych dla wskaźników efektywności finansowej i ekonomicznej.

In the transport sector, the critical parameters are usually investment cost, demand and project implementation delays (causing lower benefits). Once data gathering and analysis is finalised, using the probability functions, the distribution function for ERR, ENPV, FNPV and (where possible) FRR may be calculated, using Monte Carlo simulation or similar tools.

**In the meantime, while no probability distributions are available, the analysis is limited to the qualitative part.**

### 4.3 Expected outputs of the risk assessment

#### Sensitivity analysis

As described above, the sensitivity analysis should present the “critical” project variables as well as the calculation of the “switching values” in order to judge on the risk of the project and the opportunity of undertaking risk-preventing actions. Finally, the sensitivity analysis will include a scenario analysis where impacts of different variations on key variables as well as combinations of these values are considered, as described above. Once the quantitative risk analysis becomes possible, not for the time being, this chapter will also contain the probabilities of the scenarios listed, as well as the probabilities of the switching values being reached.

#### Risk analysis output presentation

The output of the risk analysis will include the risk identification table complemented by the risk matrix table below (the presentation format of this data can be adapted by the author as deemed appropriate).

As mentioned above, only when the quantitative analysis will be possible, the matrix will be complemented by the probability distributions of critical variables allowing obtaining probability functions and statistical indicators of project financial and economic performance indicators.

Tabela 35. Matryca ryzyka – analiza rozszerzona

Pole	Format danych	Zakres wartości danych
Nazwa ryzyka	<tekst>	Opis ryzyka, np.: " poziom ruchu poniżej prognozy"
Kategoria ryzyka	<pole wyboru opcji>	Popyt, Projektowanie, Administracyjne, Nabycie gruntów, Zamówienia, Budowa, Operacyjne, Regulacyjne, Finansowe, Zarządcze, Polityczne, Inne
Przyczyna	<tekst>	Opis pierwotnych czynników mających wpływ dla wystąpienie i zmaterializowanie się ryzyka
Pole	Format danych	Zakres wartości danych
Skutek	<pole wyboru więcej, niż jednej opcji>	Wzrost kosztów/ Redukcja korzyści/ Opóźnienie w realizacji projektu/ Finansowanie i trwałość finansową projektu
Podmiot zarządzający ryzykiem	<pole wyboru opcji>	Beneficjent/ IZ/ Ministerstwo właściwe ds. transportu drogowego/ Wykonawca robót/ inny podmiot
Faza projektu, którego dotyczy ryzyko	<3 * tak/nie>	Faza przygotowawcza (tak/nie) Faza wdrożenia (tak/nie) Faza operacyjna (tak/nie)
Prawdopodobieństwo	<liczba od a do E>	Odpowiednio od a do E (Por. wcześniejsza tabela z definicją skali)
Siła oddziaływania	<liczba od i do V>	(Por. wcześniejsza tabela z definicją skali)
Poziom ryzyka	<pole wyboru opcji>	Kombinacja prawdopodobieństwa i siły oddziaływania Niski/Średni/Wysoki/Bardzo wysoki
Strategia zarządzania ryzykiem	<pole wyboru opcji>	Unikanie/przeniesienie/przeciwdziałanie/tolerowanie
Środki ograniczające wpływ ryzyka	<tekst>	Opis słowny
Podmiot zarządzający ograniczaniem wpływu ryzyka	<pole wyboru opcji>	Beneficjent/ IZ/ Ministerstwo właściwe ds. transport drogowego/ Wykonawca robót /inny podmiot

Wyniki analizy ryzyka powinny zawierać komentarz do matrycy ryzyka dotyczący oceny ryzyk, które pozostaną po zastosowaniu działań zapobiegawczych i ograniczających ryzyko.

Table 35. Risk matrix – extended analysis

Field	Input data	Data options
Risk name	<text>	Risk description, e.g. "traffic lower than forecast"
Risk category	<choose between option>	Demand/ Design/ Administrative/ Land acquisition/ Procurement/ Construction/ Operational/ Regulatory/ Financial/ Management/ Political/ Other
Cause	<text>	Verbal description of underlying factors that may cause the risk to materialise
Field	Input data	Data options
Consequence	<choose between option>	Cost increase/Benefit reduction/ Delay in project implementation/ Funding and financial sustainability
Risk owner	<choose between option>	Beneficiary / Managing Authority / Implementing Body / Line Ministry / Contractor / other
Project stage in which risk occurs	<3 * yes/no>	Preparation stage (yes/no) Implementation stage (yes/no) Operational stage (yes/no)
Probability	<letter A-E>	Corresponding to Very unlikely/ Unlikely/ About as likely as not/ Likely/ Very likely. See table 34a.
Severity	<number I-V>	See table 34a.
Risk level	<choose between option>	Product of probability and severity Low/ Moderate/ High/ Very High
Response strategy	<choose between option>	Prevent/ Mitigate/ Transfer/ Tolerate
Mitigation measure	<text>	Verbal description
Mitigation measure owner	<choose between option>	Beneficiary/ MA/ Line Ministry/ Contractor/other

The analysis above should be accompanied by a description on the risk matrix concerning, in particular, outstanding risks after preventive and mitigating measures.

In the above table the project phase and category of risk are separated, because risks may occur in different phases in a different configuration.

The Risk owner may not be the same entity that the Mitigation measure owner.

W powyższej tabeli wyszczególniono fazy projektu i kategorie ryzyka, ponieważ możliwa jest różna konfiguracja występowania tych czynników w różnych fazach projektu.

Podmiot zarządzający danym ryzykiem może być inny niż podmiot odpowiedzialny za wdrażanie działań zaradczych dla tego ryzyka.

# Wpływ na zatrudnienie

## *Impact on employment*

W tym punkcie jest mowa o tym, jak należy podać informacje o liczbie nowych miejsc pracy, które powstaną dzięki projektowi w trakcie jego realizacji, a także o liczbie miejsc pracy, które mogą powstać (lub zostać zlikwidowane) na etapie eksploatacji. W projektach infrastrukturalnych szczególny nacisk kładzie się na czasowe zatrudnienie związane z realizacją projektu, ponieważ budowa infrastruktury wymaga zaangażowania znacznie większej siły roboczej, aniżeli ma to miejsce podczas eksploatacji i utrzymania.

W celu uproszczenia analizy dopuszcza się ocenę jedynie bezpośredniego wpływu danego projektu na zatrudnienie, nie analizując kosztów pracy związanych ze sprzętem.

Warto zwrócić uwagę na fakt, że przedstawiony poniżej sposób obliczenia stworzonych miejsc pracy jest związany wyłącznie z danym projektem. z uwagi na jego indykatywny charakter nie powinien służyć do kalkulacji zagregowanych ilości miejsc pracy tworzonych w ramach danego programu inwestycyjnego (np. jako skumulowaną liczbę nowych miejsc pracy z poszczególnych projektów drogowych).

### 5.1 Miejsca pracy utworzone na etapie realizacji

Informacje o okresowym zatrudnieniu na etapie realizacji zazwyczaj nie są od razu dostępne. Dlatego też opracowano metodykę, która pozwala na sporządzenie szacunku zatrudnienia związanego z realizacją projektu przy zastosowaniu współczynnika średniego udziału kosztów pracy w robotach budowlanych. Dwa kluczowe elementy wspomnianej metodyki to:

- udział składnika pracy w kosztach projektu,
- średni roczny koszt pracy pracownika.

Koszty projektu obejmują prace budowlane, koszty sprzętu, projektowania, nadzoru,

This chapter aims at estimating the number of new jobs created by the project during the implementation stage and the number of jobs which may be created (or eliminated) during its operation. In infrastructure projects, special emphasis is put on temporary employment connected with implementation, because the infrastructure construction requires hiring significantly greater workforce than the operation and maintenance.

In order to simplify the analysis, it is possible to evaluate only the direct impact of the project on employment without labour costs connected with equipment.

It should be emphasised that the approach to calculating the number of new jobs described below concerns only the jobs created by the specific project; therefore, it should not be used to calculate an aggregate number of new jobs in a given investment program (i.e. as the addition of the different number of jobs created by the road projects investments themselves).

### 5.1 Jobs created during implementation stage

Information about temporary employment on the implementation stage is not usually available. Therefore, a methodology that allows estimating the employment connected with project implementation using average share of labour costs coefficient in construction works has been elaborated. Two key elements of the mentioned methodology are:

- share of labour cost component in project costs,
- average annual labour cost.

Project costs include, normally, construction costs, equipment costs, costs of design,

szkoleń i pomocy technicznej. Te koszty należy wyrazić w stałych cenach; mogą one obejmować rezerwy na nieprzewidziane okoliczności natury technicznej, jednak z wykluczeniem nieprzewidzianych okoliczności związanych z cenami i podatkami.

Średni udział kosztów pracy w łącznych kosztach projektu netto dla danego projektu drogowego wynosi 25%.

Średni roczny koszt pracy jednego pracownika obejmuje roczne wynagrodzenie brutto pracowników w sektorze budowlanym i produkcyjnym, ale również inne, pośrednie koszty ponoszone przez pracodawcę, takie jak składki na ubezpieczenie społeczne, koszty szkoleń, koszty przejazdów itp., pomniejszone o ewentualne otrzymane dotacje. Informacje o wysokości wynagrodzenia brutto w sektorze przedsiębiorstw (w ujęciu miesięcznym lub kwartalnym) można uzyskać z Głównego Urzędu Statystycznego. Kwotę tę należy następnie powiększyć o obowiązkowe narzuty płacone przez pracodawcę (średnio 21%). w dalszej kolejności powinno się uwzględnić koszty związane z pracą, których nie ujęto w wynagrodzeniu. Wartość tę szacuje się na 25% kosztów projektu – obliczonych wcześniej.

Czasowe zatrudnienie w osobolatach oblicza się dwuetapowo:

1. obliczenie wartości składnika pracy w łącznych kosztach projektu – koszty projektu pomnożone przez średni udział kosztów pracy (równy 25%);
2. podzielenie wartości składnika pracy przez średni roczny koszt pracy przypadający na jednego pracownika.

Obliczenia należy przeprowadzić w następujący sposób:

$$N_{TE} = \frac{CAPEX * 0.25}{L_E}$$

gdzie:

$N_{TE}$  – liczba pracowników zatrudnionych na etapie realizacji projektu

CAPEX – całkowite koszty inwestycyjne projektu

$L_E$  – średni koszt pracy pracownika w sektorze budowlanym

supervision, training, and technical assistance. Total project costs shall be specified in constant prices (at base year value); they may also cover reserves for unforeseen technical circumstances, but exclude price contingencies and taxes.

Average share of labour costs in total net project costs for a given project equals to 25%.

Average annual labour cost for one employee includes annual gross salary in construction and production sector, but also other indirect costs incurred by the employer, such as social insurance, training costs, travel costs, etc. diminished by possible subsidies. Information about gross salary in private sector (in monthly or quarterly depiction) may be obtained from Main Statistical Office (GUS). Then, the amount shall be increased by the mandatory surcharges paid by the employer (average 21%). Then the costs connected with work that were not included in the salary should be taken into account. That value is estimated at 25% of project works costs calculated earlier.

Temporary employment in person years is calculated in two stages:

1. calculation of value of labour cost component in total project costs - project costs multiplied by average share of labour costs (estimated at 25%);
2. division of labour component value by average annual labour cost per one employee.

Calculation should be performed as follows:

$$N_{TE} = \frac{CAPEX * 0.25}{L_E}$$

where:

$N_{TE}$ —number of temporary employees by the project at construction phase

CAPEX – total project investment costs

$L_E$ —average labour costs of an employee in the construction sector

## 5.2 Miejsca pracy utworzone (lub zlikwidowane) na etapie eksploatacji

### 5.2 Jobs created (or eliminated) during the operation stage

Wyznaczenie liczby miejsc pracy utworzonych na etapie eksploatacji powinno być oparte na planie operacyjnym lub biznesowym zarządcy infrastruktury (GDDKiA lub innego, właściwego dla projektu gestora infrastruktury drogowej). Ten plan powinien być zgodny z prognozą ruchu i szacunkiem kosztów operacyjnych przedstawionym wcześniej. Należy przedstawić również podstawowe rozwiązania organizacyjne.

Szacunek dotyczący zatrudnienia obejmuje wszystkie miejsca pracy w administracji, eksploatacji i utrzymaniu infrastruktury drogowej.

Przy szacowaniu możliwej przyszłej ewolucji zatrudnienia mogą wystąpić następujące sytuacje:

- Krótkoterminowe zmniejszenie zatrudnienia (zwolnienia) z powodu zwiększenia efektywności związanej z inwestycją
- Długoterminowa zmiana zatrudnienia pobudzona przez inwestycję
- Brak wpływu inwestycji na zatrudnienie.

W ocenie należy odnieść się przede wszystkim do długoterminowych zmian.

Dla celów obliczeń, proponuje się przyjąć udział kosztów pracy na poziomie 35% całkowitych kosztów utrzymaniowych.

Oprócz bezpośredniego wpływu na zatrudnienie, należy opisać ewentualne, pośrednie możliwości zatrudnienia, związane z realizacją projektu i późniejszą jego eksploatacją.

Posiadając powyższe informacje można wykazać, czy analizowana inwestycja w fazie eksploatacji przyczyni się do wytworzenia czy zlikwidowania miejsc pracy.

The determination of number of jobs created at the operation stage should be based on the infrastructure administration's (GDDKiA's or the relevant road infrastructure manager) operation or business plan. That plan should be consistent with traffic forecasts and maintenance and operation cost estimation previously presented. Basic organization solutions should be presented as well.

Estimations concerning employment include all jobs in administration, management, operation and maintenance of road infrastructure.

During estimation of possible future employment evolution, the following situations may occur:

- Short-term decrease of employment (dismissals) due to increase of efficiency connected with the investment
- Long-term change of employment stimulated by the investment
- No influence on employment connected with the investment.

The evaluation should focus mainly on long-term changes.

For calculation purposes, it is proposed an average share of labour work costs in annual O&M costs equals to 35%.

Besides direct influence on possible employment, employment indirect opportunities connected with project implementation and its future operation should be also described.

Based on the above mentioned information, it can be proved if the analysed investment contributes to creation or to elimination of jobs during the implementation stage.



## Literatura i literatura uzupełniająca

- [1]. Belli P. et al., Economic Analysis of Investment Operations. Analytical Tools and Practical Applications, The World Bank, Washington, D.C. 2001.
- [2]. Belli P., Handbook on Economic Analysis of Investment Operations, The World Bank, Washington, D.C. 1998.
- [3]. Datka S., Suchorzewski W., Tracz M., Inżynieria ruchu, WKiŁ, Warszawa 1997.
- [4]. European Commission, External Costs of Transport, Externalities of Energy, Vol. 9: Fuel Cycles for Emerging and End-Use Technologies, Transport and Waste, Brussels 1999.
- [5]. European Commission, Guidance on Ex ante Conditionalities for the European Structural and Investment Funds PART II, 13 February 2013.
- [6]. European Investment Bank, Guide to Economic Appraisal of Investment Projects, Projects Directorate, Luxembourg 2012.
- [7]. European Investment Bank, Induced GHG Footprint - The carbon footprint of projects financed by the Bank - Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations - Version 10.1, April 2014.
- [8]. Eurostat, Consumer prices of petroleum products, end of second half 2012, Euro/ECU exchange rates - annual data, Harmonised Index of Consumer Prices, Gross domestic product at market prices.
- [9]. Florio M., Vignetti S., Cost-benefit analysis of infrastructure projects in an enlarged European Union: an incentive-oriented approach, Università degli Studi di Milano, May 2003.
- [10]. GDDKiA, Instrukcja obliczania przepustowości dróg i i II klasy technicznej – Załącznik do zarządzenia Nr 6/95 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych z dnia 31 marca 1995 r., Warszawa 1995.
- [11]. GDDKiA, Metoda obliczania przepustowości rond – Instrukcja obliczania – Zarządzenie Nr 20 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia

## *Literature and supplementary literature*

- [1]. Belli P. et al., Economic Analysis of Investment Operations. Analytical Tools and Practical Applications, The World Bank, Washington, D.C. 2001.
- [2]. Belli P., Handbook on Economic Analysis of Investment Operations, The World Bank, Washington, D.C. 1998.
- [3]. Datka S., Suchorzewski W., Tracz M., Inżynieria ruchu, WKiŁ, Warszawa 1997.
- [4]. European Commission, External Costs of Transport, Externalities of Energy, Vol. 9: Fuel Cycles for Emerging and End-Use Technologies, Transport and Waste, , Brussels 1999.
- [5]. European Commission, Guidance on Ex ante Conditionalities for the European Structural and Investment Funds PART II, 13 February 2013.
- [6]. European Investment Bank, Guide to Economic Appraisal of Investment Projects, Projects Directorate, Luxembourg 2012.
- [7]. European Investment Bank, Induced GHG Footprint - The carbon footprint of projects financed by the Bank - Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations - Version 10.1, April 2014.
- [8]. Eurostat data, Consumer prices of petroleum products, end of second half 2012, Euro/ECU exchange rates - annual data, Harmonised Index of Consumer Prices, Gross domestic product at market prices.
- [9]. Florio M., Vignetti S., Cost-benefit analysis of infrastructure projects in an enlarged European Union: an incentive-oriented approach, Università degli Studi di Milano, May 2003.
- [10]. GDDKiA, Instrukcja obliczania przepustowości dróg i i II klasy technicznej – Załącznik do zarządzenia Nr 6/95 Generalnego Dyrektora Dróg publicznych z dnia 31 marca 1995, Warszawa 1995.
- [11]. GDDKiA, Metoda obliczania przepustowości rond – Instrukcja obliczania – Zarządzenie Nr 20 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia

23.07.2004r., Warszawa 2004.

[12]. GDDKiA, Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań bez sygnalizacji świetlnej – Instrukcja obliczania – Zarządzenie Nr 20 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 23.07.2004r., Warszawa 2004.

[13]. GDDKiA, Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną – Instrukcja obliczania – Zarządzenie Nr 20 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 23.07.2004r., Warszawa 2004.

[14]. GDDKiA, Wytyczne organizacji i przeprowadzania Generalnego Pomiaru Ruchu w 2010 roku na drogach krajowych, Warszawa 2009.

[15]. Główny Urząd Statystyczny, Koszty w układzie rodzajowym w podmiotach gospodarczych o liczbie pracujących powyżej 49 osób, Budownictwo, 2012.

[16]. HEATCO – Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment, University of Stuttgart, Stuttgart 2006.

[17]. Highway Assignment Modelling, TAG UNIT M3.1, Department for Transport, Transport Analysis Guidance (TAG), January 2014.

[18]. IBDiM, Instrukcja oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych, Warszawa 2012.

[19]. INFRAS, External Costs of Transport, Update Study, Final Report, Zurich – IWW, Karlsruhe, October 2004.

[20]. JASPERS, The Use of Transport Models in Transport Planning and Project Appraisal, Luty 2014.

[21]. Jamroz K., Budzyński M., Gaca S., Kieć M., Michalski L., Kustra W., Gumińska L., Praca badawcza wykonana na zlecenie GDDKiA, Metoda Prognozowania Wskaźników BRD dla potrzeb analiz efektywności ekonomicznej inwestycji realizowanych na drogach krajowych w Polsce, Gdańsk Kwiecień 2012.

[22]. Praca zespołowa pod kierunkiem A. Jażdżik-Osmólskiej, Wycena kosztów wypadków i kolizji drogowych na sieci dróg w Polsce na koniec roku 2013, z wyodrębnieniem średnich kosztów społeczno-ekonomicznych zdarzeń drogowych na transeuropejskiej sieci transportowej, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Zakład Ekonomiki, Warszawa listopad 2014.

[23]. Korzhenevych, A., Dehnen N., Bröcker J., Holtkamp, M., Meier H., Gibson G., Varma A., Cox V., Update of the Handbook on External Costs of Transport, European

23.07.2004r., Warszawa 2004.

[12]. GDDKiA, Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań bez sygnalizacji świetlnej – Instrukcja obliczania – Zarządzenie Nr 20 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 23.07.2004r., Warszawa 2004.

[13]. GDDKiA, Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną – Instrukcja obliczania – Zarządzenie Nr 20 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 23.07.2004r., Warszawa 2004.

[14]. GDDKiA, Guidelines for the organization and realisation of the General Traffic Measurement in 2010 on national roads, Warsaw 2009.

[15]. GUS (Central Statistical Office of Poland), Costs by type in economic entities with more than 49 employees, Construction, 2012.

[16]. HEATCO – Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment, University of Stuttgart, Stuttgart 2006.

[17]. Highway Assignment Modelling, TAG UNIT M3.1, Department for Transport, Transport Analysis Guidance (TAG), January 2014.

[18]. IBDiM, Instrukcja oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych, Warszawa 2008.

[19]. INFRAS, External Costs of Transport, Update Study, Final Report, Zurich – IWW, Karlsruhe, October 2004.

[20]. JASPERS, The Use of Transport Models in Transport Planning and Project Appraisal, February 2014.

[21]. Jamroz K., Budzyński M., Gaca S., Kieć M., Michalski L., Kustra W., Gumińska L., Praca badawcza wykonana na zlecenie GDDKiA, Metoda Prognozowania Wskaźników BRD dla potrzeb analiz efektywności ekonomicznej inwestycji realizowanych na drogach krajowych w Polsce, Gdańsk April 2012.

[22]. Praca zespołowa pod kierunkiem A. Jażdżik-Osmólskiej, Wycena kosztów wypadków i kolizji drogowych na sieci dróg w Polsce na koniec roku 2013, z wyodrębnieniem średnich kosztów społeczno-ekonomicznych zdarzeń drogowych na transeuropejskiej sieci transportowej, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Zakład Ekonomiki, Warszawa listopad 2014.

[23]. Korzhenevych, A., Dehnen N., Bröcker J., Holtkamp, M., Meier H., Gibson G., Varma A., Cox V., Update of the Handbook on External Costs of Transport, Europe-

Commission DG MOVE, January 2014.

[24]. Krych A., Słownictwo kompleksowych badań i modelowania potoków ruchu; materiały z II ogólnopolskiej konferencji Naukowo – Technicznej, Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu, Kraków Listopada 2010.

[25]. Litman T., Transportation Cost Analysis: Techniques, Estimates and Implications, Second Edition, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, January 2009.

[26]. Maibach M., Schreyer C., Sutter D., Van Essen H.P., Boon B.H., Smokers R., Schroten A., Doll C., Handbook on estimation of external costs in the transport sector, Delft, February 2008.

[27]. Maibach M., Schreyer C., Sutter D., Zandonella R., Van Essen H.P., Otten M., Schroten A., Doll C., External Costs of Transport in Europe, Update Study for 2008, Delft 2011.

[28]. Merkisz J., Nowak M., Pielecha J., Fuć P., Merkisz-Guranowska A., Środki i infrastruktura transportu, Politechnika Warszawska, Warszawa 2013.

[29]. Ortuzar J. de Dios, Willumsen L.G., Modelling Transport, John Wiley & Sons Ltd, Chichester 2001.

[30]. Programowanie perspektywy finansowej 2014-2020, - Umowa Partnerstwa zaakceptowana przez Komisję Europejską 23 maja 2014 roku.

[31]. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. z 1999r., Nr 43, poz. 430).

[32]. Sartori D., Catalano G., Genco M., Pancotti C., Sirtori E., Vignetti s., Del Bo C., Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects – Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020, European Commission DG Regio, Brussels Grudzien 2014.

[33]. Supernak J., Modele powstawania miejskiego ruchu osobowego, WKiŁ, Warszawa 1980.

[34]. Transprojekt Warszawa, Prognoza ruchu na zamiejskiej sieci dróg krajowych do roku 2020, Warszawa 2002.

[35]. United Nations, Economic Commission for Europe, Cost Benefit Analysis of Transport Infrastructure Projects. a set of guidelines for socio-economic cost

an Commission DG MOVE, January 2014.

[24]. Krych A., Słownictwo kompleksowych badań i modelowania potoków ruchu; materiały z II ogólnopolskiej konferencji Naukowo – Technicznej, Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu, Kraków Listopada 2010.

[25]. Litman T., Transportation Cost Analysis: Techniques, Estimates and Implications, Second Edition, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, January 2009.

[26]. Maibach M., Schreyer C., Sutter D., Van Essen H.P., Boon B.H., Smokers R., Schroten A., Doll C., Handbook on estimation of external costs in the transport sector, Delft, February 2008.

[27]. Maibach M., Schreyer C., Sutter D., Zandonella R., Van Essen H.P., Otten M., Schroten A., Doll C., External Costs of Transport in Europe, Update Study for 2008, Delft 2011.

