



Niebieska Księga

Blue Book

Wydanie uaktualnione

Revised edition

2023

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>	7
Zakres podręcznika	
<i>Scope of the manual</i>	9
Zawartość i zakres analizy kosztów i korzyści oraz jej struktura	
<i>Content and scope of the Cost-Benefit Analysis and its structure</i>	13
1. Faza I: Identyfikacja wariantów i przygotowanie danych wejściowych	
<i>Phase I: Identification of project options and preparation of input data</i>	16
1.1 Podsumowanie wcześniejszych prac studialnych	
<i>1.1 Summary of previous project studies</i>	16
1.2 Stan istniejący	
<i>1.2 Existing conditions</i>	17
1.3 Cele projektu	
<i>1.3 Project objectives</i>	17
1.4 Identyfikacja efektywnych wariantów inwestycyjnych projektu	
<i>Identification of effective project Investment Options</i>	19
1.5 Definicja wariantu bezinwestycyjnego	
<i>1.5 Definition of the Without-the-Project Option</i>	26
1.6 Określenie okresu referencyjnego projektu	
<i>1.6 Determination of the project reference period</i>	28
1.7 Przygotowanie makroekonomicznych danych wejściowych	
<i>Preparation of macro-economic inputs</i>	29
1.8 Prognozy ruchu	
<i>1.8 Traffic forecasts</i>	31
1.8.1 Klasyfikacja projektów ze względu na zalecane indywidualne podejście do prognozowania	
<i>1.8.1 Classification of projects based on the recommended forecasting method</i>	34
1.8.2 Model ruchu, ogólne zasady	
<i>1.8.2 Traffic model, general considerations</i>	35
1.8.3 Wyniki prognozy ruchu	
<i>1.8.3 Traffic forecast outputs</i>	38
1.9 Założenia kosztowe dla wariantu bezinwestycyjnego (W0) i wariantów inwestycyjnych (Wn)	
<i>1.9 Costs assumptions for the “without-the-project” scenario (W0) and for the project investment options (Wn)</i>	40
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>	40
1.9.2 Oszacowanie wydatków na eksploatację i utrzymanie	
1.9.2. <i>Estimation of operating and maintenance (O&M) expenditures</i>	43
1.10 Dane wejściowe do projekcji przychodów	
1.10 <i>Revenue projection inputs</i>	48
1.11 Wartość rezydualna	
1.11 <i>Residual value</i>	50
2. Faza II: analiza społeczno-ekonomiczna	
<i>Phase II: Socio-economic analysis</i>	54
2.1 Kategorie kosztów ekonomicznych	
2.1 <i>Categories of economic costs</i>	55
2.1.1 Koszty eksploatacji pojazdów	
2.1.1 <i>Vehicle operating costs</i>	56
2.1.2 Koszty czasu użytkowników infrastruktury drogowej	
2.1.2 <i>Road infrastructure user time costs</i>	59
2.1.3 Koszty wypadków drogowych	
2.1.3 <i>Costs of accidents</i>	63
2.1.4 Koszty zanieczyszczenia powietrza	
2.1.4 <i>Air pollution costs</i>	66
2.1.5 Koszty zmian klimatu	
2.1.5 <i>Climate change costs</i>	68
2.1.6 Koszty hałasu	
2.1.6 <i>Noise costs</i>	72
2.1.7 Koszty eksploatacji i utrzymania infrastruktury	
2.1.7 <i>Costs of infrastructure operation and maintenance</i>	74
2.2 Etapy analizy społeczno-ekonomicznej	
2.2 <i>Stages of socio-economic analysis</i>	75
2.2.1 Założenia analizy ekonomicznej.....	
2.2.1 <i>Assumptions for the economic analysis</i>	75
2.2.2 Z cen rynkowych na ceny rozrachunkowe	
2.2.2 <i>From financial to economic prices</i>	76
2.2.3 Obliczanie korzyści ekonomicznych netto projektu	
2.2.3 <i>Calculation of net economic benefits of a project</i>	78
2.2.4 Obliczanie wskaźników efektywności społeczno-ekonomicznej i interpretacja wyników	
2.2.4 <i>Calculation of the socio-economic performance indicators and interpretation of results</i>	82
3. Faza III: Analiza Finansowa	
<i>Phase III: Financial Analysis</i>	85
3.1 Projekt infrastruktury drogowej – droga niepłatna a analiza finansowa	
3.1 <i>Road infrastructure project – non-toll roads and financial analysis</i>	86
3.2 Założenia i parametry analizy finansowej	