[28]. Merkisz J., Nowak M., Pielecha J., Fuć P., Merkisz-Guranowska A., Środki i infrastruktura transportu, Politechnika Warszawska, Warszawa 2013.

[29]. Ortuzar J. de Dios, Willumsen L.G., Modelling Transport, John Wiley & Sons Ltd, Chichester 2001.

[30]. Programowanie perspektywy finansowej 2014 -2020, - Umowa Partnerstwa zaakceptowana przez Komisję Europejską 23 maja 2014 roku.

[31]. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. z 1999r., Nr 43, poz. 430).

[32]. Sartori D., Catalano G., Genco M., Pancotti C., Sirtori E., Vignetti s., Del Bo C., Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects – Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020, European Commission DG Regio, Brussels December 2014.

[33]. Supernak J., Modele powstawania miejskiego ruchu osobowego, WKiŁ, Warszawa 1980.

[34]. Transprojekt Warszawa, Prognoza ruchu na zamiejskiej sieci dróg krajowych do roku 2020, Warszawa 2002.

[35]. United Nations, Economic Commission for Europe, Cost Benefit Analysis of Transport Infrastructure Projects. a set of guidelines for socio-economic cost

benefit analysis of transport infrastructure project appraisal, New York – Geneva 2003.

[36]. Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej Oddział w Krakowie, Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu, materiały konferencyjne nr 1(103)/2014.

benefit analysis of transport infrastructure project appraisal, New York – Geneva 2003.

[36]. Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej Oddział w Krakowie, Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu, materiały konferencyjne nr 1(103)/2014.

## Definicje i akronimy

**Wariant bezinwestycyjny (W0)**, zwany również **wariantem zerowym**, jest wyjściowym wariantem w AKK (opartej na metodzie przyrostowej), ponieważ stanowi odniesienie, do którego będą porównywane wszystkie warianty inwestycyjne. Wariant bezinwestycyjny oznacza ponoszenie niezbędnych kosztów eksploatacji i utrzymania, (które wraz z upływem czasu mogą ulegać znacznemu wzrostowi ze względu na pogarszający się stan infrastruktury) w celu zapewnienia minimalnego poziomu utrzymania i umożliwienia funkcjonowania infrastruktury bez pogorszenia jej stanu technicznego przez cały okres analizy. Ta definicja winna być interpretowana, jako zapewnianie pożądanego (standardowego) poziomu remontów i utrzymania istniejącej infrastruktury i sprzętu.

**Wariant Wn**, zwany również **wariantem z projektem**, tzn. inwestycyjny (W1, W2,... Wn), oznacza wariant, w którym określa się nakłady inwestycyjne do poniesienia w pierwszym i ewentualnie w następnych latach oraz koszty utrzymania odcinka nowego lub przebudowanego. w przypadku przejęcia ruchu z innego odcinka (np. miejskiego, gdy projektuje się obwodnicę miasta, lub budowę nowego mostu) uwzględnia się również koszty utrzymania i remontów drogi istniejącej odciążonej.

### Remont cząstkowy

a. drogi: remontem cząstkowym nawierzchni nazywamy zespół następujących zabiegów technicznych, związanych z usuwaniem uszkodzeń nawierzchni zagrażających bezpieczeństwu ruchu, jak również zabiegi obejmujące małe powierzchnie, hamujące proces powiększania się powstałych uszkodzeń, tj.:

- łatanie nawierzchni,
- usuwanie drobnych uszkodzeń, pęknięć, złuszczeń i wykruszeń nawierzchni,
- usuwanie skutków przełomów.

b. mosty: remonty cząstkowe dotyczą usunięcia uszkodzeń spowodowanych działaniem ruchu, warunkami atmosferycznymi i gruntowo-wodnymi oraz robót konserwacyjnych elementów konstrukcji, tj.:

- naprawa uszkodzonych poręczy,

## Definitions and Acronyms

**The non-investment option (W0)**, also called **without-the-project option**, is the basic option in the CBA (considering the incremental approach), as it is the reference to which all investment options will be compared. The non-investment option means that required operation and maintenance costs are incurred (these may increase significantly with time as the condition of the infrastructure deteriorates) in order to enable the functioning of the infrastructure without deterioration of its technical condition during the analysed period. This definition should be interpreted as the provision of a desired (standard) level of repairs and maintenance of the existing infrastructure and equipment.

**Option Wn**, also called **with-the-project option** – i.e. investment options (W1, W2,...,Wn), in which capital expenditures (to be incurred in the first and possibly following years) and maintenance costs of the new or reconstructed section are defined. In case of diverted traffic from another section (e.g. the urban section, when a bypass or a new bridge are designed), maintenance costs and costs of repairs of existing loaded road are also considered.

### Minor repairs

a. roads: minor repair of pavement means a set of technical treatments connected with removal of damages decreasing the traffic safety as well as treatments on small areas to prevent the growth of the damaged areas, i.e.:

- patching of pavement,
- removal of minor damages, cracking, spalling and ravelling of pavement,
- removing of frost damages.

b. bridges: minor repairs include removal of damages caused by traffic, weather conditions, ground and water conditions as well as maintenance treatments of structure elements:

- repair of damaged balustrades,
- painting of the structure and devices,
- repair of washed out embankments,

- malowanie konstrukcji i urządzeń,
- naprawa rozmytych skarp,
- usuwanie drobnych uszkodzeń, pęknięć i wykruszeń nawierzchni.

#### **Remont okresowy**

Prace remontowe przywracające stan pierwotny drogi lub pełną wartość techniczną obiektu mostowego, z wyłączeniem robót objętych remontami cząstkowymi oraz utrzymaniem bieżącym.

- a. Drogi: przywrócenie pierwotnych cech nawierzchni: równość, szorstkość, nośność itp.
- b. Mosty: wymiana uszkodzonych elementów konstrukcji, przywrócenie pierwotnych cech nawierzchni.

#### **Utrzymanie bieżące**

Utrzymaniem bieżącym określamy roboty o charakterze ciągłym, wykonywane w ciągu całego roku, zapewniające sprawność techniczną i bezpieczeństwo infrastruktury. Bieżące roboty utrzymaniowe obejmują także roboty sezonowe. Zależnie od pory wykonania wyróżniamy roboty: wiosenne, letnie, jesienne i zimowe

Typowe roboty obejmują, między innymi:

- czyszczenie jezdni, poboczy i innych obszarów,
- usuwanie zanieczyszczeń i walka z kurzem,
- drobne naprawy jezdni, poboczy i innych obszarów,
- czyszczenie odwodnienia,
- utrzymanie urządzeń do uzdatniania i zbiorników wodnych,
- drobne naprawy nawierzchni (łatanie, uszczelnianie),
- konserwacja oznakowania poziomego,
- czyszczenie i drobne naprawy/wymiana oznakowania pionowego,
- konserwacja barier i ogrodzeń,
- czyszczenie i drobne naprawy budowli,

- removal of minor damage, cracks and ravelling of pavement.

#### **Periodic maintenance**

Preventive, rehabilitation, structural improvement or reconstruction works, to restore the original condition of the road excluding the minor repairs and routine maintenance works.

- a. Roads: restoring initial features of the pavement: evenness, roughness, bearing etc.
- b. Bridges: replacement of defective parts of the structure, restoring initial features of the pavement.

#### **Routine maintenance**

Routine maintenance is all-year-round continuous work required to keep the infrastructure technically safe and ready for day-to-day operation. Routine maintenance works include also seasonal works (spring, aestival, autumnal, winter).

Typically, the works are as follows, inter-alia:

- cleaning of carriageway, road side and related areas,
- waste collection and dust prevention,
- small repairs on carriageway, road side and related areas,
- cleaning of drainage system ,
- maintenance of treatment devices and ponds,
- small pavement repairs (patching, sealing),
- maintenance of markings,
- cleaning and small repairs/replacement of signs,
- maintenance of safety barriers and fences,
- cleaning and small repairs on structures,
- small slope earthworks repairs,
- cleaning of noise barriers and retaining walls,
- toll platform cleaning and repair (where toll),

- drobne roboty ziemne,
- czyszczenie ekranów akustycznych i murów oporowych,
- czyszczenie i naprawa miejsc poboru opłat (na drogach płatnych),
- utrzymanie zieleni w pasie drogowym,
- utrzymanie urządzeń informatycznych,
- konserwacja oświetlenia (wymiana żarówek),
- roboty zimowe: solenie (prewencyjne i po opadach),
- usuwanie zanieczyszczeń i śniegu z jezdni,
- informacje dla użytkowników,
- usuwanie gołoledzi, szronu i szadzi,
- zabezpieczanie fragmentów zniszczonych przez mróz.

**Podróż służbowa** — jest rozumiana jako podróż w ramach pracy lub wynikająca z obowiązku służbowego, wyłączając dojazd do/z pracy (commuting). Najczęściej koszty przejazdu nie są pokrywane przez użytkownika tylko przez pracodawcę.

**Prędkość projektowa** – to prędkość, dla której projektowane są parametry techniczne poszczególnych elementów drogi, zapewniająca bezpieczną jazdę pojedynczego pojazdu w normalnych warunkach.

**Średnia prędkość podróży** – to prędkość przejazdu na odcinku uwzględniająca ograniczenia techniczne i formalno-prawne trasy (np.: ograniczenia prędkości).

**FNPV** – Financial Net Present Value (finansowa zaktualizowana wartość netto). Suma zdyskontowanych wartości oczekiwanych kosztów inwestycji i kosztów operacyjnych pomniejszonych o zdyskontowaną wartość oczekiwanych przychodów.

**ENPV** – Economic Net Present Value (ekonomiczna zaktualizowana wartość netto). Suma zdyskontowanych wartości oczekiwanych kosztów inwestycji pomniejszonych o zdyskontowaną wartość oczekiwanych korzyści ekonomicznych.

**FRR** – Financial (Internal) Rate of Return (finansowa wewnętrzna stopa zwrotu). Stopa dyskontowa dla której FNPV=0.

**ERR** – Economic Rate of Return (ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu). Jeden ze wskaźników efektywności społeczno-ekonomicznej projektu. Stopa dyskontowa przy

- vegetation control on green areas,
- IT equipment interventions,
- maintenance of lighting (bulb changing),
- winter activities: Salting (preventive and curative actions),
- cleaning and ploughing of the carriageway,
- user information,
- removal of frost heaves,
- securing of frost-damaged sections.

**Business trip** – trip during work time or derived from a business duty, excluding commuting. Most often cost of drive to the working place (commuting trips) are not incurred by the employee.

**Design speed** – speed for which technical parameters of individual elements of the road are designed ensuring vehicle safety under normal conditions.

**Average travel speed** – speed of drive on a section taking into consideration technical and legal limitations of the route (e.g. speed limitation).

**FNPV** – Financial Net Present Value – the sum obtained after the deduction of the discounted expected investment and operating costs from the discounted value of expected revenues.

**ENPV** – Economic Net Present Value – a sum obtained after the reduction of the discounted value of expected investment costs by the discounted value of expected economic benefits.

**FRR** – Financial (Internal) Rate of Return – discount rate that produces zero FNPV.

**ERR** – Economic Rate of Return – One of socio-economic indicators of economic profitability of the project. It is the discount rate when current benefits equal to current costs, i.e. present economic net value (ENPV) equals 0.

**GPR** – General Traffic Survey (Generalny Pomiar Ruchu) – a nationwide cyclical measurement (every 5 years) of the traffic volumes on national and voivodship roads, held for the purpose of determining the following basic traffic parameters:

- Average Annual Daily Traffic (AADT) and traffic structure on sections with

której bieżąca wartość korzyści równa jest wartości bieżącej kosztów tj. ekonomiczna zaktualizowana wartość netto (ENPV) jest równa 0.

**GPR – Generalny Pomiar Ruchu** – cykliczny (organizowany co 5 lat) pomiar natężeń ruchu drogowego na drogach krajowych i wojewódzkich, przeprowadzany na terenie całego kraju w celu określenia podstawowych parametrów ruchu, tj.:

- Średni Dobowy Ruch w roku (SDR) i rodzajowa struktura ruchu w punktach pomiarowych,
- obciążenie ruchem sieci dróg krajowych w kraju i poszczególnych województwach z uwzględnieniem podziału funkcjonalnego dróg,
- obciążenie ruchem sieci dróg krajowych z uwzględnieniem podziału na klasy techniczne dróg.

**SDR , Średni dobowy ruch w roku** - liczba pojazdów silnikowych przejeżdżających przez przekrój poprzeczny drogi w ciągu 24 kolejnych godzin średnio w ciągu roku. SDR wyrażony jest w pojazdach rzeczywistych na dobę, wyliczony zgodnie z odpowiednimi wytycznymi.

**Struktura rodzajowa ruchu** – podział potoku ruchu na poszczególne kategorie pojazdów w ujęciu ilościowym i procentowym.

**Kategorie pojazdów** samochodowych uwzględniane w krajowym modelu ruchu:

- SO** – samochody osobowe,
  - SD** – samochody dostawcze,
  - SC** – samochody ciężarowe bez przyczep,
  - SCp** – samochody ciężarowe z przyczepami,
- W GPR dodatkowo uwzględnia się:
- M** – motocykle i motorowery,
  - SOp** – samochody osobowe z przyczepami,
  - A** – autobusy.

Kategorie pojazdów, które można zamiennie przyjąć są następujące:

- **LV** – samochody lekkie, masa całkowita < 3,5 tony,
- **HGV** – samochody ciężkie, masa całkowita > 3,5 tony (w tym autobusy).

counting systems,

- traffic flows on the national and voivodship road networks considering the functional characteristics of roads,
- traffic flows on the national road network considering the technical characteristics of roads,

**AADT, Average Annual Daily Traffic** – the number of motor vehicles travelling through a given road cross section within 24 consecutive hours – annual average, is expressed in the terms of actual number of vehicles per day calculated according to relevant guidelines.

**Traffic Structure** – division of the traffic flows into individual categories of vehicles – expressed in terms of quantity and percentage.

**Categories of vehicles**, according to the national traffic model:

- SO** – (Samochody Osobowe) passenger cars,
- SD** – (Samochody Dostawcze) commercial vehicles,
- SC** – (Samochody Ciężarowe) trucks without trailers,
- SCp** – (Samochody Ciężarowe z Przyczepami) trucks with trailers/semi- trailers,

In GPR, it is additionally taken into account:

- M** – motors and motorcycles,
- SOp** – (Samochody Osobowe z Przyczepami) passenger cars with trailers,
- A** – (Autobusy) buses.

Vehicle categories which can alternatively be used:

- **LV** – light vehicles, gross weight < 3,5 tons,
- **HGV** – heavy goods vehicles, gross weight > 3,5 tons (incl. buses).

**Transport work** – product of the number of kilometres travelled (the length of roads) and the number of vehicles (expressed in vehicle kilometres [veh-km]) or product of the number of vehicles and the travel time (expressed in vehicle hours [veh-h]).

**Traffic Model** – mathematical transposition of the behaviours of individual and/or public transport users.



**Praca przewozowa**, – iloczyn: liczby przejechanych kilometrów (długość drogi) i liczby pojazdów (wyrażona w pojazdokilometrach [poj-km]) lub iloczyn liczby pojazdów i czasu przejazdu (wyrażona w pojazdogodzinach [poj-h]).

**Model ruchu** – matematyczne odwzorowanie zachowań użytkowników transportu indywidualnego i/lub zbiorowego.

**Przepustowość** – największa liczba jednostek (pojazdów lub pieszych), którą może przepuścić przekrój poprzeczny drogi (ulicy, wlotu na skrzyżowanie, przejścia dla pieszych, ścieżki rowerowej, itp.) w jednostce czasu. Przepustowość wyraża się w pojazdach rzeczywistych na godzinę [P/h].

**Klasa drogi** – rozumie się przez to przyporządkowanie drodze odpowiednich parametrów technicznych, wynikających z jej cech funkcjonalnych. Wyróżniamy następujące klasy dróg:

- autostrady, oznaczone symbolem „A”,
- drogi ekspresowe, oznaczone symbolem „S”,
- drogi główne ruchu przyspieszonego, oznaczone symbolem „GP”,
- drogi główne, oznaczone symbolem „G”,
- drogi zbiorcze, oznaczone symbolem „Z”,
- drogi lokalne, oznaczone symbolem „L”,
- drogi dojazdowe, oznaczone symbolem „D”.

**Droga w terenie płaskim** – droga na której spadki podłużne są mniejsze lub równe 2%.

**Droga w terenie falistym** – droga na której spadki podłużne są od 2% do 6%.

**Droga w terenie górskim** – droga na której spadki podłużne są większe od 6%.

**Kategoria drogi** - rozumie się przez to przyporządkowanie drogi odpowiedniemu podmiotowi zarządzającemu. Wyróżniamy następujące kategorie dróg:

- drogi krajowe (zarządzane przez GDDKiA) - klasa A,S,GP, wyjątkowo G,
- drogi wojewódzkie - klasa G,Z, wyjątkowo GP,
- drogi powiatowe - klasa G, Z, wyjątkowo L
- drogi gminne - klasa L, D, wyjątkowo Z.

**Traffic Flow Capacity** – the greatest number of units (vehicles or pedestrians) that can pass through a road section (street, intersection entry, pedestrian crossing, bicycle route, etc.) during a given unit of time.

Traffic flow capacity is expressed in terms of actual vehicles per hour [veh/h].

**Road classes** – based on allocation of relevant technical parameters to a road that represent its characteristics. The road classes are:

- **A** - motorways,
- **S** - expressways,
- **GP** - trunk roads,
- **G** - main roads,
- **Z** - collector roads,
- **L** - local roads,
- **D** – access roads.

**Road in flat terrain** – a road on which the gradient is less than or equal to 2%.

**Road in rolling terrain** – a road on which the gradient is between 2% and 6%.

**Road in mountainous terrain** – a road on which the gradient is bigger than 6%.

**Road categories** – based on assignment to the appropriate managing authority. Road categories are:

- National Road: class A,S,GP, exceptionally G
- Voivodship Road: class G,Z, exceptionally GP;
- County Road: class G, Z, exceptionally L
- Communal Road: class: L, D, exceptionally Z

**Buffer, project impact area** – the area isolated from the road network model for CBA purpose; in case of the new non-urban road or motorway investment usually it includes all sections where the difference in traffic volumes between option Wn and W0 is more than 10% and can be considered as significant impact on the road network. In some cases, the buffer could also be considered as above 5% or above 15% – subject to the discretion and case by case approach.

- leśne, zakładowe, prywatne

**Bufor, obszar oddziaływania projektu** – obszar wyodrębniany z modelu sieci dróg na potrzeby analiz finansowo-ekonomicznych. Dla nowej inwestycji zamiejskiej drogowej lub autostradowej jest to zazwyczaj obszar obejmujący odcinki, dla których różnica w natężeniach ruchu pomiędzy wariantem Wn i W0 jest większa niż 10%, co można uznać za znaczące oddziaływanie tej inwestycji na sieć dróg. w innych sytuacjach bufor może obejmować odcinki powyżej 5% lub powyżej 15% – w zależności od danego projektu.

# Załącznik A: Jednostkowe koszty ekonomiczne i finansowe

## Appendix A: Economic and financial unit costs

### 1. Uwagi ogólne

Wszystkie koszty jednostkowe określone w niniejszym załączniku odnoszą się do cen z 2014 roku.

Koszty jednostkowe dla oszczędności czasu (VOT), wypadków, zanieczyszczenia powietrza i hałasu rosną w czasie z elastycznością 0,8<sup>8</sup> w stosunku do wzrostu PKB na 1 mieszkańca (patrz poniżej).

Dla VOT i wypadków, poniższe tabele przedstawiają wartości kosztów jednostkowych do 2043 roku. Dla pozostałych kategorii, zasady wzrostu cen są opisane w niniejszym załączniku.

Koszty jednostkowe zależne od kategorii pojazdów (tj. VOC, zanieczyszczenie powietrza, zmiany klimatu i hałasu) zróżnicowano w zależności od dwóch kategorii pojazdów (samochody lekkie LV i samochody ciężarowe HGV) i przedstawiono w odpowiednich tabelach. w przypadku, jeżeli rezultaty prognozy ruchu zostały przedstawione w podziale na 5 kategorii pojazdów, o których mowa w rozdziale 1.8, to powinny zostać potraktowane w sposób następujący:

- koszty jednostkowe dla LV należy przyjąć dla samochodów osobowych (SO) i samochodów dostawczych (SD);
- koszty jednostkowe dla HGV należy przyjąć dla samochodów ciężarowych bez przyczep (SC), samochodów ciężarowych z przyczepami (SCp) oraz autobusów (A).

### 1. General considerations

All unit costs provided in the present appendix refer to prices 2014.

Unit costs for VoT, accidents unit costs categories, air pollution and noise escalate over time with an elasticity of 0,8<sup>7</sup> to GDP growth per capita (see below).

For VoT and accident costs, the tables below provide unit values incorporating escalation over time up to 2043. For the other categories, rules for price escalation are described in this Annex.

Those unit costs depending on vehicle categories (i.e. VOC, air pollution, climate change and noise) are differentiated into 2 vehicle categories (LV and HGV) in all relevant tables. In case that traffic forecasts outputs are provided differentiating the 5 vehicle categories mentioned in chapter 1.8, they need to be considered as follows:

- LV unit costs to be applied to: passenger cars (SO) and commercial cars (SD);
- HGV unit costs to be applied to: trucks without trailers (SC), trucks with trailers/semi-trailers (SCp) and buses (A).

<sup>8</sup> Przyjęto w zgodzie z "przewodnikiem do analizy kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych - Narzędzie oceny ekonomicznej dla polityki spójności 2014-2020" rekomendującym elastyczność do PKB per capita na poziomie 0.7-1 In accordance with "Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects- Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020" recommending inter-temporal elasticity to GDP per capita growth of 0.7 to 1.0.

## 2. Trendy wzrostu PKB

Trendy wzrostu PKB do wykorzystania w prognozie ruchu oraz analizie ekonomicznej i finansowej

Lata	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Wzrostu PKB	3.90%	3.70%	3.80%	3.70%	3.40%	3.30%	3.20%
Lata	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Wzrostu PKB	3.10%	3.00%	2.90%	2.80%	2.80%	2.80%	2.70%
Lata	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Wzrostu PKB	2.70%	2.70%	2.60%	2.60%	2.60%	2.50%	2.50%
Lata	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Wzrostu PKB	2.40%	2.40%	2.30%	2.20%	2.10%	1.00%	1.00%

Źródło: Prognozy wskaźnika wzrostu PKB na okres 2008-2040, GDDKiA, <http://www.gddkia.gov.pl/pl/992/zalozenia-do-prognoz-ruchu>.

Od 2041-2042, przyjęto konserwatywne założenie, 1% wzrostu PKB.

Dla uzyskania wartości regionalnych stóp wzrostu PKB (na poziomie aglomeracji lub województwa), rekomenduje się to samo źródło: "Analiza prognozy wzrostu PKB do 2040 roku dla potrzeb prognozy wzrostu ruchu", opracowane w 2012 dla GDDKiA, <http://www.gddkia.gov.pl/pl/992/zalozenia-do-prognoz-ruchu>.

## 2. GDP growth trends

GDP growth trends for application in traffic forecasts, economic and financial analysis

Period	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
GDP growth	3.90%	3.70%	3.80%	3.70%	3.40%	3.30%	3.20%
Period	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
GDP growth	3.10%	3.00%	2.90%	2.80%	2.80%	2.80%	2.70%
Period	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
GDP growth	2.70%	2.70%	2.60%	2.60%	2.60%	2.50%	2.50%
Period	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
GDP growth	2.40%	2.40%	2.30%	2.20%	2.10%	1.00%	1.00%

Source: Prognozy wskaźnika wzrostu PKB na okres 2008-2040, GDDKiA, <http://www.gddkia.gov.pl/pl/992/zalozenia-do-prognoz-ruchu>.

From 2041-2042, a conservative assumption of 1% GDP growth has been made.

For regional GDP growth rates (voivodship or agglomeration level), please refer to the same source above: "Analysis of the forecast of GDP until 2040 for the purpose of traffic forecast", prepared in 2012 for GDDKiA, <http://www.gddkia.gov.pl/pl/992/zalozenia-do-prognoz-ruchu>.

Wzrost PKB per capita do wykorzystania przy indeksacji kosztów jednostkowych, przedstawiono poniżej.

Lata	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
PKB per capita	4.02%	3.85%	3.95%	3.85%	3.55%	3.45%	3.41%
Lata	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
PKB per capita	3.31%	3.21%	3.11%	3.01%	3.10%	3.10%	3.00%
Lata	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
PKB per capita	3.00%	3.00%	2.99%	2.99%	2.99%	2.89%	2.89%
Lata	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
PKB per capita	2.86%	2.86%	2.76%	2.66%	2.55%	1.48%	1.48%

Źródło (1) Prognozy wskaźnika wzrostu PKB na okres 2008-2040, GDDKiA, <http://www.gddkia.gov.pl/pl/992/zalozenia-do-prognoz-ruchu>

Od 2041-2042, przyjęto konserwatywne założenie, 1% wzrostu PKB (1.48% wzrostu PKB per capita).

(2) „Prognoza ludności na lata 2014-2050”, GUS, 2014.

GDP per capita growth to be used for unit costs indexation, as described above.

Period	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
GDP per capita	4.02%	3.85%	3.95%	3.85%	3.55%	3.45%	3.41%
Period	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
GDP per capita	3.31%	3.21%	3.11%	3.01%	3.10%	3.10%	3.00%
Period	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
GDP per capita	3.00%	3.00%	2.99%	2.99%	2.99%	2.89%	2.89%
Period	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
GDP per capita	2.86%	2.86%	2.76%	2.66%	2.55%	1.48%	1.48%

Source: (1) Prognozy wskaźnika wzrostu PKB na okres 2008-2040, GDDKiA, <http://www.gddkia.gov.pl/pl/992/zalozenia-do-prognoz-ruchu>

From 2041-2043, a conservative assumption of 1% GDP (1.48% GDP per capita) growth has been made.

(2) „Prognoza ludności na lata 2014-2050”, GUS, 2014.

### 3. Koszty czasu użytkowników infrastruktury drogowej

Jednostkowe koszty czasu (PLN/h), ceny 2014

Rok	Stawka godzinowa dla pasażerów oraz kierowców (PLN/h)			Stawka godzinowa przewozów towarowych (PLN/h)
	Podróży służbowych	Dojazdów do/z pracy	Podróży pozostałych	
2014	64.57	31.81	26.69	64.57
2015	65.87	32.45	27.23	65.87
2016	67.14	33.07	27.75	67.14
2017	68.46	33.73	28.30	68.46
2018	69.78	34.38	28.85	69.78
2019	71.02	34.99	29.36	71.02
2020	72.25	35.59	29.86	72.25
2021	73.48	36.20	30.37	73.48
2022	74.70	36.80	30.88	74.70
2023	75.90	37.39	31.37	75.90
2024	77.08	37.97	31.86	77.08
2025	78.24	38.54	32.34	78.24
2026	79.46	39.14	32.84	79.46
2027	80.69	39.75	33.35	80.69
2028	81.90	40.35	33.85	81.90
2029	83.13	40.95	34.36	83.13
2030	84.38	41.57	34.88	84.38
2031	85.64	42.19	35.40	85.64
2032	86.92	42.82	35.93	86.92
2033	88.22	43.46	36.47	88.22
2034	89.50	44.09	37.00	89.50
2035	90.79	44.73	37.53	90.79
2036	92.09	45.37	38.07	92.09
2037	93.41	46.01	38.61	93.41
2038	94.69	46.65	39.14	94.69
2039	95.95	47.27	39.66	95.95
2040	97.17	47.87	40.17	97.17
2041	97.90	48.23	40.47	97.90
2042	98.62	48.58	40.77	98.62
2043	99.35	48.94	41.07	99.35
2044	99.85	49.19	41.27	99.85
2045	100.35	49.43	41.48	100.35
2046	100.85	49.68	41.69	100.85
2047	101.36	49.93	41.90	101.36
2048	101.86	50.18	42.11	101.86
2049	102.37	50.43	42.32	102.37
2050	102.88	50.68	42.53	102.88

Źródło: Opracowanie własne na podstawie studium HEATCO.

### 3. Costs of passengers' and drivers' time

Unit costs of time (PLN/h), prices 2014

Years	The hourly rate of passengers and drivers travel (PLN/h)			The hourly rate of freight (PLN/h)
	Business	Commuting	Other	
2014	64.57	31.81	26.69	64.57
2015	65.87	32.45	27.23	65.87
2016	67.14	33.07	27.75	67.14
2017	68.46	33.73	28.30	68.46
2018	69.78	34.38	28.85	69.78
2019	71.02	34.99	29.36	71.02
2020	72.25	35.59	29.86	72.25
2021	73.48	36.20	30.37	73.48
2022	74.70	36.80	30.88	74.70
2023	75.90	37.39	31.37	75.90
2024	77.08	37.97	31.86	77.08
2025	78.24	38.54	32.34	78.24
2026	79.46	39.14	32.84	79.46
2027	80.69	39.75	33.35	80.69
2028	81.90	40.35	33.85	81.90
2029	83.13	40.95	34.36	83.13
2030	84.38	41.57	34.88	84.38
2031	85.64	42.19	35.40	85.64
2032	86.92	42.82	35.93	86.92
2033	88.22	43.46	36.47	88.22
2034	89.50	44.09	37.00	89.50
2035	90.79	44.73	37.53	90.79
2036	92.09	45.37	38.07	92.09
2037	93.41	46.01	38.61	93.41
2038	94.69	46.65	39.14	94.69
2039	95.95	47.27	39.66	95.95
2040	97.17	47.87	40.17	97.17
2041	97.90	48.23	40.47	97.90
2042	98.62	48.58	40.77	98.62
2043	99.35	48.94	41.07	99.35
2044	99.85	49.19	41.27	99.85
2045	100.35	49.43	41.48	100.35
2046	100.85	49.68	41.69	100.85
2047	101.36	49.93	41.90	101.36
2048	101.86	50.18	42.11	101.86
2049	102.37	50.43	42.32	102.37
2050	102.88	50.68	42.53	102.88

Source: Proprietary work based on HEATCO study.

#### Zmienność kosztów jednostkowych w czasie

Prognoza zmiany jednostkowych kosztów czasu w czasie (w tabeli powyżej) jest oparta o prognozowany wzrost PKB per capita (wartości podane w punkcie 2) przy zastosowaniu współczynnika elastyczności 0.5 (zgodnie z wytycznymi do AKK DG Regio).

#### 4. Koszty eksploatacji pojazdów

Jednostkowe koszty eksploatacji pojazdów (PLN/poj-km), ceny 2014

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe koszty eksploatacji pojazdów – PLN/poj-km – teren płaski (nawierzchnia po remoncie/budowie)	
	LV	HGV
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	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Przewodnika do AKK (będzie opublikowany przez GDDKiA w 2015), zastępującego dotychczas stosowaną Instrukcję IBDiM z 2008 r.

#### Unit cost evolution over time

Unit time cost (VoT) evolution over time (forecasts in the table above) is based on GDP per capita growth (values provided in point 2) with an elasticity of 0.5 (as per DG Regio CBA Guide).

#### 4. Vehicle operating costs

Unit vehicle operating costs (PLN/veh-km), prices 2014

Speed (km/h)	Unit vehicle operating costs – PLN/veh-km—flat terrain (pavement after rehabilitation/construction)	
	LV	HGV
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	

Source: Proprietary work based on GDDKiA CBA instruction (to be published in 2015) substituting IBDiM instruction dated 2008.

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe koszty eksploatacji pojazdów – PLN/poj-km – teren płaski (nawierzchnia zdegradowana)	
	LV	HGV
0-10	0,978	2,708
11-20	0,937	2,530
21-30	0,903	2,391
31-40	0,875	2,289
41-50	0,853	2,225
51-60	0,838	2,200
61-70	0,829	2,212
71-80	0,827	2,262
81-90	0,832	2,351
91-100	0,843	2,477
101-110	0,860	2,641
111-120	0,884	
121-130	0,914	
131-140	0,951	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Przewodnika do AKK (będzie opublikowany przez GDDKiA w 2015), zastępującego dotychczas stosowaną Instrukcję IBDiM z 2008 r.

Wskaźniki wzrostu kosztów eksploatacji ze względu na nachylenie drogi

Rodzaj nachylenia	LV	HGV
Faliste	1,027	1,062
Górskie	1,062	1,135

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Przewodnika do AKK (będzie opublikowany przez GDDKiA w 2015), zastępującego dotychczas stosowaną Instrukcję IBDiM z 2008 r.

#### Zmienność kosztów jednostkowych w czasie

Zakłada się brak realnego wzrostu jednostkowych kosztów eksploatacji pojazdów w czasie, gdyż potencjalny wzrost kosztów energii będzie rekompensowany poprzez zwiększoną efektywność energetyczną pojazdów.

Speed (km/h)	Unit vehicle operating costs – PLN/veh-km – flat terrain (deteriorated pavement)	
	LV	HGV
0-10	0,978	2,708
11-20	0,937	2,530
21-30	0,903	2,391
31-40	0,875	2,289
41-50	0,853	2,225
51-60	0,838	2,200
61-70	0,829	2,212
71-80	0,827	2,262
81-90	0,832	2,351
91-100	0,843	2,477
101-110	0,860	2,641
111-120	0,884	
121-130	0,914	
131-140	0,951	

Source: Proprietary work based on GDDKiA CBA instruction (to be published in 2015) substituting IBDiM instruction dated 2008.

Vehicle operating costs growth indicators depending on type of terrain

Type of terrain	LV	HGV
Rolling	1,027	1,062
Mountainous	1,062	1,135

Source: Proprietary work based on GDDKiA CBA instruction (to be published in 2015) substituting IBDiM instruction dated 2008.

#### Unit cost evolution over time

It is assumed that there will not be any real increase in unit VOC over time as potential increase in energy prices would be compensated by improved efficiency of vehicles.



## 5. Koszty wypadków drogowych i ofiar

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
2024	2 691 002	3 011 602	41 394	26 465
2025	2 755 889	3 084 220	42 392	27 104
2026	2 824 324	3 160 807	43 445	27 777
2027	2 894 457	3 239 296	44 524	28 466
2028	2 964 010	3 317 135	45 594	29 150
2029	3 035 234	3 396 845	46 689	29 851
2030	3 108 169	3 478 469	47 811	30 568
2031	3 182 575	3 561 740	48 956	31 300
2032	3 258 762	3 647 004	50 128	32 049
2033	3 336 773	3 734 309	51 328	32 816
2034	3 413 972	3 820 706	52 515	33 576
2035	3 492 958	3 909 101	53 730	34 352
2036	3 572 764	3 998 415	54 958	35 137
2037	3 654 394	4 089 770	56 214	35 940
2038	3 734 952	4 179 926	57 453	36 732
2039	3 814 285	4 268 711	58 673	37 513
2040	3 892 238	4 355 951	59 872	38 279
2041	3 938 452	4 407 671	60 583	38 734
2042	3 985 215	4 460 005	61 302	39 194
2043	4 032 533	4 512 960	62 030	39 659

Źródło: Przewodnik do AKK (będzie opublikowany przez GDDKiA w 2015), zastępujący dotychczas stosowaną Instrukcję IBDiM z 2008 r. i opracowanie własne.

## 5. Costs of road accidents and fatalities

Unit costs of road events (PLN/event), prices 2014

Year	Costs (PLN)			
	Fatalities	Heavily Injured	Injured	Material losses
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
2024	2 691 002	3 011 602	41 394	26 465
2025	2 755 889	3 084 220	42 392	27 104
2026	2 824 324	3 160 807	43 445	27 777
2027	2 894 457	3 239 296	44 524	28 466
2028	2 964 010	3 317 135	45 594	29 150
2029	3 035 234	3 396 845	46 689	29 851
2030	3 108 169	3 478 469	47 811	30 568
2031	3 182 575	3 561 740	48 956	31 300
2032	3 258 762	3 647 004	50 128	32 049
2033	3 336 773	3 734 309	51 328	32 816
2034	3 413 972	3 820 706	52 515	33 576
2035	3 492 958	3 909 101	53 730	34 352
2036	3 572 764	3 998 415	54 958	35 137
2037	3 654 394	4 089 770	56 214	35 940
2038	3 734 952	4 179 926	57 453	36 732
2039	3 814 285	4 268 711	58 673	37 513
2040	3 892 238	4 355 951	59 872	38 279
2041	3 938 452	4 407 671	60 583	38 734
2042	3 985 215	4 460 005	61 302	39 194
2043	4 032 533	4 512 960	62 030	39 659

Source: GDDKiA CBA instruction (to be published in 2015) substituting IBDiM instruction dated 2008 and proprietary work.

### Zmienność kosztów jednostkowych w czasie

Prognoza zmiany jednostkowych kosztów wypadków drogowych i ofiar w czasie (w tabeli powyżej) jest oparta o prognozowany wzrost PKB na 1 mieszkańca (wartości podane w punkcie 2) przy zastosowaniu współczynnika elastyczności 0,8.

## 6. Koszty zanieczyszczeń powietrza

Jednostkowe koszty ekonomiczne zanieczyszczeń powietrza [PLN/poj-km], ceny 2014

### Teren miejski

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe koszty zanieczyszczeń powietrza – PLN/poj-km – teren płaski (nawierzchnia po remoncie/budowie)	
	LV	HGV
0-10	0,135	1,793
11-20	0,123	1,617
21-30	0,112	1,480
31-40	0,104	1,383
41-50	0,099	1,326
51-60	0,095	1,309
61-70	0,094	1,332
71-80	0,095	1,395
81-90	0,099	1,497
91-100	0,105	1,640
101-110	0,113	1,822
111-120	0,123	
121-130	0,135	
131-140	0,150	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów IBDiM.

### Unit cost evolution over time

Unit accidents and fatalities costs evolution over time (forecasts in the table above) are based on GDP per capita growth (values provided in point 2) with an elasticity of 0,8.

## 6. Costs of air pollution

Economic unit costs of air pollution [PLN/veh-km], prices 2014

### Urban area

Speed (km/h)	Unit air pollution costs - PLN/veh-km - flat terrain (pavement after rehabilitation/construction)	
	LV	HGV
0-10	0,135	1,793
11-20	0,123	1,617
21-30	0,112	1,480
31-40	0,104	1,383
41-50	0,099	1,326
51-60	0,095	1,309
61-70	0,094	1,332
71-80	0,095	1,395
81-90	0,099	1,497
91-100	0,105	1,640
101-110	0,113	1,822
111-120	0,123	
121-130	0,135	
131-140	0,150	

Source: Proprietary work based on materials from Research Institute of Road and Bridges (IBDiM).

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe koszty zanieczyszczeń powietrza – PLN/poj-km – teren płaski (nawierzchnia zdegradowana)	
	LV	HGV
0-10	0,175	2,516
11-20	0,156	2,216
21-30	0,139	1,979
31-40	0,126	1,806
41-50	0,116	1,696
51-60	0,109	1,651
61-70	0,105	1,669
71-80	0,104	1,751
81-90	0,106	1,897
91-100	0,111	2,106
101-110	0,119	2,379
111-120	0,131	
121-130	0,145	
131-140	0,163	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów IBDiM.

Speed (km/h)	Unit air pollution costs - PLN/veh-km - flat terrain (deteriorated pavement)	
	LV	HGV
0-10	0,175	2,516
11-20	0,156	2,216
21-30	0,139	1,979
31-40	0,126	1,806
41-50	0,116	1,696
51-60	0,109	1,651
61-70	0,105	1,669
71-80	0,104	1,751
81-90	0,106	1,897
91-100	0,111	2,106
101-110	0,119	2,379
111-120	0,131	
121-130	0,145	
131-140	0,163	

Source: Proprietary work based on materials from Research Institute of Roads and Bridges (IBDiM).

### Teren zamiejski

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe koszty zanieczyszczeń powietrza – PLN/poj-km – teren płaski (nawierzchnia po remoncie/budowie)	
	LV	HGV
0-10	0,124	1,663
11-20	0,113	1,499
21-30	0,103	1,372
31-40	0,096	1,283
41-50	0,091	1,230
51-60	0,088	1,214
61-70	0,087	1,236
71-80	0,088	1,294
81-90	0,091	1,389
91-100	0,096	1,521
101-110	0,104	1,691
111-120	0,113	
121-130	0,125	
131-140	0,138	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów IBDiM.

### Non-urban area

Speed (km/h)	Unit air pollution costs - PLN/veh-km - flat terrain (pavement after rehabilitation/construction)	
	LV	HGV
0-10	0,124	1,663
11-20	0,113	1,499
21-30	0,103	1,372
31-40	0,096	1,283
41-50	0,091	1,230
51-60	0,088	1,214
61-70	0,087	1,236
71-80	0,088	1,294
81-90	0,091	1,389
91-100	0,096	1,521
101-110	0,104	1,691
111-120	0,113	
121-130	0,125	
131-140	0,138	

Source: Proprietary work based on materials from Research Institute of Roads and Bridges (IBDiM).

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe koszty zanieczyszczeń powietrza – PLN/poj-km – teren płaski (nawierzchnia zdegradowana)	
	LV	HGV
0-10	0,161	2,333
11-20	0,143	2,055
21-30	0,128	1,835
31-40	0,116	1,674
41-50	0,107	1,573
51-60	0,100	1,531
61-70	0,096	1,548
71-80	0,095	1,624
81-90	0,097	1,759
91-100	0,102	1,954
101-110	0,110	2,207
111-120	0,120	
121-130	0,133	
131-140	0,150	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów IBDiM.

Wskaźniki wzrostu kosztów ze względu na nachylenie drogi.

Rodzaj nachylenia	LV	HGV
Faliste	1,180	1,453
Górskie	1,337	2,141

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów IBDiM.

#### Zmienność kosztów jednostkowych w czasie

Prognoza zmiany jednostkowych kosztów zanieczyszczeń powietrza w czasie (do wyliczenia) powinna być oparta o prognozowany wzrost PKB na 1 mieszkańca (wartości podane w punkcie 2) przy zastosowaniu współczynnika elastyczności 0,8.

Speed (km/h)	Unit air pollution costs - PLN/veh-km - flat terrain (deteriorated pavement)	
	LV	HGV
0-10	0,161	2,333
11-20	0,143	2,055
21-30	0,128	1,835
31-40	0,116	1,674
41-50	0,107	1,573
51-60	0,100	1,531
61-70	0,096	1,548
71-80	0,095	1,624
81-90	0,097	1,759
91-100	0,102	1,954
101-110	0,110	2,207
111-120	0,120	
121-130	0,133	
131-140	0,150	

Source: Proprietary work based on materials from Research Institute of Road and Bridges (IBDiM).

Costs growth indicators depending on type of terrain .

Type of terrain	LV	HGV
Rolling	1,180	1,453
Mountainous	1,337	2,141

Source: Proprietary work based on materials from Research Institute of Roads and Bridges (IBDiM).

#### Unit cost evolution over time

Unit air pollution costs evolution over time (to be calculated) are based on GDP per capita growth (values provided in point 2) with an elasticity of 0,8.

## 7. Koszty zmian klimatycznych

Jednostkowe współczynniki emisji zmian klimatu [tCO<sub>2</sub>/poj-km]

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe współczynniki emisji zmian klimatu – tCO <sub>2</sub> /poj-km – teren płaski (nawierzchnia po remoncie/budowie)	
	LV	HGV
0-10	0,000267	0,000999
11-20	0,000242	0,000900
21-30	0,000222	0,000825
31-40	0,000206	0,000772
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
101-110	0,000222	0,001027
111-120	0,000242	0,001154
121-130	0,000267	
131-140	0,000296	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów IBDiM.

## 7. Costs of climate change impact

Climate change emission factors [tCO<sub>2</sub>/veh-km]

Speed (km/h)	Unit climate change emission factors - tCO <sub>2</sub> /veh-km - flat terrain (pavement after rehabilitation/construction)	
	LV	HGV
0-10	0,000267	0,000999
11-20	0,000242	0,000900
21-30	0,000222	0,000825
31-40	0,000206	0,000772
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
101-110	0,000222	0,001027
111-120	0,000242	0,001154
121-130	0,000267	
131-140	0,000296	

Source: Proprietary work based on materials from Research Institute of Roads and Bridges (IBDiM).

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe współczynniki emisji zmian klimatycznych – tCO <sub>2</sub> /poj-km - teren płaski (nawierzchnia zdegradowana)	
	LV	HGV
0-10	0,000345	0,001399
11-20	0,000307	0,001232
21-30	0,000274	0,001101
31-40	0,000248	0,001006
41-50	0,000228	0,000946
51-60	0,000214	0,000921
61-70	0,000206	0,000933
71-80	0,000204	0,000980
81-90	0,000208	0,001063
91-100	0,000218	0,001181
101-110	0,000235	0,001335
111-120	0,000257	
121-130	0,000285	
131-140	0,000320	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów IBDiM.

Wskaźniki wzrostu ze względu na nachylenie drogi.

Rodzaj nachylenia	LV	HGV
Faliste	1,180	1,453
Górskie	1,337	2,141

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów IBDiM.

Jednostkowe koszty CO<sub>2</sub>

Wartość jednostkowa CO <sub>2</sub>	2010 (EUR/tCO <sub>2</sub> ) – ceny 2006	Roczny wzrost 2010-2040 (EUR/tCO <sub>2</sub> ) - ceny 2006
Central	25	1

Źródło: "EIB Carbon Footprint Methodology", 2014.

Speed (veh/km)	Unit climate change emission factors - tCO <sub>2</sub> /veh-km - flat terrain (deteriorated pavement)	
	LV	HGV
0-10	0,000345	0,001399
11-20	0,000307	0,001232
21-30	0,000274	0,001101
31-40	0,000248	0,001006
41-50	0,000228	0,000946
51-60	0,000214	0,000921
61-70	0,000206	0,000933
71-80	0,000204	0,000980
81-90	0,000208	0,001063
91-100	0,000218	0,001181
101-110	0,000235	0,001335
111-120	0,000257	
121-130	0,000285	
131-140	0,000320	

Source: Proprietary work based on materials from Research Institute of Roads and Bridges (IBDiM).

Growth indicators depending on type of terrain.

Type of terrain	LV	HGV
Rolling	1,180	1,453
Mountainous	1,337	2,141

Source: Proprietary work based on materials from Research Institute of Roads and Bridges (IBDiM).

Unit CO<sub>2</sub> cost

Unit costs of GHG emissions	2010 (EUR/tCO <sub>2</sub> ) – price 2006	Annual adds 2010-2040 (EUR/tCO <sub>2</sub> ) – price 2006
Central	25	1

Source: "EIB Carbon Footprint Methodology", 2014.

### Obliczenie kosztów jednostkowych zmian klimatu i zmienność kosztów jednostkowych w czasie

Obliczenie kosztu jednostkowego dla roku bazowego jest przedstawione poniżej:

Kroki		Przykład
1	Konwersja (przeliczenie) wyjściowych cen jednostkowych CO <sub>2</sub> oraz zakładanego rocznego wzrostu do poziomu cen analizy	Poziom cen analizy = 2014 Wzrost inflacji w strefie grupy krajów Euro 2006-2014 = 1.172 (w oparciu o dane Eurostatu) Wartość jednostkowa 2010 (ceny 2014) = $1.172 * 25 \text{ EUR/tCO}_2$ Roczny wzrost (ceny 2014) = $1.172 * 1 \text{ EUR/tCO}_2$
2	Określenie wartości jednostkowej CO <sub>2</sub> dla roku bazowego analizy [wartość jednostkowa CO <sub>2</sub> 2010+ (roku bazowego analizy -2010)* roczny wzrost]	Poziom cen analizy = 2014 Roku bazowego analizy=2015  $[1.172 * 25 \text{ EUR/tCO}_2 + 5 \text{ lat} * 1.172 * 1 \text{ EUR/tCO}_2] = 35.17 \text{ EUR/tCO}_2$
3	Obliczenie wartości jednostkowej CO <sub>2</sub> dla roku bazowego analizy w PLN dla poziomu cen analizy	Np. kurs wymiany 2014: 1 EUR = 4,1843 PLN Wartość jednostkowa CO <sub>2</sub> dla roku bazowego analizy w PLN $(35.17 \text{ EUR /tCO}_2 * 4,1843 \text{ PLN/EUR}) = \mathbf{147.18 \text{ PLN/tCO}_2}$

### Zmienność kosztów jednostkowych w czasie

Koszty jednostkowe CO<sub>2</sub> prognozowane dla pozostałego okresu analizy powinny uwzględniać prognozowany roczny wzrost wartości CO<sub>2</sub> w kolejnych latach przy zastosowaniu takiego samego kursu wymiany, jak dla poziomu cen analizy.