3.2	<i>Financial analysis - assumptions and parameters</i>	86
3.3	Zestawienie finansowych przepływów pieniężnych	
3.3	<i>Determination of financial cash flows</i>	88
3.4	Rentowność finansowa projektu	
3.4	<i>Project financial profitability</i>	89
3.5	Trwałość finansowa i trwałość funkcjonalna projektu	
3.5	<i>Financial and functional sustainability of the project</i>	92
4.	Faza IV: Ocena ryzyk projektu	
	<i>Phase IV: Project risk assessment</i>	96
4.1	Analiza wrażliwości	
4.1	<i>Sensitivity analysis</i>	97
4.2	Analiza ryzyka	
4.2	<i>Risk analysis</i>	99
4.3	Przedstawienie wyników oceny ryzyka	
4.3	<i>Risk assessment output presentation</i>	106
5.	Wpływ na zatrudnienie	
	<i>Impact on employment</i>	109
5.1	Miejsca pracy utworzone na etapie realizacji	
5.1	<i>Jobs created during implementation stage</i>	109
5.2	Miejsca pracy utworzone (lub zlikwidowane) na etapie eksploatacji	
5.2	<i>Jobs created (or eliminated) during the operation stage</i>	111
	Literatura i literatura uzupełniająca	
	<i>Literature and supplementary literature</i>	112
	Definicje i akronimy	
	<i>Definitions and Acronyms</i>	116
	Załącznik A: Jednostkowe koszty ekonomiczne i finansowe	
	<i>Appendix A: Economic and financial unit costs</i>	122
	Załącznik B: Prognozy ruchu	
	<i>Appendix B: Traffic forecasts</i>	153
	Załącznik C: Podstawy metodologiczne obliczania współczynników przeliczeniowych (konwersji)	
	<i>Appendix C: Methodological background to calculate Conversion Factors</i>	171
	Załącznik D: Podstawy metodologiczne obliczania jednostkowych kosztów eksploatacji pojazdów (VOC)	
	<i>Appendix D: Methodological background to calculate unit Vehicle Operating Costs (VOC)</i>	173
	Załącznik E: Metody obliczania kosztów wypadków drogowych	
	<i>Appendix E: Methods of accidents costs calculation</i>	183

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 2021-2027. Niniejsza Drogowa Niebieska Księga jest częścią serii Niebieskich Ksiąg obejmujących sektor transportu (infrastruktura drogowa, infrastruktura kolejowa, transport publiczny). Zaleca się, aby podstawowe zasady przedstawione w niniejszym podręczniku dotyczyły wszelkich projektów, finansowanych ze środków publicznych w sektorze drogowym, niezależnie od źródła ich finansowania. Proponowana metodologia bazuje na odpowiednio dobranych najlepszych praktykach i jest zgodna z kluczowymi wytycznymi Komisji Europejskiej.

Niebieskie Księgi są uzupełnieniem i doprecyzowaniem wytycznych Komisji Europejskiej¹ oraz wytycznych krajowych² 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.

Ponadto, celem Niebieskich Ksiąg jest ułatwienie wdrażania krajowych i unijnych polityk w sektorze transportu. W tym sensie mają one szczególne znaczenie dla zapewnienia spójności projektów transportowych z celami Porozumienia Paryskiego i unijnego Zielonego Ładu stanowiącymi podstawę aktualnych polityk UE. Dotyczą one m.in.: (i) redukcji gazów cieplarnianych oraz osiągnięcia w UE celu neutralności klimatycznej do 2050 r. oraz (ii) odporności na zmiany klimatu.

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 the Beneficiaries are applying for financial contribution from EU funds 2021-2027. The present Roads Blue Book is part of a series of Blue Books covering the transport sector (road infrastructure, railway infrastructure, public transport). We recommend that the basic principles of this manual apply to all projects to be financed from public funds in the road sector, regardless the source of their financing. The suggested methodology encompasses intentionally adopted best practices and follows key European Commission guidelines.

The Blue Books are complementary to and provide further details with regards to the guidelines of the European Commission¹ and the national guidelines² 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.

Furthermore, the Blue Books aim at facilitating implementation of national and EU policies in the transport sector. In this sense, it is of special relevance to ensure that transport projects are aligned with the goals of Paris Agreement and EU Green Deal being at the core of current EU policies. It includes: (i) reduction of GHG emissions and EU climate neutrality target by 2050; and (ii) resilience to climate change.

¹ „[Economic Appraisal Vademecum 2021-2027 - General Principles and Sector Applications, September 2021](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf)” & “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.)