### Climate change unit costs calculation and evolution over time

The calculation of the unit cost for the base year is illustrated below:

Steps		Example
1	Conversion of price basis of CO <sub>2</sub> unit cost and annual adders to year price level	Price level of the analysis = 2014 Eurozone inflation growth 2006-2014 = 1.172 (based on Eurostat data) Unit cost 2010 (at 2014 price level) = $1.172 * 25 \text{ EUR/tCO}_2$ Annual adder (at 2014 price level) = $1.172 * 1 \text{ EUR/tCO}_2$
2	Establish the unit value for the base year [unit CO <sub>2</sub> cost for 2010+(base year-2010)*annual adder]	Price level of the analysis = 2014 Base year of analysis =2015  $[1.172 * 25 \text{ EUR/tCO}_2 + 5 \text{ years} * 1.172 * 1 \text{ EUR/tCO}_2] = 35.17 \text{ EUR/tCO}_2$
3	Calculate base year CO <sub>2</sub> unit costs in PLN at year price level	E.g. exchange rate for 2014: 1 EUR = 4,1843 PLN Base year CO <sub>2</sub> unit costs in PLN: $(35.17 \text{ EUR /tCO}_2 * 4,1873 \text{ PLN/EUR}) = \mathbf{147.18 \text{ PLN/tCO}_2}$

### Unit cost evolution over time

The CO<sub>2</sub> unit costs calculations for the rest of the reference period will need to consider the indicated growth of CO<sub>2</sub> value (annual adders) and the same exchange rate of the year price level.



Poniziej przykład dla roku 2016:

Kroki	Przykład
1 Obliczenie rocznego wzrostu i wartości jednostkowej dla kolejnych lat w PLN: <i>Roczny wzrost w PLN:</i> <i>Roczny wzrost dla poziomu cen analizy* kurs wymiany dla poziomu cen analizy</i> <i>Wartość jednostkowa</i> <i>[wartość jednostkowa CO<sub>2</sub> dla roku bazowego analizy w PLN+ roczny wzrost w PLN *n-1 roku analizy]</i>	Np. dla 2016 (drugi rok analizy): Roczny wzrost w PLN: $(1.172 * 1 \text{ EUR} / \text{tCO}_2 * 4,1843 \text{ PLN/EUR}) =$ <b>4.91 PLN/tCO<sub>2</sub></b> Wartość jednostkowa dla 2016: $147.18 \text{ PLN} / \text{tCO}_2 + 4.91 \text{ EUR/tCO}_2 * (2-1) =$ <b>152.08 PLN/tCO<sub>2</sub></b>

## 8. Koszty hałasu

### Metoda pierwsza

Jednostkowe koszty ekonomiczne hałasu [PLN/poj-km], ceny 2014

#### Teren miejski

	Wartości jednostkowe kosztów krańcowych (PLN/poj-km)	
	LV	HGV
Dzień	0,044	0,270
Noc	0,079	0,492

Źródło: Opracowanie własne na podstawie "Update of the handbook on External Costs of Transport", DG MOVE, 2014.

#### Teren zamiejski

	Wartości jednostkowe kosztów krańcowych (PLN/poj-km)	
	LV	HGV
Dzień	0,0005	0,0020
Noc	0,0007	0,0038

Źródło: Opracowanie własne na podstawie "Update of the handbook on External Costs of Transport", DG MOVE, 2014.

An example for 2016 is provided below:

Steps	Example
1 Calculate annual adders and the unit cost for following years in PLN: <i>Annual adders in PLN:</i> <i>Annual adder at year price level* exchange rate at year price level</i> <i>Unit cost</i> <i>[unit CO<sub>2</sub> cost for base year in PLN+(annual adder in PLN*n-1 year of analysis)]</i>	E.g., for 2016 (year 2 of the analysis): Annual adders in PLN: $(1.172 * 1 \text{ EUR} / \text{tCO}_2 * 4,1843 \text{ PLN/EUR}) =$ <b>4.91 PLN/tCO<sub>2</sub></b> Unit cost 2016: $147.18 \text{ PLN} / \text{tCO}_2 + 4.91 \text{ EUR/tCO}_2 * (2-1) =$ <b>152.08 PLN/tCO<sub>2</sub></b>

## 8. Costs of noise

### First method

Economic unit costs of noise [PLN/veh-km], prices 2014

#### Urban area

	Unit values for marginal costs (PLN/veh-km)	
	LV	HGV
Day	0,044	0,270
Night	0,079	0,492

Source: Proprietary work based on "Update of the handbook on External Costs of Transport", DG MOVE, 2014.

#### Non-urban area

	Unit values for marginal costs (PLN/veh-km)	
	LV	HGV
Day	0,0005	0,0020
Night	0,0007	0,0038

Source: Proprietary work based on "Update of the handbook on External Costs of Transport", DG MOVE, 2014.

**Uwaga:** Ponieważ powyższe wartości dotyczą okresów dnia i nocy, proponuje się, aby do obliczeń stosować średnią ważoną kosztów jednostkowych w formule: 15% noc i 85% dzień (zakłada ona 8 -godzinny okres nocny – tak jak to zdefiniowano w dyrektywie UE dotyczącej hałasu; również według GPR 2010 średnio 15% ruchu odbywa się w nocy). w przypadku posiadania bardziej szczegółowych danych odnośnie godzinowego podziału ruchu dla konkretnego projektu należy je wykorzystać.

#### Metoda druga

Wskaźnik negatywnego wpływu hałasu: odsetek osób dorosłych poirytowanych w odniesieniu do osób (w każdym wieku) narażonych na nadmierny hałas

LAeq dB	Odsetek osób narażonych na do- kuczliwość hałasu (%)
55-57	5,6
58-60	7,5
61-63	9,9
64-66	13,0
67-69	16,8
70-72	21,5
73-75	27,3
76-78	34,2
78-81	42,4

Źródło: Opracowanie własne na podstawie HEATCO.

Jednostkowe koszty ekonomiczne hałasu [PLN/osobę/rok], ceny 2014

Jednostkowe koszty hałasu dla różnych poziomów w dB (A) (PLN/osobę/rok)				
55-59	60-64	65-69	70-74	75-79
168	287	406	632	839

Źródło: Opracowanie własne na podstawie "Update of the handbook on External Costs of Transport", DG MOVE, 2014.

#### Zmienność kosztów jednostkowych w czasie

Prognoza zmiany jednostkowych kosztów hałasu w czasie (do policzenia) jest oparta o prognozowany wzrost PKB na 1 mieszkańca (wartości podane w punkcie 2) przy zastosowaniu współczynnika elastyczności 0.8.

**Note:** Given that the above values are presented by day and night periods, it is proposed to use in the calculations formula a weighted average unit cost based on 15% of night value and 85% of day value (it is based on the eight hours night period –as defined in EU noise directive- and, according to last GPR2010, an average of 15% of traffic runs on this period). In case of having more project specific values of traffic hourly distribution, they should be used.

#### Second method

Impact indicator for noise exposure: percentage of adult persons highly annoyed per person (all ages) exposed

LAeq dB	Percentage of people annoyed by noise (%)
55-57	5,6
58-60	7,5
61-63	9,9
64-66	13,0
67-69	16,8
70-72	21,5
73-75	27,3
76-78	34,2
78-81	42,4

Source: Proprietary work based on HEATCO.

Economic unit costs of noise [PLN/person/year], prices 2014

Unit noise costs for different levels in dB (A) (PLN/person/year)				
55-59	60-64	65-69	70-74	75-79
168	287	406	632	839

Source: Proprietary work based on "Update of the handbook on External Costs of Transport", DG MOVE, 2014.

#### Unit cost evolution over time

Unit noise costs evolution over time (to be calculated) are based on GDP per capita growth (values provided in point 2) with an elasticity of 0.8.

## 9. Koszty utrzymania infrastruktury drogowej (koszty jednostkowe dotyczące nawierzchni asfaltowych i betonowych)

Jednostkowe koszty eksploatacji i utrzymania bieżącego [PLN/km]

Klasy drogi	Jednostkowe koszty eksploatacji i utrzymania bieżącego [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

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z przetargów GDDKiA "Utrzymaj standard" 2013.

NB: (1) Powyższe koszty jednostkowe obejmują wszystkie działania związane z bieżącym i prewencyjnym utrzymaniem wszystkich elementów infrastruktury drogowej (m.in nawierzchni, węzłów i innych obiektów, dróg serwisowych, odwodnienia, wyposażenia BRD, ekranów akustycznych itd.).

(2) w przypadku innych niż wymienione przekroje poprzeczne (także dla dróg niższych klas) można zastosować korektę pro-rata odzwierciedlającą różnicę w liczbie pasów ruchu (lub szerokości)..

Jednostkowe koszty utrzymania okresowego [PLN/km]

Klasy drogi	Jednostkowe koszty 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

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z przetargów utrzymaniowych GDDKiA 2013.

NB: (1) Powyższe koszty jednostkowe obejmują wszystkie działania związane z okresowym utrzymaniem wszystkich elementów infrastruktury drogowej (m.in nawierzchni, węzłów i innych obiektów, dróg serwisowych, odwodnienia, wyposażenia BRD, ekranów akustycznych itd.).

(2) w przypadku innych niż wymienione przekroje poprzeczne (także dla dróg niższych klas) można zastosować korektę pro-rata odzwierciedlającą różnicę w liczbie pasów ruchu (lub szerokości).

## 9. Costs of maintenance of road infrastructure (unit costs applicable to bituminous and concrete pavements)

Unit costs of routine operation and maintenance [PLN/km]

Road class	Unit costs of routine operation and maintenance [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

Source: Proprietary calculations based on costs taken from GDDKiA "Maintain standard", 2013.

Note: (1) The above mentioned unit costs include all routine and preventive maintenance activities of all road infrastructure assets (pavement, drainage, safety equipment, noise screens, etc.). Service roads and intersections are also included in these global unit costs.

(2) In case of cross-sections other than the ones listed above (also for lower categories of roads), a pro-rata correction coefficient may be applied to reflect the difference in lanes (or width).

Unit costs of periodic maintenance [PLN/km]

Road class	Unit costs of periodic maintenance [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

Source: Proprietary calculations based on costs taken from GDDKiA's road rehabilitation contracts, 2013.

Note: (1) The above mentioned unit costs include all periodic maintenance of all road infrastructure assets (pavement, drainage, safety equipment, noise screens, etc.). Service roads and intersections are also included in these global unit costs.

(2) In case of cross-sections other than the ones listed above (also for lower categories of roads), a pro-rata correction coefficient may be applied to reflect the difference in lanes (or width).

### Zmienność kosztów jednostkowych w czasie

Zakłada się, że powyższe koszty będą stałe w czasie: ewentualny wzrost z tytułu kosztów pracy oraz kosztów energii będzie rekompensowany wzrostem wydajności (np. z tytułu stosowania nowych technologii).

### **Koszty jednostkowe dla dużych obiektów inżynierskich (tylko w wyjątkowych przypadkach)**

Jako zasadę rekomenduje się oddzielnie inżynierskie eksperckie oszacowanie kosztów utrzymania dla każdego przypadku, zwłaszcza w sytuacji, gdy szacunki te służą do określenia niezbędnych nakładów budżetowych na utrzymanie zapewniających trwałość tych obiektów.

Dla celów analizy kosztów i korzyści, można przyjąć 1,5% kosztów inwestycyjnych jako wstępne szacunkowe łączne roczne średnie bieżące i okresowe koszty eksploatacji dla danego obiektu (wskazanego w oparciu o inżynierskie kryteria). Dla pozostałej długości projektu stosuje się odpowiednio powyższe jednostkowe koszty utrzymania (bieżącego i okresowego).

### **Jednostkowe koszty operacyjne systemu poboru opłat**

Poniżej proponowane jednostkowe koszty operacyjne elektronicznego systemu poboru opłat są oparte na obecnych i planowanych kosztach umów zawartych przez GDDKiA z operatorem systemu. Po wygaśnięciu bieżącej umowy (w połowie 2018), założono ten sam poziom kosztów dla pozostałego okresu.

Koszty jednostkowe elektronicznego systemu poboru opłat [PLN/km]

Rok	Jednostkowe koszty operacyjne systemu poboru opłat (PLN/km), netto
2014	68 557
2015	68 650
2016	70 411
2017	71 262
2018 i dalej	68 476

*Źródło: GDDKiA dane z umowy z operatorem systemu zostały wykorzystane do oszacowania przyszłych kosztów jednostkowych.*

### Unit cost evolution over time

Above unit costs are assumed to be constant over time: possible increase due to higher wages or energy costs will be compensated by the increased efficiency (e.g. due to new technologies).

### **Unit costs of extraordinary structures (only in exceptional cases)**

Generally, it is recommended to conduct a particular analysis, case by case, by the engineering expert, to estimate the respective O&M costs and, in particular, if aiming at forecasting O&M budget.

For purposes of CBA, 1.5 % of the investment costs to consider total yearly average routine and periodic O&M costs for the given extraordinary structure/s (identified by the sound project engineer criteria) are considered valid for most preliminary estimations. While, for the rest of the project length, the above proposed overall unit costs (for routine and periodic) should be applied.

### **Unit operating costs of the tolling system**

Proposed electronic toll operating unit costs below are based on the current and planned contract costs between GDDKiA and the toll operator. To be noted that after contract agreement finishes (mid 2018), same costs as the last year are to be considered for the rest of the period.

Electronic tolling system operating unit costs [PLN/km]

Year	Electronic tolling system operating unit costs (PLN/km), netto
2014	68 557
2015	68 650
2016	70 411
2017	71 262
2018 & onwards	68 476

*Source: GDDKiA, data from the contract with operator was used as a proxy of the future unit costs.*

### Zmienność kosztów jednostkowych w czasie

Zakłada się, że powyższe koszty będą stałe w czasie: ewentualny wzrost z tytułu kosztów pracy oraz kosztów energii będzie rekompensowany wzrostem wydajności (np. z tytułu stosowania nowych technologii).

### 10. Przykład: obliczenie wartości rezydualnej w oparciu o amortyzację

Projekt X, podział kosztów budowy przedstawiono w poniższej tabeli:

Elementy Projektu	Koszt	Średnia żywotność aktywów	Wymagane wymiany	Fizyczny okres życia z uwzgl., wymian	Pozostały % życia projektu
	w mPLN	lata		lata	
(A) Roboty ziemne	450	40	-	40	38%
(B) Obiekt (mosty)	300	75	-	75	67%
(C) Roboty drogowe	175	20	1	35	50%
(D) Odwodnienie	40	20*	1	30	25%
(E) Ściany oporowe	20	60	-	60	58%
(F) Urządzenia BRD	10	15	1	30	33%
(G) Urządzenia obce	100	**	-	-	-
(H) Ochrona środowiska	50	25	1	40	60%
(I) System poboru opłat	15	15	1	30	33%
(J) Inne roboty	20	**	-	-	-
(K) Nabywanie gruntów	80	Nieokreślona		Nieokreślony	100%
Koszty ogółem	1 260				

\* Wartości nieprzedstawione w tabeli należy przyjmować na podstawie wiedzy sektorowej w zakresie okresowych działań utrzymaniowych.

\*\* Dla aktywów których tabela nie uwzględnia, żywotność po 25 latach należy przyjąć jako wartość zerową.

### Unit cost evolution over time

Above unit costs are assumed to be constant over time: possible increase due to higher wages or energy costs will be compensated by the increased efficiency (e.g. due to new technologies).

### 10. Example: Residual value calculation based on depreciation

Project X construction costs breakdown is presented in the table below:

Project Item	Costs	Average physical life of assets	Required replacmt.	Physical life incl. replacmt.	% of re-main-ing life
	in mPLN	Years		Years	
(A) Earthworks	450	40	-	40	38%
(B) Structures (bridges)	300	75	-	75	67%
(C) Road works and pavement	175	20	1	35	50%
(D) Drainage	40	20*	1	30	25%
(E) Retaining structures	20	60	-	60	58%
(F) Safety equipment	10	15	1	30	33%
(G) Utilities, diversions	100	**	-	-	-
(H) Environmental protection measures	50	25	1	40	60%
(I) Tolling system	15	15	1	30	33%
(J) Auxiliary works	20	**	-	-	-
(K) Land acquisition	80	Indefinite		Indefinite	100%
Total costs	1 260				

\* Values not presented in table 9 of main report are assumed based on sectorial knowledge and described periodic maintenance activities.

\*\* Although a concrete useful life value is not provided in the table (given the wide potential scope), it is assumed that the remaining assets value after 25 years will be null.

Kroki	Przykład
1	Określenie wartości pozostałego życia aktywów projektu na koniec okresu analizy z uwzględnieniem wymian oraz okresów trwałości, zgodnie z tabelą 12
2	<p>Obliczenie wartości rezydualnej projektu w oparciu o zidentyfikowane powyżej aktywa projektu:</p> <p><i>Wartość rezydualna = 450*38% + 300*67% + 175*50%+40*25%+20*58%+10*33%+50*60%+15*33%+ 80 = 596.25 mPLN</i></p> <p><b>Powyzsza wartość odpowiada rezydualnej wartości finansowej projektu. w celu uzyskania ekonomicznej wartości rezydualnej projektu należy zastosować współczynniki przeliczeniowe CF dla kosztów budowy.</b></p>

Jeżeli wykonawca analizy pragnie wykorzystać inne wartości jednostkowe należy:

- zawsze dołączyć uzasadnienie zastosowania wartości alternatywnych,
- w analizie wrażliwości wykazać skutki wprowadzenia wartości alternatywnych.

Dopuszcza się wykorzystanie w analizie bardziej szczegółowych kosztów jednostkowych utrzymania infrastruktury, uciążliwości dla środowiska, eksploatacji pojazdów w odniesieniu do stanu nawierzchni wg. klasyfikacji SOSN<sup>9</sup> (A, B, C, D), tak jak to ma np. miejsce w Przewodniku do AKK (będzie wkrótce opublikowany przez GDDKiA), zastępując dotychczas stosowaną Instrukcję IBDiM z 2008 r. Należy w takim przypadku niezależnie podać również wyniki analizy z wykorzystaniem wartości przedstawionych w niniejszym załączniku.

Steps	Example
1	Identify project assets remaining life value at the end of the analysis period considering replacements and its physical life based on table 12
2	<p>Calculate the project residual value of the above identified project assets:</p> <p><i>Residual value = 450*38% + 300*67% + 175*50%+40*25%+20*58%+10*33%+50*60%+15*33%+ 80 = 596.25 mPLN</i></p> <p><i>The above value corresponds to the project financial residual value. In order to obtain the project economic residual value the CF for construction costs needs to be applied.</i></p>

If the analyst wishes to apply different unit values, he/she should:

- always attach the justification for the use of alternative values,
- demonstrate results of implementing the alternative values in the sensitivity analysis.

It is possible to use more detailed infrastructure maintenance, environmental and vehicle operation unit costs with respect to pavement condition according to SOSN<sup>9</sup> classification (A, B, C, D), as in the GDDKiA CBA instruction (to be published soon) substituting IBDiM instruction dated 2008. In such cases, results of analysis using values provided in this Appendix must be presented separately.

<sup>9</sup> Klasyfikacja krajowa stanu nawierzchni drogowych na podstawie standaryzowanej metodologii badań. National classification for the road pavement condition based on standardised survey methodology.

## Załącznik B: Prognozy ruchu

Etapy prognozy ruchu – opis i podstawowe założenia oraz rekomendacje

### I. DEFINIOWANIE MODELU

#### Zasięg obszarowy

W przypadku większości dużych inwestycji na drogach zamiejskich, model drogowy zazwyczaj obejmuje obszar całego kraju lub regionu/regionów w zależności od specyfiki projektu. W tym celu można wykorzystać krajowy model ruchu, który jest w posiadaniu i udostępniany przez GDDKiA. Model ten odwzorowuje całą sieć dróg krajowych i wojewódzkich.

Model ruchu znajdujący się obecnie w posiadaniu GDDKiA nie jest modelem nadającym się bezpośrednio do zastosowania. Stanowi model bazowy do wykorzystania tylko pod warunkiem zastosowania specjalistycznego oprogramowania do modelowania ruchu oraz dostosowania jego aktualności i szczegółowości do konkretnego projektu.

W przypadku inwestycji typowo miejskich prognozy ruchu należy opracować na podstawie modelu ruchu, który obejmuje co najmniej obszar w granicach miasta. Dla kluczowych inwestycji komunikacyjnych oraz największych miast (powyżej 300 tys. mieszkańców), model należy rozszerzyć na obszar terenów przylegających do miasta i mających wpływ na poziom natężenia ruchu w mieście.

Następnie, dla celów analiz ekonomiczno-finansowych, korzystnie jest zidentyfikować obszar oddziaływania projektu, tzw. bufor (zdefiniowany w rozdziale „Definicje i Akronimy”), który będzie podstawą do prognozowania danych wejściowych niezbędnych dla dalszych wyliczeń.

Przy inwestycjach obejmujących przebudowę, dla których możliwe jest wykonanie uproszczonej prognozy ruchu metodą wskaźnikową, prognozę taką należy sporządzić jedynie dla odcinka drogi/ulicy, dla którego wykonywana jest analiza.

## Appendix B: Traffic forecasts

Basic assumptions and recommendations for traffic forecasts

### I. DEFINING THE SCOPE OF THE MODEL

#### Extent of network

For the vast majority of non-urban road projects, the road model usually covers the whole country or region/regions, depending on the project nature. Consequently, the National Traffic Model which is owned and made available by GDDKiA may be used. This model covers the whole network of national and voivodship roads.

Although GDDKiA's current traffic model is not suitable for direct use. This is a base model which may be used with a specialized traffic modelling software adjusting it to current situation and project details.

For urban investments, the traffic forecasts should be prepared on the basis of a traffic model which covers, at least, the city borders. For key transport investments and those in major cities (more than 300 000 residents), the model should be expanded to the area adjacent to the city which has an influence on the city traffic volume.

Then, for the purposes of economic-financial analysis, it is useful to identify the project impact area, also called buffer (as defined in “Definitions and Acronyms” section) and as the basis for required traffic forecast input data.

For road reconstruction projects, for which it is possible to prepare a simplified traffic forecast with the indicator method, the forecast should only cover the section of the road/street being analysed.

### Szczegóły sieci. Rejony komunikacyjne

Dla inwestycji na drogach krajowych i wojewódzkich zaleca się stosowanie modelu sieci drogowej z Krajowego Modelu Ruchu (KMR), który może zostać udostępniony przez GDDKiA. Model ten zawiera informacje o ruchu na sieci dróg krajowych i wojewódzkich w podziale na powiaty (w formie plików tekstowych do wykorzystania przez specjalistyczne oprogramowanie) i może wymagać uszczegółowienia o drogi lokalne w okolicy rozpatrywanego projektu.

Jeśli w AKK wykorzystano inny niż Krajowy Model Ruchu należy podać co najmniej następujące informacje:

- przyjęty podział na kategorie odcinków dróg,
- parametry techniczne poszczególnych kategorii odcinków obejmujące m.in. przyjęte funkcje oporu odcinka<sup>10</sup>,
- przyjęty podział na rejony komunikacyjne,
- opłaty za korzystanie z infrastruktury.

W przypadku obszarów miejskich zaleca się wykorzystanie istniejących modeli będących w dyspozycji władz lokalnych, o ile takie modele zostały wcześniej opracowane. Model sieci ulicznej musi obejmować, co najmniej wszystkie ulice w granicach miasta do klasy zbiorczej włącznie. w opisie należy przedstawić zakres informacji o modelu sieci, taki jak dla dróg zamiejskich.

### Kategorie pojazdów. Wielogałęziowość

Niezależnie od przyjętej metody prognozowania, wyniki powinny zawierać natężenia ruchu, w ujęciu dobowym (w SDR – poj. rzeczywiste/dobę) lub/ i w ujęciu godzinowym (godziny szczytu) Typowy podział na kategorie pojazdów może być następujący:

- **SO** – samochody osobowe,

<sup>10</sup> Funkcje oporu odcinka to funkcje matematyczne określające, jak zmienia się prędkość ruchu potoku pojazdów w miarę wzrostu natężenia ruchu.  
The section resistance function is a mathematical function that defines vehicles speed depending on traffic volume growth changes.

### Network details. Zone system

For national and voivodship road investments, it is recommended to use the road network model included in the National Traffic Model available from GDDKiA. The model contains information about traffic on the national and voivodship road network broken down into powiats [counties]. The information is in the form of text files readable by specialised softwares. The information may have to be updated to include local roads in the vicinity of the analysed project.

The following information should be provided, if other than the National Traffic Model is used in the CBA:

- adopted division into road categories,
- technical parameters of particular categories of road sections including, among others, assumed functions of the section resistance function<sup>13</sup>, adopted zoning system,
- charges for infrastructure use.

In case of urban areas, it is recommended to use existing models from local authorities, if available. The model of the street network must include, at least, all streets within city limits, including local collector roads. The required information about the network model description must be the same as for non-urban roads.

### Categories of vehicles. Multi-modality

Regardless of the method of forecasting, the results should present the daily volume of traffic (in AADT – Average Annual Daily Traffic) or/and hourly (peak hours) volumes. Typical vehicle classification may be as follows:

- **SO** - passenger cars, minibuses



- **SD** – samochody dostawcze (np. vany),
- **SC** – samochody ciężarowe bez przyczep,
- **SCp** - samochody ciężarowe z przyczepami,
- **A** – autobusy.

Możliwe jest również przyjęcie innej struktury rodzajowej ruchu (np. dopuszcza się połączenie kategorii lekkich samochodów dostawczych z samochodami osobowymi, samochodów ciężarowych z przyczepami i bez przyczep) wraz z odpowiednim wyjaśnieniem. Przykładowo można przyjąć podział na poniższe kategorie pojazdów:

- **LV** – samochody lekkie, masa całkowita < 3,5 tony,
- **HGV** – samochody ciężkie, masa całkowita > 3,5 tony (w tym autobusy).

Model ruchu powinien uwzględniać wielogałęziowość (korzystanie z różnych środków transportu) zarówno dla przewozów towarowych, jak i pasażerskich. Zastosowanie takiego podejścia jest zgodne z wymaganiami warunkowości ex-ante dla funduszy europejskich 2014-2020 w zakresie promowania transportu zrównoważonego. Należy dodać, że Krajowy Model Ruchu powinien być systematycznie aktualizowany przez właściwe jednostki administracji centralnej.

### Kategorie użytkowników

W modelu należy wyróżnić co najmniej 2 kategorie użytkowników: (1) ruch pasażerski: pojazdy osobowe i autobusy; (2) ruch towarowy: pojazdy ciężarowe.

Użytkowników pojazdów osobowych i autobusów, należy podzielić na co najmniej trzy kategorie różniące motywacje podróży:

- podróże służbowe,
- codzienne dojazdy do/z pracy (tzw. ruch dojazdowy; dom-praca-dom),
- inne motywacje.

### Przedziały czasowe

Dla inwestycji zamiejskich prognozy ruchu obliczane są dla średniodobowego ruchu w roku SDR wyliczonego na podstawie danych z Generalnego Pomiaru Ruchu (GPR). Przeliczenie średnich natężeń dobowych na natężenia roczne następuje przez prze-

- **SD** - commercial vehicles (vans included),
- **SC** - trucks without trailers,
- **SCp** - trucks with trailers,
- **A** - buses.

It is also possible to adopt a different vehicle categorisation for the model (e.g. light commercial vehicles and passenger cars may be combined or trucks with and without trailers) with a suitable explanation. a possible alternative vehicles categories division is as follows:

- **LV** – light vehicles, gross weight < 3,5 tons,
- **HGV** – heavy goods vehicles, gross weight > 3,5 tons (incl. buses).

The traffic model should also take into account other transport modes both for freight and passenger transport. Such approach is in accordance with the requirements of the ex-ante conditionality for EU funds 2014-2020 to promote sustainable transport. It should be added that the National Traffic Model should be systematically updated by the central administration.

### Categories of users

The model should distinguish, at least, two categories of users: (1) passenger traffic (passenger vehicles and buses); (2) freight traffic: all trucks.

Users of cars and buses should be divided into, at least, three categories based on different travel motivations:

- business trips,
- daily home-work-home trips (i.e. commuting),
- other motivations.

### Time periods

In case of investments on non-urban roads, traffic forecasts are expressed in terms of AADT calculated on the basis of General Traffic Survey (GPR) results. The conversion of daily traffic into average yearly traffic is to be made by multiplying the daily

mnożenie wyników dobowych przez 365.

W przypadku prognoz ruchu dla inwestycji miejskich zazwyczaj konieczne jest przeliczenie korzyści obliczonych w godzinie szczytu na korzyści dobowe i roczne.

Dopuszczalne jest pominięcie kosztów ruchu w godzinach nocnych, ze względu na fakt, iż przynoszą one znikome oszczędności.

W przypadku braku odpowiednich danych o ruchu godzinowym, możliwe jest przyjęcie wartości uśrednionej zakładającej, że mnożnik przeliczenia godziny szczytu na dobę wynosi 8,2. Jeśli podstawą wyliczenia kosztów ruchu był średni dzień roboczy przy przeliczeniu kosztów na rok przyjmując mnożnik w wysokości 300.

### Horyzonty prognozy. Rok bazowy

Prognoza ruchu powinna obejmować co najmniej okres obliczeniowy analizy AKK, uwzględniający tzw. okres odniesienia, który dla projektów drogowych wynosi 25 lat (wraz z okresem realizacji inwestycji). Należy również przyjąć odpowiednie założenia dla roku bazowego.

Rokiem bazowym prognozy jest rok wykonania ostatniego GPR (weryfikacja modelu obliczeniowego) i/albo pierwszy rok analizy kosztów i korzyści (patrz rozdział, 1.6).

Kolejne horyzonty prognozy na potrzeby AKK dla W0 i Wn należy przyjąć następująco:

- pierwszy rok rozpoczęcia realizacji inwestycji (w okresie realizacji prognoza dla wariantu inwestycyjnego i bezinwestycyjnego jest identyczna, chyba że projekt posiada etapowanie funkcjonalne);
- pierwszy pełny kalendarzowy rok eksploatacji danego projektu (osobno dla W0 i Wn);
- kolejne horyzonty to 10. i 20. rok po oddaniu drogi do ruchu;
- dodatkowe horyzonty prognozy należy wyliczyć, w przypadku, jeśli w okresie eksploatacji projektu, planowane będzie oddanie do ruchu inwestycji, której wpływ będzie istotny dla warunków ruchu na tym projekcie (w takim przypadku zaleca się wyliczenie prognozy zarówno na rok przed ukończeniem inwestycji mającej znaczący wpływ na projekt jak i rok po jej zakończeniu);
- w celu uzyskania prognoz dla ostatniego roku okresu odniesienia oraz innych horyzontów czasowych dopuszcza się interpolację/ekstrapolację powyższych wartości.

results by 365.

In case of traffic forecasts for urban investments, it is usually necessary to convert the benefits calculated for a peak hour into daily and annual benefits.

It is possible to disregard traffic costs at night as they generate marginal savings.

In the case of lack of data on hourly distribution factors, it is recommended to take the averaged value that assumes the multiplier of peak hour to twenty-four hours is 8.2. If an average working day was used as the basis for calculation of annual traffic costs, then a multiplier of 300 should be used.

### Modelled years. Base year

The forecast should be developed for, at least, the CBA reference period which for road projects is 25 years (including the construction period). The relevant assumptions for the base year should also be made.

The base year of the traffic forecast is the year in which the last GPR was conducted (to verify the calculation model) and/or the first year of the CBA period (see chapter 1.6).

Other time horizons in the forecast for W0 and Wn to be presented for CBA purposes:

- the first year of project implementation (the duration of the forecast for investment and non-investment option is identical, unless functional staging is used);
- the first full calendar year of operation of the project (for W0 and Wn separately);
- further horizons are the 10<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> years of project operation;
- calculations should be made for additional horizon(s), if another investment with significant impact on the project traffic flows will be completed during the project operation (it is recommended to calculate the projections of both one year before and one year after that influencing investment's completion);
- in order to obtain traffic forecasts for the last year of the reference period and other horizons, interpolation/extrapolation of the above values may be used.

## II. MODEL DLA ROKU BAZOWEGO

### Przygotowanie danych wejściowych

Przed przystąpieniem do opracowania prognoz ruchu konieczne jest przeprowadzenie analizy dostępnych danych o ruchu drogowym, obejmujących wyniki:

- pomiarów ruchu wykonanych wcześniej na analizowanym odcinku lub w jego bezpośrednim sąsiedztwie,
- innych analiz, planów i prognoz ruchu, opracowanych w poprzednich latach, również tych obejmujących szerszy obszar, w którym znajduje się planowana inwestycja (strategiczne opracowania transportowe zawierające prognozy ruchu).

Na podstawie tych analiz należy przedstawić zmiany ruchu na przestrzeni poprzednich lat. w przypadku dróg krajowych i wojewódzkich należy zestawić wyniki z co najmniej 2 ostatnich Generalnych Pomiarów Ruchu. w przypadku inwestycji miejskich wskazane byłoby przytoczenie kluczowych wyników Kompleksowych Badań Ruchu (KBR), o ile takie badania zostały wykonane lub innych pomiarów przedstawiających zmiany w ruchu w mieście.

Przegląd wcześniejszych opracowań z zakresu prognozowania ruchu, jeśli takie były wykonane dla obszaru, w którym znajduje się analizowana inwestycja, ma na celu przedstawienie tła projektu z punktu widzenia ruchu drogowego.

Podstawą do analiz ruchu są dane z ostatnich GPR na drogach krajowych i wojewódzkich. Jeśli zachodzi taka potrzeba, należy dokonać pomiarów uzupełniających.

### Pomiary i badania ruchu

Przy wykonywaniu prognoz ruchu należy bazować na wcześniej wykonanych pomiarach ruchu z uwzględnieniem sezonowości zmian (zwłaszcza przy wyliczaniu SDR). Przeprowadzenie uzupełniających pomiarów ruchu jest konieczne w następujących przypadkach:

- gdy zachodzą zmiany w sieci, które mogły wpłynąć na zmianę potoków ruchu na odcinkach analizowanej inwestycji,
- inwestycja znajduje się w obszarze o znacznych zmianach społeczno - gospodarczych, które wpływają na natężenie ruchu pojazdów (np.: dynamicz-

## II. THE MODEL FOR THE BASE YEAR

### Input data collection

Before preparation of traffic forecast, it is necessary to analyse the available road traffic inputs such as:

- previous traffic measurements on the analysed section or in its direct vicinity,
- other analyses, plans and traffic forecasts developed in previous years, also studies that cover a wider area around the planned investment (strategic transport documents including traffic forecasts).

On the basis of these analyses, traffic changes during the previous years should be presented. In the case of national and voivodship roads, results of the General Traffic Survey from, at least, the last 10 years (i.e. last two GPR results) should be used. In case of urban investments, it is advisable to provide key results of the Comprehensive Traffic Surveys (KBR, *Kompleksowych Badań Ruchu*), if available, or other measurements that present the evolution of traffic in the urban area.

A review of previous traffic forecasting studies, if available for the project area, aims at the presentation of the project background from the traffic perspective.

The traffic data basis for the analysis are the last GPR results, for national and regional roads. If necessary, additional measurements must be carried out.

### Traffic countings and surveys

Traffic forecasts should be based on earlier traffic surveys taking into account seasonal changes (in particular, when calculating AADT). Complementary traffic measurements are required in the following cases:

- a change in the network occurred and it could influence the traffic flows on the analysed investment sections,
- the investment is located in an area of significant socio-economic changes that influence vehicle traffic volume (e.g. dynamically developing urban area, roads near new or reconstructed border crossings, recreational areas logistic centres, commercial zones, etc.).

nie rozwijające się obszary miejskie, drogi w sąsiedztwie nowych lub przebudowywanych przejść granicznych, obszary turystyczno-rekreacyjne, centra logistyczne, centra handlowe, itp.)

Konieczne jest jednoznaczne stwierdzenie, czy dostępne pomiary ruchu są wystarczające do sporządzenia modelu ruchu dla roku bazowego i prognozy dla danego projektu. w przypadku braku wystarczających danych, w ramach opracowania należy dokonać pomiarów uzupełniających. Będą to pomiary w terenie na zadanych odcinkach dróg czy skrzyżowaniach zarówno na drogach krajowych jak i samorządowych. Liczba dodatkowych punktów pomiarowych jak również długość pomiaru i harmonogram prac powinien być uzgodniony ze służbami administratora sieci drogowych, a policja odpowiednio powiadomiona.

Zaleca się, aby dodatkowy pomiar ruchu nie był krótszy niż 24 godziny, w przypadku pomiaru 12-godzinnego musi zawierać godziny szczytowe ruchu drogowego. Nie zaleca się dokonywania pomiarów ruchu w dni robocze sąsiadujące z weekendem (poniedziałek i piątek) i w okresie odbiegającym znacząco od przeciętnych zachowań użytkowników dróg (listopad - marzec, lipiec - sierpień, długi weekend majowy, okres świąt Bożego Narodzenia i Wielkanocy, Wszystkich Świętych, itp.). Uwaga ta nie dotyczy projektów związanych z ruchem rekreacyjnym lub weekendowym.

Jeśli w obszarze oddziaływania projektu znajdują się drogi (obiekty) albo, gdy projekt leży w obszarze oddziaływania innej inwestycji drogowej (infrastrukturalnej), gdzie od wszystkich użytkowników (lub wybranych kategorii) pobierane są opłaty za przejazd, wysokość tych opłat i ich możliwe zmiany w czasie również należy uzgodnić z instytucją zamawiającą opracowanie (GDDKiA) i uwzględnić w prognozie.

### Aktualizacja i uszczegółowienie sieci

W zależności od tego, do jakiej grupy została zakwalifikowana inwestycja (patrz tabela 6 części głównej podręcznika), należy opracować lub uszczegółwić model sieci w obszarze, na jaki przewiduje się, że inwestycja będzie miała wpływ, zgodnie z zapisami

w rozdziale Prognozy ruchu niniejszego podręcznika. w przypadku stosowania Krajowego Modelu Ruchu, sieć dróg może wymagać uszczegółowienia o drogi lokalne w okolicy rozpatrywanego projektu.

Jeżeli jest adaptowany jakikolwiek istniejący model ruchu, to należy robić to z uwzględnieniem regionalnych uwarunkowań oraz z analizą jego założeń (nie adaptować go automatycznie i bezkrytycznie).

It is necessary to clearly state whether available traffic measurements are sufficient to produce the required project base year model and traffic forecasts. In the absence of sufficient data, additional measurements need to be carried out as part of the analysis. The surveys will be carried out on selected roads and intersections on both national and regional roads as relevant for the project. The number of additional measurement points as well as measuring duration and schedule need to be agreed with the services of road network administrator and the police notified appropriately.

Additional traffic measurements should not last less than 24 hours, in case of 12 hours measurement it should include peak hour traffic. It is not recommended to conduct traffic measurements on weekdays adjacent to the weekend (Monday and Friday) and during periods deviating significantly from the average behaviour of road users (November - March, July - August, long May holiday weekend, the period of Christmas and Easter, All Saints, etc. ). Note: this does not apply to projects involving recreational and weekend traffic.

If the project impact area includes or is impacted by a road (and/or structure) investment where tolls are collected (from all users, or from certain user categories) the amount of these charges and their possible changes during the reference period should also be consulted with the contracting authority (GDDKiA) and included in the forecast.

### Network update and detail

Depending on the group to which the investment has been assigned (table 6 of the main text), one should develop or elaborate a detailed network model for the expected impact area of the investment, as described in the traffic forecasts chapter of the present Manual. In case of National Traffic Model, the national roads network may have to be complemented to include local roads in the vicinity of the analysed project.

If an available traffic model is being adapted, regional conditions must be taken into account and an analysis of assumptions must be made. The model cannot be adopted automatically without examination.

It is important to ensure that the model includes current assumptions regarding the road network development and they are compliant with current strategic documents.

Należy zwrócić uwagę, aby model zawierał aktualne założenia dotyczące planowanego rozwoju sieci transportowej, zgodne z aktualnymi dokumentami strategicznymi.

#### Uwzględnienie transportu publicznego

W uzasadnionych przypadkach należy przeprowadzić analizę wpływu transportu publicznego na projekt, a następnie odpowiednio uwzględnić go w modelu.

#### Opracowanie/ uszczegółowienie macierzy podróży dla roku bazowego

Prognozowanie ruchu przy użyciu modeli ruchu wymaga wyliczenia macierzy podróży. Macierz podróży (zwana również więźbą ruchu) jest to matematyczny zapis liczby podróży wykonywanych pomiędzy rejonami komunikacyjnymi, na które podzielony jest obszar analizy. Macierze należy opracować w podziale na kategorie użytkowników dróg. Sposób podziału zależy od tego, czy prognoza ruchu jest wykonywana dla inwestycji na drogach zamiejskich czy na sieci ulicznej.

Macierz roku bazowego należy opracować dla roku wykonywania analizy lub roku, dla którego dostępne są najpełniejsze wyniki pomiarów ruchu (np. KBR).

W przypadku inwestycji zamiejskich wskazane jest przyjęcie, jako roku bazowego, roku, w którym wykonano ostatni Generalny Pomiar Ruchu (ewentualne aktualizacje ostatniego GPR lub inne krajowe badania zlecone przez GDDKiA). Dla roku bazowego do weryfikacji modelu należy wykorzystać wyniki ostatniego GPR i/lub wyniki pomiarów ruchu wykonanych dla potrzeb analizy AKK (jeśli takie pomiary przeprowadzono).

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.

Jeśli prognoza dla inwestycji na drogach zamiejskich nie jest wykonywana z wykorzystaniem Krajowego Modelu Ruchu, należy opisać szczegółowo proces tworzenia macierzy i zastosowane modele matematyczne.

Więźby ruchu dla dróg zamiejskich zazwyczaj opracowuje się w podziale na kategorie pojazdów, zgodnie z podziałem przyjętym w Krajowym Modelu Ruchu<sup>11</sup>:

- **SO**—samochody osobowe,

#### Public transport consideration

If applicable, the public transport component should be appropriately taken into account in the model.

#### Development/ elaboration of trip matrices for the base year

Traffic forecasting using models requires calculating a trip matrix. The matrix (so-called traffic travel distribution) is the mathematical representation of the number of trips between various points of origin and destination within the analysed area. Traffic matrices should be developed according to user categories. The way in which the categories are defined depends on whether the traffic forecast is prepared for non-urban or for urban roads.

The base year matrix should be developed for the year when the analysis is performed or when complete results of traffic measurements are available.

In case of non-urban investments, it is recommended to assume the base year to be the year when the last General Traffic Survey (GPR) was performed (alternatively, future updates of GPR or other national studies ordered by GDDKiA). For the purpose of model verification for the base year, the last GPR results should be used, and/or the results of traffic measurement prepared for CBA purposes (if such measurements were carried out).

For urban projects, the base year should be the year of the last Comprehensive Traffic Survey (KBR), provided it is carried out not more than 5 years earlier. If the period from last Comprehensive Traffic Survey is longer than 5 years, the base year shall be the year in which the analysis is being performed.

If the National Traffic Model is not used for a non-urban road investment forecasting, the development of the trip matrices and the mathematical models used should be described in detail.

The travel distribution for non-urban roads should be developed using the following vehicle categories taken from the National Traffic Model:

- **SO**—passenger cars,

<sup>11</sup> Dla inwestycji zamiejskich nie opracowuje się macierzy ruchu autobusów. Udział ruchu autobusowego należy dodać do ruchu samochodów ciężarowych – S.C.

Traffic matrix for buses is not developed. The share of bus traffic should be included within truck traffic.

- **SD** – samochody dostawcze,
- **SC** – samochody ciężarowe,
- **SCp** – samochody ciężarowe z przyczepami.

Dopuszcza się możliwość innego podziału na bazie KMR, np. samochody lekkie i ciężkie:

- **LV** – samochody lekkie, masa całkowita < 3,5 tony,
- **HGV** – samochody ciężkie, masa całkowita > 3,5 tony (w tym autobusy).

Dla macierzy pojazdów osobowych wskazane jest dodatkowe wydzielenie motywacji podróży użytkowników, co najmniej w zakresie:

- podróże służbowe,
- podróże związane z dojazdami dom-praca-dom,
- podróże we wszystkich innych motywacjach.

Więźby dla dróg zamiejskich należy opracować dla średniorocznego dobowego ruchu (SDR).

W przypadku inwestycji miejskich, do obliczenia macierzy ruchu zaleca się zastosowanie tradycyjnego, czteroetapowego modelu generacji i rozkładu przestrzennego podróży obejmującego w zakresie tworzenia więźby cztery następujące etapy:

- generacja ruchu,
- rozkład przestrzenny ruchu,
- podział zadań przewozowych,
- rozkład ruchu na sieć.

Więźby ruchu miejskiego należy opracować w podziale na kategorie użytkowników sieci:

- **SO** – samochody osobowe,
- **SD** – samochody dostawcze,
- **SC** – samochody ciężarowe,
- **SCp** – samochody ciężarowe z przyczepami.

- **SD** – commercial vehicles,
- **SC** – trucks,
- **SCp** – trucks with trailers.

The following vehicle categories division is also acceptable based on the results of the National Traffic Model:

- **LV** – light vehicles, gross weight < 3,5 tons,
- **HGV** – heavy goods vehicles, gross weight > 3,5 tons (incl. buses).

For the passenger car matrix, it is advisable to perform a further breakdown based on user motivation including, at least:

- business trips,
- commuting trips home-work-home,
- other trips.

The travel distributions for non-urban roads should be developed in annual average daily traffic (AADT).

In case of urban investments, it is recommended to calculate the traffic matrix using the traditional 4-stage model of traffic generation and trip assignment, covering the following four stages in the development of the matrix:

- traffic generation,
- spatial traffic distribution,
- modal split,
- traffic assignment.

The urban traffic matrices should be developed broken down into the following vehicle categories:

- **SO** – passenger cars,
- **SD** – commercial vehicles,
- **SC** – trucks
- **SCp** – trucks with trailers/semitrailers

- **A**—autobusy.

Możliwy jest również inny podział na kategorie użytkowników, na bazie KMR lub KBR np. samochody lekkie i ciężkie:

- **LV** – samochody lekkie, masa całkowita < 3,5 tony,
- **HGV** – samochody ciężkie, masa całkowita > 3,5 tony (w tym autobusy).

Więźby dla użytkowników samochodów osobowych w modelach miejskich powinny zostać opracowane w podziale na motywacje podróży. Wskazane jest opracowanie w tradycyjnym podziale stosowanym w dotychczasowych analizach dla sieci ulicznych, który obejmuje:

- podróże w motywacjach dom-praca-dom (DPD),
- podróże w motywacjach dom-nauka-dom (DND),
- podróże w motywacjach dom-inne-dom (DID),
- wszystkie inne podróże niezwiązane z domem.

Dla motywacji DND oraz DID można przyjmować stawki jak dla *pozostałych* z tabeli Jednostkowe koszty czasu załącznika A

W przypadku przyjęcia innego podziału na motywacje w podróżach użytkowników pojazdów osobowych, należy szczegółowo opisać zasady podziału. Należy również przypisać im odpowiednie koszty jednostkowe wraz uzasadnieniem.

Macierze ruchu dla inwestycji miejskich zawierają:

- ruch wewnętrzny (który definiowany jest jako ruch, którego początek i koniec zawiera się w obszarze analizy),
- ruch tranzytowy (który definiowany jest jako ruch, którego początek i koniec leży na granicy lub poza obszarem analizy),
- ruch źródłowo-docelowy (który definiowany jest jako ruch, którego początek albo koniec zawiera się w obszarze analizy).

Ze względu na charakter ruchu miejskiego, który cechuje się dużą zmiennością w różnych porach doby, macierze należy opracować w ujęciu godzinowym – co najmniej dla godziny szczytu.

- **A**—buses.

The following vehicle categories division is also acceptable based on the results of the National Traffic Model/ KBR :

- **LV** – light vehicles, gross weight < 3,5 tons,
- **HGV** – heavy goods vehicles, gross weight > 3,5 tons (incl. buses).

Passenger car urban matrices should be broken down into travel motivation. It is advisable to adopt the traditional breakdown used in previous street network analyses:

- home-work-home trips (DPD),
- home-school-home trips (DND),
- home-other-home trips (DID),
- other trips not connected with home.

For the home-school-home and home-other-home trips motivations the unit cost may be used for calculations as in the case of *Others* should be considered from the table Unit costs of time of Annex A.

If another division of passenger car motivations is assumed, it has to be described in detail. It is also required to assign to those relevant unit costs.

Traffic matrices for urban investments should consider the following:

- internal traffic (defined as traffic whose beginning and end is located inside the analysed area),
- transit traffic (defined as traffic whose beginning and end is located outside of the analysed area),
- origin-destination traffic (defined as traffic whose beginning or end is located inside the analysed area).

Taking into consideration the nature of urban traffic which is characterised by high variability throughout the day, matrices should be developed hourly – at least for morning peak hours.

### Aktualizacja zmiennych funkcji popytu

Współczynniki wzrostu ruchu dla lat prognozy należy przyjąć z aktualnej tabeli trendów PKB zamieszczonej na stronie internetowej Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, z uwzględnieniem tzw. wskaźników elastyczności dla poszczególnych kategorii pojazdów.

### III. KALIBRACJA I WALIDACJA MODELU

W celu sprawdzenia poprawności modelu ruchu, należy przeprowadzić jego walidację na podstawie porównania dostępnych danych z pomiarów w roku bazowym z wynikami uzyskanymi z modelu ruchu dla tego roku.