² „Wytyczne dotyczące zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym hybrydowych na lata 2021-2027” (https://www.funduszeuropejskie.gov.pl/media/115275/Wytyczne_PI_i_PH_21_27_5.pdf)

Konkretne cele sektora transportu wymagają szczególnej uwagi na poziomie UE: (i) oczekuje się redukcji gazów cieplarnianych emitowanych przez transport o 90% do 2050 r. w porównaniu z poziomem z 1990 r. oraz (ii) odporności sektora transportu na zmiany klimatu. Ponadto oczekuje się, że te polityki i cele zostaną odpowiednio przełożone na poziom krajowy (w tym sektorowy). Proces uwzględniania tych uwarunkowań i celów w Polsce, w planach krajowych³, regionalnych i lokalnych jeszcze trwa, zarówno dla planów regionalnych i lokalnych jak i sektorowych.

Plany transportowe (na poziomie krajowym, regionalnym czy każdym innym odpowiednim poziomie) powinny zatem uwzględniać problematykę zmian klimatu jako jeden z kluczowych celów. A zatem, w ramach tych planów należy dokonać oceny: (i) spodziewanych poziomów emisji gazów cieplarnianych emitowanych w analizowanym okresie (oraz w kontekście spodziewanych wartości docelowych, o ile zostały one określone dla danego planu); oraz (ii) odporności na zmiany klimatu systemów transportowych poprzez przeprowadzenie oceny wrażliwości na zmiany klimatu i oceny ryzyka. W niniejszej Niebieskiej Księdze zawarto zasady obliczania szacunkowych wartości emisji gazów cieplarnianych dla projektów transportowych (analogiczne zasady mogą być zastosowane na poziomie planów). Odniesiono się również do zagadnienia odporności na zmiany klimatu, niemniej jednak szczegółowy opis ram metodologicznych do oceny odporności na zmiany klimatu nie jest w zakresie tej Niebieskiej Księgi.

Celem Niebieskiej Księgi jest określenie zasad i założeń oraz spójnego podejścia do analiz kosztów i korzyści w celu zapewnienia porównywalności i spójności w ocenie projektów w ramach sektora transportu, a także pomocy przy przygotowywaniu analiz przez Beneficjentów kiedykolwiek będzie to konieczne.

Zadaniem niniejszego podręcznika nie było sformułowanie szczegółowych wytycznych dla wszystkich sytuacji, które może napotkać osoba analizująca projekt. Z powodu ogromnej różnorodności potencjalne możliwych projektów, założenia i rekomendacje przedstawione w tym podręczniku mają wyłącznie charakter wskazówek 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 „Literatura i literatura uzupełniająca” na końcu głównej części niniejszej

Specific objectives for transport sector require special attention at EU level: (i) transport GHG emissions are expected to be reduced by 90% in 2050 compared to 1990 levels; and (ii) resilience of transport mobility to climate change impacts. Additionally, those policies and targets are expected to be duly considered at national level (including sectoral levels). In Poland, the process of including those considerations and targets in national³, regional and local Plans is on-going, both for the regional and local Plans and for the sectoral ones.

Transport Plans (at national, regional or any other relevant level) are, therefore, expected to include climate change considerations as part of key objectives. Therefore, those Plans should assess: (i) the expected levels of GHG emissions generated along the analysed period (and in relation to expected targets if those are set for the specific Plan); and (ii) climate change resilience of the transport systems covered by conducting climate change vulnerability and risk assessment. The Blue Books present the calculation principles for estimations of GHG emissions of transport projects (equivalent principles can be applied at the Planning level). They will also refer to climate change resilience considerations; nevertheless, the details of the methodological assessment framework for climate resilience are not object of this Blue Book scope.

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

This manual is not meant to provide detailed guidelines for all circumstances a project analyst may face. Due to the vast diversity of possible projects, assumptions and recommendations presented in this manual have the character of guidelines and specific solutions might have to be applied with regard to specific project circumstances. More detailed guidance can be found in classic handbooks and manuals on CBA (see section “Literature and supplementary literature” at the end of the main part of this Blue Book), and all assumptions and methodological background used are adequately referenced in methodical footers and appendices. It is assumed that the entities and experts preparing cost-benefit analysis using this manual have the theoretical knowledge, specialized background and necessary experience in this field.

³ Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030, 30.12.2019: <https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/krajowy-plan-na-rzecz-energii-i-klimatu-na-lata-2021-2030-przekazany-do-ke>

Niebieskiej Księgi), 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 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 zrealizuje cele projektu oraz wygeneruje korzyści społeczno-gospodarcze 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.