Ponadto należy podać metodę, jaką zastosowano przy rozkładzie ruchu na sieć oraz podstawowe parametry rozkładu (wartości czasu, koszty eksploatacji pojazdów, inne składniki funkcji uogólnionego kosztu podróży).

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.

Wyniki miejskich modeli ruchu należy weryfikować na podstawie dostępnych danych z kompleksowych pomiarów ruchu (KPR) w mieście. w przypadku, gdy kompleksowe badania mają więcej niż 5 lat, weryfikowanie modelu należy wykonać na podstawie wyników pomiarów przeprowadzonych dla analizy AKK.

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%.

### Update of demand function variables

Traffic growth rates for the forecasted period should be based on the actual GDP growth table published on GDDKiA's website, and applying the so-called elasticity indicators for different vehicle categories.

### III. CALIBRATION AND VALIDATION OF THE MODEL

In order to validate the correctness of the traffic model, a comparison should be made between data from measurements in the base year and the results obtained from the traffic model for that year.

The method used to establish the network traffic distribution and the respective basic distribution parameters need to be presented (i.e. value of time, vehicle operating costs and other applicable components of the generalized travel cost function).

At least, the following values are recommended to be compared and analysed for the verification of the traffic model:

- traffic volume divided into basic vehicle categories,
- average travel speed on sections,
- distribution of average length of travel in the whole network for individual user categories,
- compliance of journey spatial distribution with survey results (if carried out).

Results of the verification should be presented in a table format.

Results of urban traffic models should be verified on the basis of available data from the Comprehensive Traffic Surveys (KPR), if available. If the comprehensive studies are more than 5 years old, the verification of the model should be based on results of measurements made for the CBA.

Tolerances for particular values are diverse. It is assumed that a model provides a correct representation of the real traffic conditions, if the discrepancy between measurements and the model results does not exceed +/-15%.



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.

#### IV. PROGNOZA RUCHU – ZAŁOŻENIA

**Metodę prognozowania należy dostosować do typu analizowanego projektu, zgodnie z tabelą 6, rozdział 1.8.1.** w związku z tym poniższe zasady należy stosować odpowiednio do przyjętej metody prognozowania.

##### Analiza rozwoju sieci

Zmiany rozwoju sieci dróg pod względem podaży, czyli rozwoju infrastruktury, są bardzo istotne i mają zasadniczy wpływ na końcowe prognozy ruchu będące podstawą

Specifically for urban and regional models (based on city peak hours traffic), it is recommend to check the model calibration by calculating the GEH statistic index (Geoffrey E.Havers formula, similar to ch-squared test) :

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

where:

M – traffic on the section from the model (vehicles/hour)

C – traffic on the section from measurements (vehicles/hour)

i – given road section

The value of the index should be determined separately for each type of vehicles included in the model.

When calculating the index, traffic should be in vehicles/hour when data is available for the area concerned, or alternatively AADT for the section divided by 12 should be used.

Validation should be considered positive when the value of GEH statistic <5 for at least 85% of all analysed sections.

It is also recommended to validate the calibrated traffic by comparison of groups of links as screenlines with traffic counts; the GEH statistic < 5% for more than 85% cases is acceptable.

#### IV. FUTURE YEARS TRAFFIC MODEL – ASSUMPTIONS

**The forecasting method and its required output results should be adapted to the project type, in compliance with table 6 in chapter 1.8.1.** Therefore, the following rules shall apply respectively to the adopted forecasting method.

##### Network development analysis

Changes in the development of the road network in terms of supply, i.e. the development of infrastructure, are very important and have a great impact on the final

dalszych analiz. w ramach prognoz ruchu należy przeprowadzić analizę rozwoju sieci uwzględniając zmiany w infrastrukturze transportowej na obszarze objętym prognozami ruchu.

Przedmiotem analizy powinien być najbardziej prawdopodobny scenariusz rozwoju sieci drogowej w okresie referencyjnym tej analizy, zgodny z aktualnymi dokumentami strategicznymi. Taki scenariusz jest identyczny dla wariantu bezinwestycyjnego (W0) i wariantu inwestycyjnego (Wn).

W wariacie bezinwestycyjnym, jak i inwestycyjnym należy uwzględnić zarówno istniejącą, jak i planowaną sieć drogową. Porównywane warianty różnią się wyłącznie tym, że w wariacie inwestycyjnym uwzględniamy dodatkowo nową inwestycję (projekt).

### Wskaźniki wzrostu ruchu

Prognozowanie potoków pojazdów na poszczególnych odcinkach sieci może zostać wykonane z wykorzystaniem:

- uproszczonej metody prognozowania ruchu – np. metody wskaźnikowej,
- metody modelowania ruchu.

Wybór metody zależy od tego, do jakiej grupy inwestycja została zakwalifikowana (tabela 6, rozdział 1.8. Prognozy ruchu).

W przypadku prognozowania metodą modelowania, współczynniki wzrostu ruchu dla lat prognozy należy przyjąć z aktualnej tabeli trendów PKB zamieszczonej na stronie internetowej Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, z uwzględnieniem tzw. wskaźników elastyczności dla poszczególnych kategorii pojazdów.

traffic forecasts that are used as the basis for further analyses. Forecasts should consider future road network development including any changes in the transport infrastructure within the analysed area.

The most likely scenario for the development of the road network in the reference period should be subject of the analysis, consistent with current strategic documents. The scenario should be the same for the without-the- project option (W0) and the investment option (Wn).

Without-the-project option and investment option must consider both existing and planned road network. Compared options differ only in the fact that the investment scenario takes into account the planned investment (project).

### Traffic growth indicators

Forecasted vehicle flows on specified road network sections may be estimated by means of:

- simplified traffic forecasting method – e.g. indicator method,
- traffic modelling method.

The choice of the method depends on the classification of the investment (as presented in table 6 in chapter 1.8 Traffic Forecasts).

When using the modelling method, traffic growth rates for the forecasted period should be taken from the actual GDP growth table published on GDDKiA's website, and including the so-called elasticity indicators for different vehicle categories.

**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

Dla inwestycji na drogach zamiejskich, dla których dopuszczone jest stosowanie uproszczonej metody prognozowania, obliczenie natężenia ruchu na poszczególnych odcinkach odbywa się przez pomnożenie ruchu w roku bazowym przez wskaźniki wzrostu ruchu dla poszczególnych kategorii pojazdów, oszacowanych z wykorzystaniem wskaźników przeliczeniowych uzyskanych od GDDKiA. Ze względu na zróżnicowaną dynamikę wzrostu ruchu na poszczególnych kategoriach dróg należy zastosować wskaźniki elastyczności dla określonej kategorii pojazdów.

**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.

Należy zaznaczyć, że w dużych miastach natężenia ruchu pozostają w zasadzie niezmiennie w czasie, z wyjątkiem sytuacji, gdy w planach zagospodarowania przestrzennego, w sąsiedztwie nowej inwestycji przewidziane są realizacje nowych źródeł/celów podróży np. centrum handlowe lub osiedle mieszkaniowe.

**Table 1. Elasticity of traffic growth indicators according to GDDKiA modelling method**

	Vehicle category	We (elasticity indicator/years)	
		2008-2015	2016-2040
1	Passenger cars	0,90	0,80
2	Commercial cars	0,33	0,33
3	Trucks with	0,35	0,35
4	Commercial cars with trailers	1,07	1,00

For non-urban investments where it is allowed to use the simplified method, traffic volume on specified sections is calculated by multiplying the base year traffic by each vehicle category traffic growth indicator (estimated using factors obtained from GDDKiA, see below). As traffic growth dynamics varies depending on the roads categories, growth indicators should be adjusted using different elasticity indicators by road category.

**Table 2. Elasticity indicators according to the GDDKiA forecasting growth indicator method**

Road category	Passenger cars	Commercial vehicles	Trucks	Trucks with (semi)trailers
National	1	1	1	1
Voivodship	0,9	0,9	0,8	0,75
County	0,8	0,8	0,75	0,6
Community/Municipality	0,75	0,75	0,7	0,65

The above indicators will be updated under the current GDDKiA work aiming at updating and enhancing the currently available National Transport Model.

It should be noted that in case of big cities, in principle, the traffic would remain unchanged over time, unless new sources/destinations (eg. shopping center or residential area) are foreseen within spatial development plans in the vicinity of the new project.

## V. OSZACOWANIE PROGNOZY RUCHU. RAPORTY WYNIKOWE

### Oszacowanie prognozowanych potoków ruchu na sieci

Przy prognozach wykonywanych metodami wskaźnikowymi zazwyczaj nie dopuszcza się przenoszenia na analizowany odcinek ruchu z innych ulic/dróg oraz nie uwzględnia się tzw. ruchu wzbudzonego. Prognozowane natężenie ruchu należy obliczyć jedynie poprzez przemnożenie ruchu istniejącego w roku bazowym przez wskaźniki wzrostu ruchu dla danego obszaru.

Wyniki prognoz ruchu należy przedstawić w tabelach, w których zostaną przedstawione natężenia ruchu w podziale na kategorie pojazdów na poszczególnych odcinkach analizowanej inwestycji. Wyniki można ewentualnie także przedstawić w postaci ry-sunkowej, gdzie zostaną przedstawione potoki pojazdów na poszczególnych odcinkach sieci w korytarzu obejmującym analizowany odcinek.

Dla inwestycji obejmujących budowę odcinków płatnych dróg rekomenduje się przeprowadzenie analiz dla różnych wariantów stawek opłat za przejazd oraz dla wariantu bez opłat. Stawki opłat należy uzgodnić z zarządcą infrastruktury.

### Raporty wynikowe prognozy ruchu

W wynikach prognoz ruchu oprócz natężenia i prędkości należy podać także strukturę ruchu – zgodnie z przyjętym podziałem na odpowiednie kategorie pojazdów.

Jeżeli infrastruktura drogowa jest elementem (częścią) większego projektu transportu publicznego to całość AKK, jak również prognoza ruchu, winna być wykonana zgodnie z podręcznikiem Niebieskiej Księgi dedykowanej projektom transportu publicznego.

Zgodnie z aktualnymi wymaganiami GDDKiA <sup>12\*</sup>), 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

<sup>12</sup> \*) „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).

## V. TRAFFIC FORECASTING ESTIMATION. OUTPUT REPORTS

### Estimation of the forecasted traffic flow on the road network

When using forecasting indicator methods, usually it is not allowed to consider diverted traffic from other streets/roads neither induced traffic should be taken into account on the analysed section. Forecasted traffic volumes should be calculated only by multiplying the existing base year traffic volume by the traffic growth indicators for the relevant area.

The forecasted traffic results should be presented in table form illustrating traffic volumes per vehicle category on specified sections of the analysed investment. The results may also be presented as cartograms of traffic flows on individual network sections within the corridor including the analysed section.

The analysis for investments including toll road sections is recommended to be carried out considering different toll rate options and the option without toll. The toll rates should be agreed with the infrastructure manager.

### Traffic forecast output reports

The traffic forecast results should be presented according to the traffic structure – in accordance with the agreed categories of vehicles.

If the road infrastructure is an element (part) of a bigger public transport project, the whole CBA as well as the traffic forecast should be performed according to the Blue Book dedicated to Public Transport projects.

In accordance with current GDDKiA requirements<sup>12\*</sup>), the following items should be included in the output reports of the traffic forecast:

1. Information on traffic volumes; description of traffic conditions, critical points, main conflicts etc. in the existing road network - for the base year
2. Results of model calibration and verification of measurements against the

2. Wyniki kalibracji modelu i weryfikacji z wynikami pomiarów w roku bazowym, zgodnie z wymaganiami dostępnymi na stronie internetowej [www.gddkia.gov.pl](http://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.

Zalecane jest również dołączenie innych wyników, dotyczących np. czasu podróży czy też średniej prędkości na poszczególnych odcinkach sieci.

### 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.

### Dane wejściowe do AKK

Powyższe raporty stanowią źródło danych niezbędnych do przeprowadzenia analizy AKK. Minimalne wymogi dotyczące zakresu niezbędnych danych znajdują się w rozdziale 1.8 niniejszego podręcznika.

Na potrzeby obliczeń AKK danymi wejściowymi są:

- dane o natężeniach ruchu (SDR) na odcinkach analizowanej sieci, wyrażone

base year in accordance with requirements available at [www.gddkia.gov.pl](http://www.gddkia.gov.pl) in the “Analyses and Traffic Forecasts” section

3. Forecasts of traffic volumes and traffic conditions for the existing road network (non-investment option – W0), for the required forecast horizons
4. Forecasts of traffic volumes and traffic conditions (i.e. forecasted traffic versus planned infrastructure capacity) for the proposed investment options, for the required forecast horizons
5. Comparison of travel distances obtained from the model and observed in reality
6. Traffic structure according to vehicle categories
7. Traffic distribution by directions.

It is also recommended to include travel times and other network performance indicators (e.g. average speeds on given sections, etc.)

### Analysis of outputs

The outputs should not only meet the criteria of verification and validation but also of the common sense. After each modelling and forecasting stage, a critical approach to the outputs should be applied. If unusual behaviour in the model is noticed, transport network matrixes or calculation methodology may need to be re-examined and corrected.

### CBA traffic forecasts input data

The above results are the necessary data source for the CBA. Minimum requirements for the scope of these data are described in chapter 1.8 of this manual.

The basic input data required for CBA calculations are:

- traffic volumes (AADT) in veh/day on the analysed road network;
- and the respective transport work/day, broken down by categories of vehi-

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.

O ile taki parametr, jak długość odcinka (długości odcinków jednorodnych ruchowo, na sieci dróg) jest prosty do uzyskania, to obliczenie czasu przejazdu wymaga skorzystania z tabel prędkości zawartych w zaktualizowanej instrukcji IBDiM. Dla sieci dróg czynności obliczeniowe wykonuje się przy pomocy specjalistycznego oprogramowania. w tym przypadku ważne jest odpowiednie kodowanie parametrów odcinków w obszarach objętych analizą w celu zróżnicowania pracy przewozowej na drogach różnych klas

Ze względu na wymagania analizy AKK zestawienia pracy przewozowej z modelu powinny być opracowane dla różnych klas prędkości (chyba, że stosuje się metodę uproszczoną modelowania ruchu - wówczas prędkości potoków należy obliczyć na podstawie tabel prędkości z Przewodnika do AKK (będzie wkrótce opublikowany przez GDDKiA), zastępującego dotychczas stosowaną Instrukcję IBDiM z 2008 r.

Podział na przedziały prędkości należy zróżnicować w zależności od lokalizacji inwestycji. w przypadku dróg zamiejskich należy przyjąć co najmniej następujące przedziały:

- <30 km/h
- 30 ÷ 50 km/h
- 51 ÷ 70 km/h
- 71 ÷ 90 km/h
- 91 ÷ 110 km/h
- > 110 km/h

cles, speed ranges and road category, expressed in:

- vehicle-kilometres (sum of the products of the volume of traffic in ADDT and the length of the analysed sections); and
- in vehicle-hours (sum of the products of the volume of traffic in AADT and the time required to cover those sections).

**The above data should be provided for all sections of the respective project impact area, (i.e. buffer) and for the whole reference period; table form presentation is recommended.**

It should be verified that the same number of vehicles (trips) in the buffer is considered for W0 and Wn.

In order to estimate transport work in veh-h, it is necessary to estimate the respective travel time considering the length of the sections with homogeneous traffic of the analysed network and the speed tables from *GDDKiA CBA instruction (to be published soon) substituting IBDiM instruction dated 2008*. In order to perform these calculations at the network level, modelling specialized software is used. In this case, it is important to use encoding parameters for road sections in analysed areas to provide transport work results by different road classes.

For the sake of the CBA calculations, transport work results from the model should be broken down into various speed ranges (unless a simplified method is used, the traffic flow velocities should be calculated on the basis of speed tables from the *GDDKiA CBA instruction (to be published soon) substituting IBDiM instruction dated 2008*).

Division into speed ranges should be differentiated depending on the location of the investment. In case of non-urban investments at least the following speed ranges should be considered:

- <30 km/h
- 30 ÷ 50 km/h
- 51 ÷ 70 km/h
- 71 ÷ 90 km/h
- 91 ÷ 110 km/h
- > 110 km/h

Dla inwestycji zamiejskich należy wydzielić co najmniej następujące kategorie dróg na potrzeby prezentacji wyników analizy ruchu, wyrażonych w pracy przewozowej dla danego obszaru oddziaływania projektu (bufora):

- Autostrady (A)
- Ekspresowe dwujezdniowe (S2)
- Ekspresowe jednojezdniowe (S1)
- Ekspresowe z dodatkowym pasem ruchu (S2+1)
- Pozostałe krajowe i wojewódzkie dwujezdniowe
- Pozostałe krajowe i wojewódzkie jednojezdniowe
- Odcinki miejskie
- Inne

Przyjęty powyżej podział jest zgodny z głównym podziałem na kategorie odcinków, jaki został zastosowany w Krajowym Modelu Ruchu udostępnianym przez GDDKiA.

W przypadku inwestycji miejskich należy przyjąć co najmniej następujące przedziały prędkości.

- <10 km/h
- 10 ÷ 30 km/h
- 31 ÷ 50 km/h
- 51 ÷ 60 km/h
- 61 ÷ 80 km/h
- > 80 km/h

Powyższe przedziały prędkości na ulicach miejskich należy przyporządkować co najmniej do następujących kategorii odcinków.

- ulice ekspresowe (S)
- ulice główne ruchu przyspieszonego (GP)
- ulice główne (G)
- ulice zbiorcze (Z)

In case of non-urban investments at least, the following road categories should be used for the purpose of presentation of traffic analysis results expressed in transport work for a project impact area (buffer):

- Motorways (A)
- Expressways, dual carriageway (S2)
- Expressways, single carriageway (S1)
- Expressways with one additional lane (S2+1)
- Other national and voivodship roads, dual carriageway
- Other national and voivodship roads, single carriageway
- Urban sections
- All other roads

The above mentioned division is in line with the main division of road section categories that is used in the National Traffic Model provided by GDDKiA.

In case of urban investments at least, the following speed ranges should be considered:

- <10 km/h
- 10 ÷ 30 km/h
- 31 ÷ 50 km/h
- 51 ÷ 60 km/h
- 61 ÷ 80 km/h
- > 80 km/h

The speed ranges on urban roads should be assigned at least to the following road section categories:

- Expressways (S)
- trunk roads (GP)
- main roads (G)
- collector roads (Z).

Ważne jest, aby w kategorii ulic GP uwzględnić również aspekt kolizyjności/ bezkolizyjności danego odcinka z przecinającymi drogami.

W przypadku obliczania potoków ruchu metodami modelowania ruchu należy przeprowadzić rozkłady macierzy podróży na warianty modelowych sieci drogowych. Dla każdego horyzontu prognozy należy przedstawić wielkości macierzy ruchu dla poszczególnych kategorii użytkowników oraz parametry zastosowane w rozkładach ruchu (wartości czasu, koszty eksploatacji pojazdów, inne składniki funkcji uogólnionego kosztu podróży).

Obszar analizy obejmujący sieć dróg z obszaru oddziaływania projektu, dla której wyliczono natężenia ruchu oraz prace przewozowe należy przedstawić w formie graficznej i opisowej.

It is important to take into account the aspect of section collision/ non-collision with crossing roads in case of GP street category.

When calculating traffic flows by means of the traffic modelling method, trip matrix distribution should be calculated for the road network modelling options. For each forecast horizon the traffic matrix for a particular category of users as well as the parameters used for traffic distribution (value of time, vehicle operating cost, other components of the general travel cost function) should be presented.

The project impact area for which the AADT and transport work are calculated should be presented in graphical and descriptive forms.



# Załącznik C: Podstawy metodologiczne obliczania współczynników przeliczeniowych (konwersji)

## Appendix C: Methodological background to calculate Conversion Factors

Dla celów analizy finansowej, ceny rynkowe stanowią odpowiednie odniesienie przy ocenie wyników finansowych projektu zarówno dla inwestora prywatnego jak i publicznego. Jednak nie są odpowiednie, gdy celem jest ocena wkładu projektu do korzyści społecznych. W tym celu, wszystkie ceny rynkowe należy przekształcić na ceny ukryte (z ang. "shadow prices"), które lepiej odwzorowują korzyści społeczne.

Przekształcanie cen rynkowych na ceny ukryte odbywa się poprzez zastosowanie współczynników przeliczeniowych (CF).

CF zastosowanie do projektów inwestycyjnych w zakresie infrastruktury drogowej w Polsce, zostały obliczone metodą średniej ważonej:

- Określenie pierwotnych współczynników przeliczeniowych:
  - Koszty pracy: na podstawie załącznika IV wytycznych AKK KE szacuje się, że średnia wartość dla Polski odpowiada 0.58.
  - Paliwo: na podstawie danych Eurostatu („Ceny konsumpcyjne produktów ropopochodnych, koniec drugiej połowy 2012”), CF dotyczące polskich cen paliwa bez podatków i opłat (z wyłączeniem podatku VAT, ponieważ został on już uwzględniony w pierwszym kroku) oraz ceny na stacjach paliw oszacowano na 0,66 dla transportowych projektów.
- Określenie wag dla pierwotnych współczynników zostało wykonane w oparciu o dane o kosztach polskich firm budowlanych (dane z „GUS: Koszty w podmiotach gospodarczych o liczbie pracujących powyżej 49 osób”, 2012).
- Obliczanie CF: średnia ważona z pierwotnych współczynników przeliczeniowych, jak w tabelach poniżej:

For the purpose of the financial analysis, market prices represent a relevant reference for both the private and public investor when assessing the project's financial performance. However, they are no longer relevant when the aim is to assess the project's contribution to economic welfare. For this purpose, all market prices have to be valued at the so-called 'shadow prices' which is the social marginal value of an output or input change, i.e. the opportunity cost to the society of producing or consuming more or less of any good.

Input market prices are transformed into shadow prices by the application of Conversion Factors (CF).

The CF applicable to road infrastructure investment projects in Poland were calculated based on the weighted CF method following the steps described below:

- Determination of Primary Conversion Factors:
  - Labour costs: based on the EU CBA guide Annex IV, it is estimated that the average value for Poland corresponds to 0.58.
  - Fuel: based on Eurostat data (“Consumer prices of petroleum products, end of second half 2012”), the CF related to the fuel prices in Poland without taxes and duties (VAT being excluded from the calculation as it was already corrected in a first stage) and price at pump considered in transport construction projects has been estimated at 0.66.
- Identification of weights of the primary inputs above has been done based on the cost structure of Polish construction companies (data from “GUS: Costs by type in economic entities with more than 49 employees, 2012”).
- Computation of CF: a weighted average of primary input factors CFs, as presented in tables below:

### Obliczanie CF dla kosztów inwestycyjnych (CAPEX)

Elementy	Waga (*)	Współczynnik konwersji
Materiały	41%	1
Robocizna	25%	0,58
Energia	20%	0,66
Inne	14%	1
<b>Ostateczny</b>		<b>0,83</b>

(\*) GUS : „Koszty w podmiotach gospodarczych z ponad 49 pracowników, budownictwo” , 2012

(\*\*) wytyczne AKK, KE, załącznik IV.

(\*\*\*) „Ceny konsumpcyjne produktów ropopochodnych, koniec drugiej połowy 2012”, Eurostat.

### Obliczanie CF dla kosztów operacyjnych (OPEX)

Elementy	Waga (*)	Współczynnik konwersji
Materiały	31%	1
Robocizna	35%	0,58
Energia	20%	0,66
Inne	14%	1
<b>Ostateczny</b>		<b>0,78</b>

### Calculation of CF for constructions costs (CAPEX)

Components	Weight (*)	Conversion Factor
Materials	41%	1
Labour	25%	0,58
Energy	20%	0,66
Others	14%	1
<b>Final</b>		<b>0,83</b>

(\*) GUS: “Costs by type in economic entities with more than 49 employees, Construction”, 2012

(\*\*) EU CBA guide 2014, Annex IV.

(\*\*\*) “Consumer prices of petroleum products, end of second half 2012”, Eurostat

### Calculation of CF for operating costs (OPEX)

Components	Weight	Conversion Factor
Materials	31%	1
Labour	35%	0,58
Energy	20%	0,66
Others	14%	1
<b>Final</b>		<b>0,78</b>

# Załącznik D: Podstawy metodologiczne obliczania jednostkowych kosztów eksploatacji pojazdów (VOC)

## Appendix D: Methodological background to calculate unit Vehicle Operating Costs (VOC)

Niniejszy załącznik jest podsumowaniem sposobu podejścia i przyjętych założeń do oszacowania jednostkowych kosztów eksploatacji pojazdów (VOC) przedstawionych w załączniku A.

VOC są zdefiniowane, jako koszty ponoszone przez właścicieli pojazdów samochodowych niezbędne do ich wykorzystywania i obsługi, w tym zużycia paliwa, smarów, opon, koszty napraw i konserwacji, ubezpieczenia, koszty ogólne, administracji, itp. Wysokość VOC jest skorelowana z typem pojazdu i średnią prędkością jazdy, ale również jest zróżnicowana w zależności od elementów charakterystyki dróg takich jak parametry projektowe i stan nawierzchni.

W celu oszacowania VOC dla polskiej floty pojazdów, wyróżniono następujące grupy kosztów:

- Koszty paliwa: będące funkcją przebiegu drogi i warunków ruchu.
- Inne koszty: związane, z jakością drogi wpływające na zużycie pojazdów, w tym koszty oleju, opon, konserwacji pojazdu, jak również jego amortyzacji.

W celu obliczenia kosztów paliwa, zostały wykorzystane wzory zużycia paliwa zaczerpnięte z badań IBDiM.

Krzywa zużycia paliwa zaproponowana przez IBDiM ma przebieg paraboliczny:  $Q = a + bx + cx^2$ , gdzie parametry są stałe dla każdego typu pojazdu, rodzaju terenu (płaski, falisty i górski) i stanu nawierzchni drogi. Wyniki zostały przedstawione dla dwóch różnych typów pojazdów: pojazdów lekkich (LV) i pojazdów ciężkich (HGV). w przypadku HGV uwzględniono obecny skład floty krajowej samochodów ciężarowych: bez przyczep i samochodów ciężarowych z przyczepami. Otrzymane wyniki spa-

The present Appendix is summarising the calculation approach and resources used to estimate the unit Vehicle Operating Costs (VOC) presented in Appendix A.

VOC are defined as the costs borne by the owners of road vehicles to operate them, including fuel consumption, lubricants consumption, tires deterioration, repair and maintenance costs, insurance, overheads, administration, etc. In fact, VOC are correlated with type of vehicle and average travel speed, but are also depending on characteristics of roads such as design standards and surface conditions.

In order to estimate the VOCs of the polish vehicle fleet, the following cost composition is distinguished:

- Fuel costs: being a function of the road alignment and traffic conditions.
- Other costs: road quality affects the wear and tear on vehicles, including costs of oil, tyres, vehicle maintenance as well as its depreciation.

In order to calculate fuel costs, vehicle consumption formulas from IBDiM research have been used.

IBDiM consumption formula is of parabolic form:  $Q = a + bx + cx^2$ , where the constant parameters are provided for each vehicle type, type of terrain (flat, rolling and mountainous) and road condition. Results have been provided for two different types of vehicles: Light Vehicles (LV) and Heavy Vehicles (HGV), this last one considering the current composition of the national fleet on trucks without trailers and trucks with semi-trailers/trailers. Finally, the obtained fuel consumption results (in litres/km) as a function of the vehicle speed, depending as well on the type of terrain and road condition, is transformed into PLN/km considering the official fuel prices of the year and excluding taxes.

lania paliwa (w litrach,/km) w funkcji prędkości pojazdu, w zależności również od rodzaju terenu i stanu nawierzchni drogi, przeliczono na PLN/km przyjmując oficjalne średnie ceny paliwa w roku netto.

Poniżej (jako przykład) wyniki obliczeń dla obu kategorii pojazdów w terenie płaskim, nowa/ wyremontowana nawierzchnia

Prędkość (km/h)	Koszty zużycia paliwa –PLN/poj-km—teren płaski (nawierzchnia po remoncie / budowie)	
	LV	HGV
0-10	0,284	1,063
11-20	0,258	0,959
21-30	0,236	0,878
31-40	0,220	0,821
41-50	0,208	0,789
51-60	0,201	0,780
61-70	0,198	0,795
71-80	0,201	0,834
81-90	0,208	0,898
91-100	0,220	0,985
101-110	0,237	1,095
111-120	0,258	
121-130	0,285	
131-140	0,316	

Niemniej jednak zachęca się do opracowania, w najbliższej przyszłości, modeli zużycia paliwa (lub modeli kosztów eksploatacji pojazdów), takich, które będą lepiej odzwierciedlać obecnie panujące warunki eksploatacji krajowej floty pojazdów.

Dodatkowo, kolejny składnik kosztów (nazywany także kosztem z tytułu posiadania pojazdu) oblicza się z uwzględnieniem amortyzacji pojazdu i innych kosztów, o których mowa powyżej (np. zużycie opon, oleju, koszty rejestracji pojazdów, itp.). Dane wykorzystywane do oszacowania tych kosztów bazują na badaniach IBDiM oraz innych danych dostępnych z innych źródeł.

See below (as example) the results for both categories of vehicles in flat terrain and pavement after construction/rehabilitation.

Speed (km/h)	Fuel consumption costs –PLN/veh-km – flat terrain (pavement after construction/rehabilitation)	
	LV	HGV
0-10	0,284	1,063
11-20	0,258	0,959
21-30	0,236	0,878
31-40	0,220	0,821
41-50	0,208	0,789
51-60	0,201	0,780
61-70	0,198	0,795
71-80	0,201	0,834
81-90	0,208	0,898
91-100	0,220	0,985
101-110	0,237	1,095
111-120	0,258	
121-130	0,285	
131-140	0,316	

Nevertheless, it is encouraged to develop, in the coming future, vehicle consumption models (or VOC models) to better reflect the current national fleet conditions.

Secondly, the other costs component (also named ownership costs) is calculated considering vehicle depreciation and other costs referred above (e.g. tyres, oil, vehicle registration, etc.). Data used to estimate these costs is based on IBDiM research as well as available research data from different sources.

Wyniki obliczeń dla LV są następujące:

Inne koszty do 10000 km rocznego przebiegu (max. 27 km/dzień)	
Ubezpieczenie OC / NW (PLN)	660
Zmiana opon (PLN)	150
Przeglądy (PLN)	98
Olej, filtry, płyny (PLN)	500
Inne (PLN)	1200
Opony (PLN/km)	0,061
Suma (PLN/km)	0,321
Amortyzacja (PLN/km)	0,288
<b>OGÓŁEM INNE (PLN/km)</b>	<b>0,609</b>

Źródło: <http://www.kosztysamochodu.pl/> i „Analiza eksploatacji samochodu osobowego w odniesieniu do warunków częstochowskich”.

Wyniki obliczeń dla HGV są następujące:

Dane uśrednione w oparciu o informacje z krajowych firm transportowych	
Remonty i naprawy	0,220
Opony	0,083
Amortyzacja lub utrata wartości rynkowej taboru	0,683
Koszty kredytu (płatność rat)	0,080
Ubezpieczenie (OC, AC)	0,040
koszty ryzyka transportowego	0,010
inne koszty firm transportowych	0,100
<b>OGÓŁEM INNE (PLN/km)</b>	<b>1,217</b>

Źródło: „Projekt badawczy własny nr: N N509 557139; Temat ITS nr 9071/ZBE; Warszawa, wrzesień 2012r”.

**Całkowite VOC dla LV i HGV** (koszty jednostkowe w Załączniku A) w funkcji prędkości jazdy, różnicujące typ terenu (płaski, falisty i górski) oraz stan dróg (nawierzchni po budowie / remoncie lub o zniszczonej nawierzchni) szacowane są jako suma kosztów paliwa plus inne koszty, tak jak przedstawiono powyżej.

Calculation results for LV are as follows:

Other costs to 10000 km (approx. 27 km driven per day)	
CO / NW (PLN)	660
Tires changes (PLN)	150
Registration (PLN)	98
Oil, filters and fluids (PLN)	500
Others (PLN)	1200
Tires (PLN/km)	0,061
Sub-total (PLN/km)	0,321
Depreciation (PLN/km)	0,288
<b>TOTAL OTHERS (PLN/km)</b>	<b>0,609</b>

Source: <http://www.kosztysamochodu.pl/> and “Analiza eksploatacji samochodu osobowego w odniesieniu do warunków częstochowskich”.

Calculation results for HGV are as follows:

Data from average costs of national transport companies	
Renovation and repair services	0,220
Tyres	0,083
Depreciation or loss of market value of the rolling stock	0,683
Cost of credit (instalment service)	0,080
Transport insurance (OC, AC)	0,040
Costs of transport risk	0,010
Other costs transportation. companies	0,100
<b>TOTAL OTHERS (PLN/km)</b>	<b>1,217</b>

Source: „Projekt badawczy własny nr: N N509 557139; Temat ITS nr 9071/ZBE; Warszawa, wrzesień 2012r”.

Finally, **total VOCs for LV and HGV** (unit costs in Appendix A) as a function of travel speed, differentiating type of terrain (flat, rolling and mountainous) and road condition (pavement after construction/rehabilitation or deteriorated pavement) are estimated as the sum of fuel costs plus other costs, both as presented above.

# Załącznik E: Metody obliczania kosztów wypadków drogowych

## Appendix E: Methods of accidents costs calculation

### Metoda I

#### 1. Uwagi ogólne

Do oszacowania kosztów wypadków drogowych można zastosować metodykę opartą o prawdopodobieństwo wystąpienia wypadku w odniesieniu do pracy przewozowej (w poj-km oraz wskaźnik wypadkowości dla danej kategorii drogi dla pozostałych zdarzeń – ofiary śmiertelne, ranni, ciężko ranni). Niniejszy załącznik zawiera tabele ze względnymi wskaźnikami wypadków **RAI** (ang. *Relative Accident Indicator*, przygotowane na podstawie metody wskaźników BRD przedstawionej w dalszej części załącznika) oraz wskaźniki dotkliwości wypadków :

- **WR** – średnia liczba rannych poszkodowanych w jednym wypadku drogowym,
- **WCR** – średnia liczba ciężko rannych poszkodowanych w jednym wypadku drogowym,
- **WZ** – średnia liczba ofiar śmiertelnych w jednym wypadku drogowym.

Powyższe wskaźniki dotkliwości wypadków dotyczą sieci dróg krajowych i opierają się na ostatnich badaniach ekspertów z Politechniki Gdańskiej przeprowadzonych w oparciu o dane z GDDKiA i Policji z lat 2011 – 2013.

Metoda została opracowana dla ciągów drogowych dwujezdniowych oraz jednojezdniowych (o długości ok. 10 km lub większej) dróg zamiejskich<sup>14</sup>. w analizie należy uwzględnić wpływ horyzontu prognozy  $f_{HP}$ , zgodnie z tabelą 1 oraz lokalizacji projektu  $f_{LDW}$  (w przypadku ciągów jednojezdniowych) – tabela 4 poniżej.

Dodatkowo w załączniku tym zamieszczono tabele zawierające wskaźniki dotkliwości wypadków dla dróg wojewódzkich, gminnych i powiatowych.

### Method I

#### 1. General considerations

For the purpose of accidents costs estimation, the method here proposed is based on calculation of probability parameters (i.e. accidents per veh-km and road safety factors by type of events –fatalities, injured, heavily injured-). This Annex includes the tables with **RAI** (Relative Accident Indicator), based on RS indicators method presented later in this Appendix and the following accident severity factors:

- **WR** –the average number of injured in a road accident,
- **WCR** – the average number of seriously injured in a road accident,
- **WZ** – the average number of fatalities in a road accident.

These accident severity factors apply to the national road network and they are based on recent studies of experts from the Technical University of Gdansk, using GDDKiA and Police data from the years 2011-2013.

The method is developed for dual and single carriageway roads (with road sections lengths around or over 10 km) of non-urban roads<sup>14</sup>. The analysis should take into account the effect of the time horizon factor  $f_{HP}$ , as shown in table 1 and location factor  $f_{LDW}$  (in case of single carriageway) - table 4 below.

In addition, the appendix contains tables with indicators severity of accidents for the voivodship, community and county roads.

<sup>14</sup> Jeżeli fragmenty inwestycji zamiejskiej lub odcinki modelu sieci/bufora znajdują się w obszarze miejskim, to wskaźniki wypadkowości należy przyjmować jak dla obszaru zabudowanego (z).

<sup>14</sup> If any sections of the non-urban investment or the model/ buffer network is located in the urban areas, the accident factors should be taken as for the built-up area (z).

## 2. Liczba wypadków

Liczbę wypadków (LW) należy obliczyć poprzez przyjęcie odpowiednich wartości wskaźnika RAI (względny wskaźnik wypadków, wypadki/  $10^6$  poj.km/dobę), a następnie przemnożenie go przez prace przewozowe wyrażone w poj-km oraz współczynniki  $f_{HP}$  i  $f^{(1)}_{LDW}$  (w przypadku ciągów jednojezdniowych).

**Tabela 1. Współczynnik wpływu horyzontu czasowego prognozy  $f_{HP}$**

Rok prognozy	$f_{HP}$	Rok prognozy	$f_{HP}$
2009 - 2010	1,0	2030 - 2033	0,5
2011 - 2016	0,9	2034 - 2039	0,4
2017 - 2021	0,8	2040 - 2045	0,3
2022 - 2025	0,7	2046 - 2050	0,2
2026 - 2029	0,6		

Źródło: Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

Poniższe tabele zawierają wartości RAI dla ciągów jednojezdniowych i dwujezdniowych oraz przy pomocy następujących danych wejściowych:

- liczba jezdni (dwujezdniowe, jednojezdniowe),
- klasa drogi (uwzględniając następujące klasy: A, S(i S2+1), GP, G),
- prognoza ruchu, średnioroczny Średni Dobowy Ruch (SDR),
- lokalizacja (województwo), dotyczy ciągów jednojezdniowych,
- obszar zabudowany (**z**) / obszar niezabudowany (**n**).<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Metoda dotyczy dróg zamiejskich w odszarach zabudowanych lub niezabudowanych.  
The method refers to non-urban roads on built-up or unbuild areas.

## 2. Number of accidents

The number of accidents (LW) shall be calculated considering the respective values of RAI indicator (relative rate of accidents, expressed in accidents/ $10^6$ veh-km/day), that depends on the road traffic level, and then multiplying this indicator by the respective road transport work (in veh-km) and factors  $f_{HP}$  and  $f^{(1)}_{LDW}$  (this last one only in case of single carriageways).

**Table 1. Time horizon factor  $f_{HP}$**

Year forecast	$f_{HP}$	Year forecast	$f_{HP}$
2009 - 2010	1,0	2030 - 2033	0,5
2011 - 2016	0,9	2034 - 2039	0,4
2017 - 2021	0,8	2040 - 2045	0,3
2022 - 2025	0,7	2046 - 2050	0,2
2026 - 2029	0,6		

Source: Own calculations based on the method of RS indicators

The following tables include the values of RAI indicators for single and dual carriageway roads, divided into categories of roads and depending on the volume of traffic flows.

- number of carriageways (dual carriageway, single carriageway),
- road class (the study distinguishes the following ones: A, S (and S2+1), GP, G),
- traffic forecast, Average Annual Daily Traffic (AADT),
- location (region), applies to single carriageway roads,
- built-up area (**z**) / unbuilt area (**n**)<sup>15</sup>.

**Tabela 2. Wskaźnik RAI dla ciągów drogowych dwujezdniowych (wypadki / 10<sup>6</sup> poj-km/dobę)**

RAI/ SDR	A2x2	A2x3	S2+1	S2x2	S2x3	GP2x2n	GP2x2z	GP2x3n	GP2x3z
0 - 5 000	0,017	0,018	0,028	0,021	0,023	0,289	0,556	0,352	0,641
5 000 - 10 000	0,024	0,025	0,039	0,030	0,033	0,166	0,307	0,200	0,350
10 000 - 20 000	0,031	0,034	0,052	0,041	0,043	0,105	0,178	0,124	0,198
20 000-30 000	0,036	0,039	0,060	0,047	0,050	0,084	0,125	0,095	0,134
30 000-40 000	0,038	0,040	0,063	0,049	0,052	0,076	0,101	0,084	0,106
powyżej 40 000	0,031	0,033	0,056	0,040	0,042	0,069	0,061	0,058	0,085

Źródło: Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

**Tabela 3. Wskaźnik RAI dla ciągów drogowych jednojezdniowych (wypadki / 10<sup>6</sup> poj-km/dobę)**

RAI/ SDR	S1x2n	S1x2z	GP1x2n	GP1x2z	G1x2n	G1x2z
0 - 5 000	0,065	0,085	0,119	0,176	0,097	0,149
5000 - 10 000	0,055	0,071	0,099	0,147	0,081	0,125
10 000 - 20 000	0,048	0,063	0,088	0,131	0,072	0,111
20000 - 30 000	0,044	0,058	0,080	0,119	0,066	0,101
30000 - 40 000	0,042	0,054	0,075	0,112	0,062	0,094
above 40 000	0,040	0,050	0,070	0,100	0,060	0,090

Źródło: Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

**Tabela 4. Współczynnik lokalizacji drogi  $f^{(1)}_{LDW}$ .**

Województwo	$f^{(1)}_{LDW}$	Województwo	$f^{(1)}_{LDW}$
dolnośląskie	2,342	podkarpackie	2,430
kujawsko-pomorskie	1,696	podlaskie	1,760
lubelskie	2,405	pomorskie	2,317
lubuskie	1,742	śląskie	2,833
łódzkie	2,701	świętokrzyskie	2,430
małopolskie	2,788	warmińsko-mazurskie	2,617
mazowieckie	2,096	wielkopolskie	1,936
opolskie	2,063	zachodniopomorskie	1,886

Źródło: Metoda wskaźników BRD

**Table 2. RAI indicators for dual carriageways (in accidents/10<sup>6</sup>veh-km/day)**

RAI/ AADT	A2x2	A2x3	S2+1	S2x2	S2x3	GP2x2n	GP2x2z	GP2x3n	GP2x3z
0 - 5 000	0,017	0,018	0,028	0,021	0,023	0,289	0,556	0,352	0,641
5 000 - 10 000	0,024	0,025	0,039	0,030	0,033	0,166	0,307	0,200	0,350
10 000 - 20 000	0,031	0,034	0,052	0,041	0,043	0,105	0,178	0,124	0,198
20 000-30 000	0,036	0,039	0,060	0,047	0,050	0,084	0,125	0,095	0,134
30 000-40 000	0,038	0,040	0,063	0,049	0,052	0,076	0,101	0,084	0,106
powyżej 40 000	0,031	0,033	0,056	0,040	0,042	0,069	0,061	0,058	0,085

Source: Own calculations based on the method of RS indicators

**Table 3. RAI indicators for single carriageways (in accidents/10<sup>6</sup>veh-km/day)**

RAI/ AADT	S1x2n	S1x2z	GP1x2n	GP1x2z	G1x2n	G1x2z
0 - 5 000	0,065	0,085	0,119	0,176	0,097	0,149
5000 - 10 000	0,055	0,071	0,099	0,147	0,081	0,125
10 000 - 20 000	0,048	0,063	0,088	0,131	0,072	0,111
20000 - 30 000	0,044	0,058	0,080	0,119	0,066	0,101
30000 - 40 000	0,042	0,054	0,075	0,112	0,062	0,094
above 40 000	0,040	0,050	0,070	0,100	0,060	0,090

Source: Own calculations based on the method of RS indicators

**Table 4. Road location factor  $f^{(1)}_{LDW}$ .**

Voivodship	$f^{(1)}_{LDW}$	Voivodship	$f^{(1)}_{LDW}$
dolnośląskie	2,342	podkarpackie	2,430
kujawsko-pomorskie	1,696	podlaskie	1,760
lubelskie	2,405	pomorskie	2,317
lubuskie	1,742	śląskie	2,833
łódzkie	2,701	świętokrzyskie	2,430
małopolskie	2,788	warmińsko-mazurskie	2,617
mazowieckie	2,096	wielkopolskie	1,936
opolskie	2,063	zachodniopomorskie	1,886

Source: Method of RS indicators



W przypadku, jeśli inwestycja nie obejmuje budowy/przebudowy drogi jednojezdniowej, to dla celów obliczeń sieciowych można zastosować uśrednioną wartość współczynnika  $f^{(1)}_{LDW} = 2,253$  i przyjąć wartości wskaźnika RAI dla dróg jednojezdniowych zgodnie z poniższą tabelą.

**Tabela 5. Wskaźnik RAI dla ciągów drogowych jednojezdniowych z uwzględnieniem średniego  $f^{(1)}_{LDW}$  (wypadki / 10<sup>6</sup> poj-km/dobę)**

RAI(LDW)/ SDR	S1x2n	S1x2z	GP1x2n	GP1x2z	G1x2n	G1x2z
0 - 5 000	0,194	0,192	0,268	0,397	0,219	0,336
5000 - 10 000	0,124	0,160	0,223	0,331	0,182	0,282
10 000 - 20 000	0,108	0,142	0,198	0,295	0,162	0,250
20000 - 30 000	0,099	0,131	0,180	0,268	0,149	0,228
30000 - 40 000	0,095	0,122	0,169	0,252	0,140	0,212
above 40 000	0,090	0,113	0,158	0,225	0,135	0,203

Źródło: Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

### 3. Liczba poszkodowanych w wypadku

Tabele ze wskaźnikami WR, WCR oraz WZ dla poszczególnych kategorii dróg, zawierają wskaźniki dotyczące średniej liczby osób poszkodowanych w 1 wypadku (rannych, ciężko rannych oraz ofiar śmiertelnych), wyliczone dla sieci dróg krajowych na podstawie danych o sieci i wypadkach z lat 2011 – 2013. Na ich podstawie można obliczać liczbę rannych (LR), ciężko rannych (LCR) oraz ofiar śmiertelnych (LZ), przemnażając przez liczbę wypadków dla danej kategorii drogi.

Tabele 6,7 zawierają wartości wskaźników dotkliwości wypadków wyliczone dla dróg krajowych, natomiast tabela 8 dotyczy dróg wojewódzkich, powiatowych i gminnych.

If the project does not scope the construction/reconstruction of single carriageway road, the average value of the location factor  $f^{(1)}_{LDW} = 2,253$  can be used for network calculations. The values of RAI considering average location factor are presented in the table below.

**Table 5. RAI indicators for single carriageways considering average  $f^{(1)}_{LDW}$  (in accidents/10<sup>6</sup>veh-km/day)**

RAI(LDW)/ AADT	S1x2n	S1x2z	GP1x2n	GP1x2z	G1x2n	G1x2z
0 - 5 000	0,194	0,192	0,268	0,397	0,219	0,336
5000 - 10 000	0,124	0,160	0,223	0,331	0,182	0,282
10 000 - 20 000	0,108	0,142	0,198	0,295	0,162	0,250
20000 - 30 000	0,099	0,131	0,180	0,268	0,149	0,228
30000 - 40 000	0,095	0,122	0,169	0,252	0,140	0,212
above 40 000	0,090	0,113	0,158	0,225	0,135	0,203

Source: Method of RS indicators

### 3. Number of injured and fatalities

Tables for WR, WCR and WZ include factors on the average number of people suffered in one road accident (injured, seriously injured and fatalities, respectively), differentiated by road categories. These factors were calculated using national road network data and accidents data for the years 2011 - 2013.

These factors are the basis to obtain the number of injured (LR), seriously injured (LCR) and fatalities (LZ), multiplying them by the respective road number of accidents.

Tables 6 and 7 provide the values of accidents severity indicators calculated for the national roads, while Table 8 applies to the voivodship, commune and county roads.

**Tabela 6. Wskaźniki dotkliwości wypadków dla ciągów drogowych dwujezdniowych (liczba osób / wypadek)**

	A2x2	A2x3	S2+1	S2x2	S2x3	GP2x2 n	GP2x2z	GP2x3 n	GP2x3z
WR	1,531	1,537	2,032	1,332	1,333	1,343	1,311	1,390	1,227
WCR	0,321	0,268	1,079	0,314	0,212	0,259	0,336	0,317	0,136
WZ	0,167	0,073	0,270	0,182	0,061	0,188	0,126	0,146	0,045

Źródło: Opracowanie eksperckie

**Tabela 7. Wskaźniki dotkliwości wypadków dla ciągów drogowych jednojezdniowych (liczba osób / wypadek)**

	S1x2n	S1x2z	GP1x2 n	GP1x2z	G1x2n	G1x2z
WR	1,242	1,627	1,424	1,266	1,381	1,229
WCR	0,488	0,733	0,425	0,326	0,362	0,285
WZ	0,403	0,453	0,238	0,122	0,217	0,107

Źródło: Opracowanie eksperckie

**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

Źródło: Opracowanie eksperckie

#### 4. Prognoza BRD

W celu otrzymania prognozowanych wartości LR, LCR, LZ, należy prognozowane wartości LW (z danego okresu referencyjnego) przemnożyć przez odpowiednie wartości WR, WCR, WZ w zależności od kategorii drogi. Wartości WR, WCR, WZ, nie zmieniają się w czasie.

**Table 6. Accidents severity factors (in pers./numb. of accidents) for dual carriageways**

	A2x2	A2x3	S2+1	S2x2	S2x3	GP2x2 n	GP2x2z	GP2x3 n	GP2x3z
WR	1,531	1,537	2,032	1,332	1,333	1,343	1,311	1,390	1,227
WCR	0,321	0,268	1,079	0,314	0,212	0,259	0,336	0,317	0,136
WZ	0,167	0,073	0,270	0,182	0,061	0,188	0,126	0,146	0,045

Source: Expert study

**Table 7. Accidents severity factors (in pers./numb. of accidents) for single carriageways**

	S1x2n	S1x2z	GP1x2 n	GP1x2z	G1x2n	G1x2z
WR	1,242	1,627	1,424	1,266	1,381	1,229
WCR	0,488	0,733	0,425	0,326	0,362	0,285
WZ	0,403	0,453	0,238	0,122	0,217	0,107

Source: Expert study

**Table 8. Accidents severity factors (in pers./numb. of accidents) for voivodship, community and county roads.**

	Voivodship rd. un built area (n)	Voivodship rd. built-up area (z)	community, county rd. un built area (n)	community, county rd. built-up area (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

Source: Expert study

#### 4. Road safety forecast

The forecasted values of LR, LCR, LZ should be calculated by multiplying the forecasted values of LW (for the given reference period) by the corresponding values of WR, WCR and WZ differentiated by road categories. The road safety factors above (WR, WCR, LZ) do not change over time.

## 5. Koszty wypadków drogowych

Całkowite koszty wypadków drogowych wylicza się przy pomocy wzoru przedstawionego w tabeli 20 dokumentu głównego.

### Metoda II

Metoda przedstawiona poniżej powinna być stosowana wyłącznie dla celów AKK dla projektów zamiejskich. Zastosowanie pełnej szczegółowej metody prognozowania wskaźników BRD (przygotowanej na zlecenie GDDKiA) jest również możliwe.

W metodzie tej głównymi miarami BRD są miary wielkości strat społecznych:

- sumaryczna liczba wypadków (**LW**),
- sumaryczna liczba rannych (**LR**),
- sumaryczna liczba ciężko rannych (**LCR**),
- sumaryczna liczba ofiar śmiertelnych (**LZ**).

Podstawą obliczenia aktualnej oraz prognozowanej liczby wypadków, zabitych oraz rannych w wypadkach drogowych w danym roku, zarówno dla wariantu inwestycyjnego Wn, jak i bezinwestycyjnego W0 jest określenie tzw. pomocniczych miar ryzyka społecznego:

- gęstość wypadków (**GW**),
- gęstość ofiar rannych (**GR**),
- gęstość ofiar ciężko rannych (**GCR**),
- gęstość ofiar śmiertelnych (**GZ**).

Wartości te określamy przy pomocy poniższych tabel (od tabeli 7 do tabeli 18), opracowanych na podstawie metody wskaźników BRD przy pomocy następujących danych wejściowych:

- rodzaj inwestycji (ciąg drogowy, obwodnica),
- liczba jezdni (dwujezdniowe, jednojezdniowe),
- klasa drogi (opracowanie rozróżnia następujące klasy: A, S(i S2+1), GP, G),
- prognoza ruchu, średnioroczny Średni Dobowy Ruch (SDR),

## 5. Costs of accidents

The total costs of road accidents are calculated using the formula presented in Table 20 of the main document.

### Method II

The method described below should only be used for CBA purposes for non-urban non-urban road projects. The full application of the method of forecasting road safety indicators (commissioned by GDDKiA) is also possible.

In this method, the main road safety indicators refer to the society's social losses:

- the total number of accidents (**LW**),
- the total number of injured (**LR**),
- the total number of seriously injured (**LCR**),
- the total number of fatalities (**LZ**).

The basis for the calculation of the current and projected number of accidents, fatalities and injured in road accidents in a given year for both investment option Wn as well as non-investment option W0 is to determine the so-called secondary indicators of social risk:

- the density of accidents (**GW**),
- the density of injured (**GR**),
- the density of seriously injured (**GCR**),
- the density of fatalities (**GZ**).

The above mentioned indicators are presented in the tables below (from table 7 to table 18) deriving from the mentioned study on road safety forecasting indicators method distinguishing on:

- types of investments (road section, bypass),
- number of carriageways (dual carriageway, single carriageway),
- road class (the study distinguishes the following ones: A, S (and S2+1), GP, G),

- lokalizacja (województwo), dotyczy ciągów jednojezdniowych,
- obszar zabudowany (u) / obszar niezabudowany (r).<sup>16</sup>

Liczbę wypadków  $a_{wt}$  w danym roku t na odcinku o długości L wyliczamy za pomocą wzoru:

$$a_{wt} = GW \cdot L \cdot f_{HP}$$

gdzie: GW – gęstość wypadków [wypadki/ km/rok], L—długość odcinka w km,  $f_{HP}$  – współczynnik wpływu horyzontu prognozy.

Liczba wypadków  $a_{wt}$  dotyczy również wypadków ze stratami materialnymi ( $a_{mt}$ ).

Liczbę rannych  $a_{rt}$  w danym roku t na odcinku o długości L wyliczamy za pomocą wzoru:

$$a_{rt} = GR \cdot L \cdot f_{HP}$$

gdzie: L—długość w km; GR – gęstość rannych [osób/ km/rok],  $f_{HP}$  – współczynnik wpływu horyzontu prognozy.

Liczbę zabitych  $a_{zt}$  w danym roku t na odcinku o długości L wyliczamy za pomocą wzoru:

$$a_{zt} = GZ \cdot L \cdot f_{HP}$$

gdzie: L—długość w km; GZ – gęstość zabitych [osób/ km/rok],  $f_{HP}$  – współczynnik wpływu horyzontu prognozy.

Liczbę ciężko rannych  $a_{crt}$  w danym roku t na odcinku o długości L wyliczamy za pomocą wzoru:

$$a_{crt} = GCR \cdot L \cdot f_{HP}$$

gdzie: L—długość w km; GCR – gęstość ciężko rannych [osób/ km/rok],  $f_{HP}$  – współczynnik wpływu horyzontu prognozy.

Wartości zestawione w tabelach (od tabeli 7 do tabeli 18) dotyczą roku 2010. Dla celów prognostycznych należy odpowiednio uwzględnić wartości współczynnika wpływu horyzontu prognozy zawartego w powyższych wzorach. Współczynnik ten uwzględnia zmiany w rozwoju społeczno—gospodarczym Polski oraz planowane działania

- traffic forecast, Average Annual Daily Traffic (AADT),
- location (region), applies to single carriageway roads,
- built-up area (u) / undeveloped area (r)<sup>15</sup>.

The number of accidents  $a_{wt}$  in a given year t on the section of length L is calculated using the formula:

$$a_{wt} = GW \cdot L \cdot f_{HP}$$

where: GW – density of accidents [accidents / km / year], L—length in km,  $f_{HP}$  – factor of impact of forecast horizon.

This value corresponds to the number of accidents with material damage ( $a_{mt}$  in the formula above).

The number of injured  $a_{rt}$  in a given year t on the section of length L is calculated using the formula:

$$a_{rt} = GR \cdot L \cdot f_{HP}$$

where: GR – density of injured [persons / km / year], L—length in km,  $f_{HP}$  – factor of impact of forecast horizon.

The number of fatalities  $a_{zt}$  in a given year t on the section of length L is calculated using the formula:

$$a_{zt} = GZ \cdot L \cdot f_{HP}$$

where: GZ—density of fatalities [persons / km / year], L—length in km,  $f_{HP}$  – factor of impact of forecast horizon.

The number of seriously injured  $a_{crt}$  in a given year t on the section of length L is calculated using the formula:

$$a_{crt} = GCR \cdot L \cdot f_{HP}$$

where: GCR—density of seriously injured [people / km / year], L—length in km,  $f_{HP}$  – factor of impact of forecast horizon.

<sup>16</sup> Metoda dotyczy dróg zamiejskich w obszarach zabudowanych lub niezabudowanych.  
The method refers to non-urban roads on built-up or unbuild areas.

podejmowane na rzecz poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego w przyszłości.

**Tabela 9. Współczynnik wpływu horyzontu czasowego prognozy  $f_{HP}$  (ta sama tabela jak dla Metody I)**

Rok prognozy	$f_{HP}$	Rok prognozy	$f_{HP}$
2009 - 2010	1,0	2030 - 2033	0,5
2011 - 2016	0,9	2034 - 2039	0,4
2017 - 2021	0,8	2040 - 2045	0,3
2022 - 2025	0,7	2046 - 2050	0,2
2026 - 2029	0,6		

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

Tabele, zamieszczone w dalszej części, dotyczą dwóch rodzajów inwestycji:

- inwestycje liniowe, ciągi drogowe (dwujezdniowe i jednojezdniowe o długości powyżej 10 km),
- obwodnice (jednojezdniowe).

Wartości w tabelach odnoszą się do odpowiednich przedziałów SDR i takie przybliżone wartości można stosować na potrzeby AKK. Jakkolwiek możliwa jest również interpolacja szczególnie w przypadku nieznacznych różnic w wartościach SDR.

#### **Ciągi drogowe dwujezdniowe**

Koszty skutków wypadków drogowych dla ciągów drogowych dwujezdniowych dla wariantów Wn i W0 wlicza się jako sumy kosztów rannych, ciężko rannych, ofiar śmiertelnych oraz strat materialnych.

The values shown in the tables below (from table 7 to table 18) correspond to the year 2010. For the purpose of forecasting, the time horizon factor included in the formulas above should be taken into account. This factor takes into account socio-economic changes in Poland and planned actions to improve road safety over time.

**Table 9. Time horizon factor  $f_{HP}$  (same table as for Method I)**

Year forecast	$f_{HP}$	Year forecast	$f_{HP}$
2009 - 2010	1,0	2030 - 2033	0,5
2011 - 2016	0,9	2034 - 2039	0,4
2017 - 2021	0,8	2040 - 2045	0,3
2022 - 2025	0,7	2046 - 2050	0,2
2026 - 2029	0,6		

**Source:** Own calculations based on the method of road safetyRS indicators

The following methodological description differentiates between two types of investments:

- linear investments, road sections (differentiating between dual carriageway and single carriageway over 10 km of length)
- bypasses (single carriageway).

The values presented in the tables correspond to the relevant range of AADT and determined for the CBA purpose. However, the interpolation is also possible, particularly in case of slight variations in AADT values.

#### **Dual carriageway road sections**

Accident costs on dual carriageway roads sections for Wn and W0 options are calculated as the sum of costs of injured, seriously injured, fatalities and material damage.

**Tabela 10. Gęstość wypadków drogowych (GW) dla ciągów drogowych dwujezdniowych [wypadki/km/rok]**

SDR	S2+1	S,A	GPn*	GPz **
0-5 000	0,040	0,029	0,396	0,739
5 000-10 000	0,113	0,081	0,460	0,819
10 000 -20 000	0,294	0,220	0,603	0,974
20 000-30 000	0,554	0,396	0,810	1,161
30 000-40 000	0,800	0,571	1,016	1,309
powyżej 40 000	1,255	0,877	1,447	1,535

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

\* Dotyczy obszarów niezabudowanych

\*\* Dotyczy obszarów zabudowanych

**Tabela 11. Gęstość rannych w wypadkach drogowych (GR) dla ciągów drogowych dwujezdniowych [osób/ km/rok]**

SDR	S2+1	S,A	GPn*)	GPz (**)
0-5 000	0,051	0,034	0,519	0,981
5 000-10 000	0,144	0,096	0,604	1,090
10 000 -20 000	0,381	0,256	0,797	1,303
20 000-30 000	0,953	0,504	1,303	1,559
30 000-40 000	1,058	0,713	1,407	1,657
powyżej 40 000	1,631	1,120	1,956	2,075

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

\* Dotyczy obszarów niezabudowanych

\*\* Dotyczy obszarów zabudowanych

**Table 10. The density of road traffic accidents (GW) for dual carriageway roads [accidents/km/year]**

AADT	S2 +1	S, A	GPn *	GPz **
0-5 000	0,040	0,029	0,396	0,739
5 000-10 000	0,113	0,081	0,460	0,819
10 000 -20 000	0,294	0,220	0,603	0,974
20 000-30 000	0,554	0,396	0,810	1,161
30 000-40 000	0,800	0,571	1,016	1,309
above 40 000	1,255	0,877	1,447	1,535

**Source:** own calculations based on the method of RS indicators

\* Applies to unbuilt areas

\*\*Applies to built-up areas

**Table 11. The density of injured (GR) for dual carriageway roads [persons/km/year]**

AADT	S2 +1	S, A	GPn *	GPz **
0-5 000	0,051	0,034	0,519	0,981
5 000-10 000	0,144	0,096	0,604	1,090
10 000 -20 000	0,381	0,256	0,797	1,303
20 000-30 000	0,953	0,504	1,303	1,559
30 000-40 000	1,058	0,713	1,407	1,657
above 40 000	1,631	1,120	1,956	2,075

**Source:** Own calculations based on the method of road safetyRS indicators

\* Applies to unbuilt areas

\*\*Applies to built-up areas

**Tabela 12. Gęstość zabitych w wypadkach drogowych (GZ) dla ciągów drogowych dwujezdniowych [osób/ km/ rok]**

SDR	S2+1	S,A	GPn*)	GPz **)
0-5 000	0,036	0,022	0,179	0,113
5 000-10 000	0,073	0,052	0,189	0,117
10 000 -20 000	0,104	0,083	0,209	0,124
20 000-30 000	0,135	0,104	0,233	0,131
30 000-40 000	0,154	0,118	0,254	0,137
powyżej 40 000	0,177	0,141	0,280	0,143

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

\* Dotyczy obszarów niezabudowanych

\*\* Dotyczy obszarów zabudowanych

**Tabela 13. Gęstość ciężko rannych w wypadkach (GCR) drogowych dla ciągów drogowych dwujezdniowych [osób/ km/rok]**

SDR	S2+1	S,A	GPn*)	GPz **)
0-5 000	0,044	0,027	0,198	0,264
5 000-10 000	0,078	0,055	0,212	0,278
10 000 -20 000	0,122	0,093	0,238	0,301
20 000-30 000	0,167	0,125	0,275	0,325
30 000-40 000	0,199	0,148	0,306	0,343
powyżej 40 000	0,242	0,187	0,359	0,368

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

\* Dotyczy obszarów niezabudowanych

\*\* Dotyczy obszarów zabudowanych

### Ciągi drogowe jednojezdniowe

Koszty skutków wypadków drogowych dla ciągów drogowych jednojezdniowych dla wariantów Wn i W0 wlicza się jako sumy kosztów rannych, ciężko rannych, ofiar śmiertelnych oraz strat materialnych.

W przypadku ciągów drogowych jednojezdniowych, gęstość wypadków  $GW^{(1)}$  należy wliczyć zgodnie z poniższą formułą, uwzględniając współczynnik lokalizacji drogi w zależności od województwa  $f^{(1)}_{LDW}$

$$GW^{(1)} = gw * f^{(1)}_{LDW}$$

**Table 12. The density of fatalities (GZ) for dual carriageway roads [persons/km/year]**

AADT	S2 +1	S, A	GPn *	GPz **
0-5 000	0,036	0,022	0,179	0,113
5 000-10 000	0,073	0,052	0,189	0,117
10 000 -20 000	0,104	0,083	0,209	0,124
20 000-30 000	0,135	0,104	0,233	0,131
30 000-40 000	0,154	0,118	0,254	0,137
above 40 000	0,177	0,141	0,280	0,143

**Source:** Own calculations based on the method of road safetyRS indicators

\* Applies to unbuilt areas

\*\*Applies to built-up areas

**Table 13. The density of seriously injured (GCR) for dual carriageway roads [persons/km/year]**

AADT	S2 +1	S, A	GPn *	GPz **
0-5 000	0,044	0,027	0,198	0,264
5 000-10 000	0,078	0,055	0,212	0,278
10 000 -20 000	0,122	0,093	0,238	0,301
20 000-30 000	0,167	0,125	0,275	0,325
30 000-40 000	0,199	0,148	0,306	0,343
above 40 000	0,242	0,187	0,359	0,368

**Source:** Own calculations based on the method of road safetyRS indicators

\* Applies to unbuilt areas

\*\*Applies to built-up areas

### Single carriageway road sections

Accident costs on single carriageway road sections for Wn and W0 options are calculated as the sum of the costs of injured, seriously injured, fatalities and material damage.

In the case of single carriageway roads, the density of accidents  $GW^{(1)}$  should be calculated in accordance with the following formula, which also takes into account the factor of the road regional location  $f^{(1)}_{LDW}$ :

$$GW^{(1)} = gw * f^{(1)}_{LDW}$$

**Tabela 14. Czynniki gęstość wypadków drogowych gw dla ciągów drogowych jednojezdniowych [osób /km/rok]**

SDR	S	GP, G1	
		Teren niezabudowany	Teren zabudowany
0-5 000	0,07	0,113	0,170
5 000-10 000	0,152	0,244	0,369
10 000 -20 000	0,270	0,435	0,656
20 000-30 000 i więcej	0,413	0,665	1,004

Źródło: Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

**Tabela 15. Współczynnik lokalizacji drogi  $f^{(1)}_{LDW}$ .**

Województwo	$f^{(1)}_{LDW}$	Województwo	$f^{(1)}_{LDW}$
dolnośląskie	2,342	podkarpackie	2,430
kujawsko-pomorskie	1,696	podlaskie	1,760
lubelskie	2,405	pomorskie	2,317
lubuskie	1,742	śląskie	2,833
łódzkie	2,701	świętokrzyskie	2,430
małopolskie	2,788	warmińsko-mazurskie	2,617
mazowieckie	2,096	wielkopolskie	1,936
opolskie	2,063	zachodniopomorskie	1,886

Źródło: Metoda wskaźników BRD

**Tabela 16. Gęstość rannych (GR) w wypadkach drogowych dla ciągów drogowych jednojezdniowych [osób / km / rok]**

SDR	S	GR	
		GP, G1 teren niezabudowany	GP, G1 teren zabudowany
0-5 000	0,175	0,323	0,441
5 000-10 000	0,404	0,804	1,042
10 000 -20 000	0,742	1,527	1,932
20 000-30 000 i więcej	1,113	2,246	2,882

Źródło: Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

**Table 14. Traffic accidents density factor gw for single carriageway roads [persons/km/year]**

AADT	S1	GP1, G1	
		unbuilt area	Built-up area
0-5 000	0,07	0,113	0,170
5 000-10 000	0,152	0,244	0,369
10 000 -20 000	0,270	0,435	0,656
20 000-30 000 and more	0,413	0,665	1,004

Source: Own calculations based on the method of road safetyRS indicators

**Table 15. Road location factor  $f^{(1)}_{LDW}$ .**

Voivodship	$f^{(1)}_{LDW}$	Voivodship	$f^{(1)}_{LDW}$
dolnośląskie	2,342	podkarpackie	2,430
kujawsko-pomorskie	1,696	podlaskie	1,760
lubelskie	2,405	pomorskie	2,317
lubuskie	1,742	śląskie	2,833
łódzkie	2,701	świętokrzyskie	2,430
małopolskie	2,788	warmińsko-mazurskie	2,617
mazowieckie	2,096	wielkopolskie	1,936
opolskie	2,063	zachodniopomorskie	1,886

Source: Method of road safetyRS indicators

**Table 16. Densities of injured (GR) on single carriageway roads [persons/km/year]**

AADT	GR		
	S1	GP1, G1 non-urban area-	GP, G1 urban arean
0-5 000	0,175	0,323	0,441
5 000-10 000	0,404	0,804	1,042
10 000 -20 000	0,742	1,527	1,932
20 000-30 000 and more	1,113	2,246	2,882

Source: Own calculations based on the method of road safetyRS indicators



**Tabela 17. Gęstość ciężko rannych (GCR) oraz gęstość zabitych (GZ) w wypadkach drogowych dla ciągów drogowych jednojezdniowych [osób / km / rok]**

SDR	GCR			GZ
	S	GP, G1 teren niezabudowany	GP, G1 teren zabudowany	
0-5 000	0,023	0,060	0,082	0,060
5 000-10 000	0,077	0,199	0,271	0,103
10 000 -20 000	0,157	0,408	0,556	0,193
20 000-30 000 i więcej	0,217	0,562	0,766	0,291

Źródło: Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

### Obwodnice jednojezdniowe

Koszty skutków wypadków drogowych dla obwodnic jednojezdniowych dla wariantów W<sub>n</sub> i W<sub>0</sub> wlicza się jako sumy kosztów rannych, ciężko rannych, ofiar śmiertelnych oraz strat materialnych.

**Tabela 18. Gęstość wypadków drogowych (GW) dla obwodnic jednojezdniowych [osób / km / rok]**

SDR	S1	GP1	G1
0-5 000	0,024	0,036	0,047
5 000-10 000	0,075	0,111	0,135
10 000 -20 000	0,157	0,230	0,278
20 000-30000 i więcej	0,262	0,393	0,476

Źródło: Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

**Tabela 19. Gęstość rannych (GR) w wypadkach drogowych dla obwodnic jednojezdniowych [osób / km / rok]**

SDR	S1	GP1	G1
0-5 000	0,024	0,060	0,188
5 000-10 000	0,083	0,206	0,672
10 000 -20 000	0,159	0,385	1,200
20 000-30 000 i więcej	0,307	0,561	1,602

Źródło: Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

**Table 17. Densities of seriously injured (GCR) and of fatalities (GZ) on single carriageway roads [persons/km/year]**

AADT	GCR			GZ
	S1	GP1, G1 unbuilt area	GP1, G1 built-up areare	
0-5 000	0,023	0,060	0,082	0,060
5 000-10 000	0,077	0,199	0,271	0,103
10 000 -20 000	0,157	0,408	0,556	0,193
20 000-30 000 and more	0,217	0,562	0,766	0,291

Source: Own calculations based on the method of road safetyRS indicators

### Single carriageway bypasses

Accident costs on single carriageway bypasses for W<sub>n</sub> and W<sub>0</sub> options are calculated as the sum of the costs of injured, seriously injured, fatalities and material damage.

**Table 18. The density of road traffic accidents (GW) for single carriageway bypasses [persons/km/year]**

AADT	S1	GP1	G1
0-5 000	0,024	0,036	0,047
5 000-10 000	0,075	0,111	0,135
10 000 -20 000	0,157	0,230	0,278
20 000-30 000 and more	0,262	0,393	0,476

Source: Own calculations based on the method of road safetyRS indicators

**Table 19. The density of road injuries (GR) for single carriageway bypasses [persons/km/year]**

AADT	S1	GP1	G1
0-5 000	0,024	0,060	0,188
5 000-10 000	0,083	0,206	0,672
10 000 -20 000	0,159	0,385	1,200
20 000-30 000 and more	0,307	0,561	1,602

Source: Own calculations based on the method of road safetyRS indicators

**Tabela 20. Gęstość zabitych (GZ) dla obwodnic jednojezdniowych [osób / km / rok]**

SDR	S1	GP1	G1
0-5 000	0,008	0,011	0,016
5 000-10 000	0,018	0,024	0,037
10 000 -20 000	0,031	0,041	0,063
20 000-30 000 i więcej	0,050	0,067	0,103

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD*

**Tabela 21. Gęstość ciężko rannych (GCR) dla obwodnic jednojezdniowych [osób / km / rok]**

SDR	S1	GP1	G1
0-5000	0,015	0,020	0,031
5000-10 000	0,036	0,046	0,071
10 000 -20 000	0,059	0,078	0,121
20 000-30 000 i więcej	0,096	0,128	0,197

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD*

Całkowite koszty wypadków drogowych wylicza się przy pomocy wzoru przedstawionego w tabeli 20 z dokumentu głównego.

**Table 20. The density of fatalities (GZ) for single carriageway bypasses [persons/km/year]**

AADT	S1	GP1	GP
0-5 000	0,008	0,011	0,016
5 000-10 000	0,018	0,024	0,037
10 000 -20 000	0,031	0,041	0,063
20 000-30 000 and more	0,050	0,067	0,103

*Source: Own calculations based on the method of road safetyRS indicators*

**Table 21. The density of seriously injured (GCR) for single carriageway bypasses [persons/km/year]**

AADT	S1	GP1	G1
0-5 000	0,015	0,020	0,031
5 000-10 000	0,036	0,046	0,071
10 000 -20 000	0,059	0,078	0,121
20 000-30 000 and more	0,096	0,128	0,197

*Source: Own calculations based on the method of road safetyRS indicators*

The total costs of road accidents are then calculated using the formula presented in Table 20 of the main document.