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 2021 – 2027.

A proper application of the techniques presented in the Manual will (i) help to choose the optimal solution achieving project objectives and delivering socio-economic benefits while ensuring the most effective use of public funds; and/or (ii) provide confirmation of the adequacy and economic justification of the proposed solution aiming to meet the defined project objectives,

It is recommended to apply the basic principles of this manual to all road infrastructure projects which are to be financed from the public funds.

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, in the period prior to the 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 2021-2027 Financial Perspective.

Tło przygotowania podręcznika

Niniejszy podręcznik jest rekomendowany przez Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej (MFIPR), które jest Instytucją Zarządzającą dla Programu Operacyjnego Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat i Środowisko (FENIKS). MFIPR i CUPT zwróciły 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 2021-2027.

Background of the manual preparation

This Manual is recommended by the Ministry of Development Funds and Regional Policy (MDFRP), the Managing Authority for the Operational Programme on Infrastructure, Climate and Environment 2021-2027 (FENIKS). The MDFRP and CUPT requested JASPERS (Joint Assistance to Support Projects in the European Regions) assistance in the preparation of the updated version of the existing Manual (used during the previous financial perspective) to reflect the new European Commission's regulations for 2021-2027.

Obecna wersja stanowi aktualizację poprzedniej edycji podręcznika opracowanej w 2006⁴, 2008⁵ i 2015⁶ roku.

Aktualizacja podręcznika została przeprowadzona przy aktywnym uczestnictwie ekspertów Departamentu Strategii i Studiów z Wydziału Prac Studialnych w Krakowie z GDDKiA oraz CUPT.

Podręcznik, w zakresie założeń oraz metodyki wykonywania AKK, jest zgodny z zasadami przedstawionymi w opublikowanym 20 września 2021 „Economic Appraisal Vademecum 2021-2027 - General Principles and Sector Applications” uzupełniającym przewodnik 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.

Aktualizacja pozwoliła na włączenie do treści szeregu uściśleń i uaktualnień dotyczących:

- (i) uwarunkowań związanych z modelowaniem i prognozowaniem ruchu uwzględniających wpływ innych gałęzi transportu
- (ii) aspektów dotyczących najnowszych polityk UE, w szczególności najnowszych polityk i celów klimatycznych,
- (iii) optymalizacji przepustowości planowanych projektów drogowych na etapie analizy opcji,
- (iv) aktualizacja kosztów jednostkowych dla szeregu różnych kategorii kosztów/korzyści, w szczególności w celu uwzględnienia ewolucji floty pojazdów drogowych w Polsce oraz oczekiwanej elektryfikacji floty (zgodnie z celami klimatycznymi).

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

The present version of the Manual is an update of the previous ones prepared in 2006⁴, 2008⁵ and 2015⁶.

The Manual update was conducted with active participation of the experts from GDDKiA Department of Strategy and Studies, Division of Feasibility Studies in Kraków and CUPT.

The Manual is consistent with the principles and methods outlined in “Economic Appraisal Vademecum 2021-2027 - General Principles and Sector Applications” published on 20/09/2021 which complements the “Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020” DG Regio investment project CBA guide.

The main amendments and revisions of the present updated version with respect to the previous ones concern:

- (i) traffic modelling and forecasting considerations to duly consider impacts of other transport modes;
- (ii) aspects related to most recent EU policies, in particular the most recent climate policies and objectives;
- (iii) considerations of capacity optimisation of planned road projects at the option analysis stage;
- (iv) update of unit values for all different costs/benefits categories, in particular, in particular to consider recent and future evolution of road fleet vehicles in Poland and the expected fleet electrification (in alignment with the referenced climate objectives).

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), Centre for EU Transport Projects (Centrum Unijnych Projektów Transportowych – CUPT), PKP Polish Railway Lines (PLK), Ministry of Development Funds and Regional Policy

⁴ 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”.

⁵ Transportowe Niebieskie Księgi 2008 zostały przygotowane przez inicjatywę JASPERS (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).

⁶ Niebieska Księga dla projektów infrastruktury drogowej realizowanych w ramach perspektywy finansowej 2014-2020 (<http://www.pois.gov.pl/strony/wiadomosci/opublikowano-niebieska-ksiega-dla-projektow-infrastruktury-drogowej/>)
Blue Book for road transport projects prepared for 2014-2020 financial perspective (<http://www.pois.gov.pl/strony/wiadomosci/opublikowano-niebieska-ksiega-dla-projektow-infrastruktury-drogowej/>)

(Centrum Unijnych Projektów Transportowych), PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. (PLK), Ministerstwu Funduszy i Polityki Regionalnej (MFiPR), 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.

(Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej – MDFRP), 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.

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 sporządzania całości studium wykonalności. Wskazuje natomiast odpowiednie wymagania (np. w zakresie obliczania emisji gazów cieplarnianych w projektach jako elementu oceny odporności na zmiany klimatu⁷) oraz dobre praktyki.

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.

Nowością w niniejszej edycji podręcznika jest możliwość wykorzystania multimodalnego modelu ruchu jako podstawy do przeprowadzenia analizy AKK.

W Fazie I podkreślono konieczność przedstawienia strategicznego i planistycznego kontekstu projektu, jak również odniesienie go do właściwych celów.

W ramach **fazy II i III** zasadność społeczno-gospodarcza 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

Scope of the manual

It must be noted that the guidelines included in the present Manual refer solely to the preparation of CBA, which is one of several elements comprising the project feasibility study. Hence, this Manual does not include guidance for preparing the whole feasibility study. What it does is to point out related requirements (e.g. related to calculation of projects GHG emissions as part of climate resilience assessment⁷) and good practices.

Phases of identification and assessment of project options discussed in this manual are presented 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 implementation alternatives based on the summary of previous works, and the preparation of all other inputs needed for the CBA.

A novelty in the current edition of this manual is the possibility of application of a multimodal traffic model as CBA analysis basis.

In Phase I, the need to provide the Project strategic and planning context as well as its relation with respective objectives is highlighted.

In **Phase II** and **Phase III** the socio-economic worthiness and the financial effectiveness/efficiency 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

⁷ Uodpornianie na zmiany klimatu to termin odnoszący się do uwzględniania zagadnień adaptacji do zmian klimatu i ich łagodzenia podczas rozbudowy istniejących obiektów i/albo planowania inwestycji. See [Technical guidance on the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027](#), EC 2021 / Climate proofing is a term used to refer to the process of integrating climate change adaptation and mitigation considerations into the development of existing assets and/or planned investments.

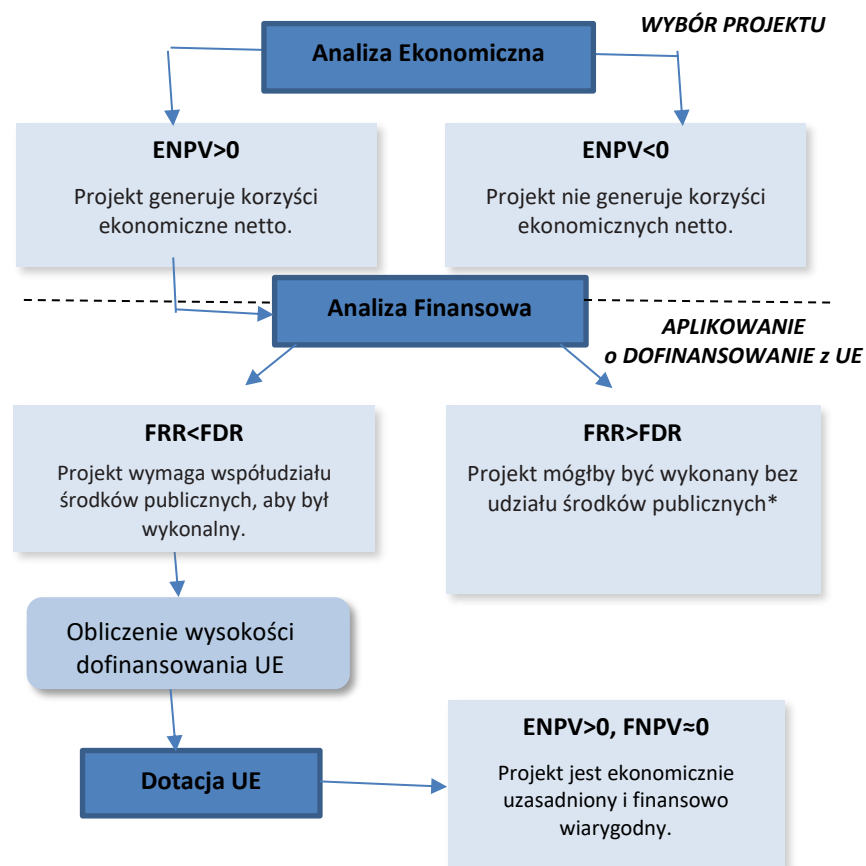
finansowej projektu. Należy również przedstawić ramy instytucjonalne realizacji i eksploatacji projektu.

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

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.

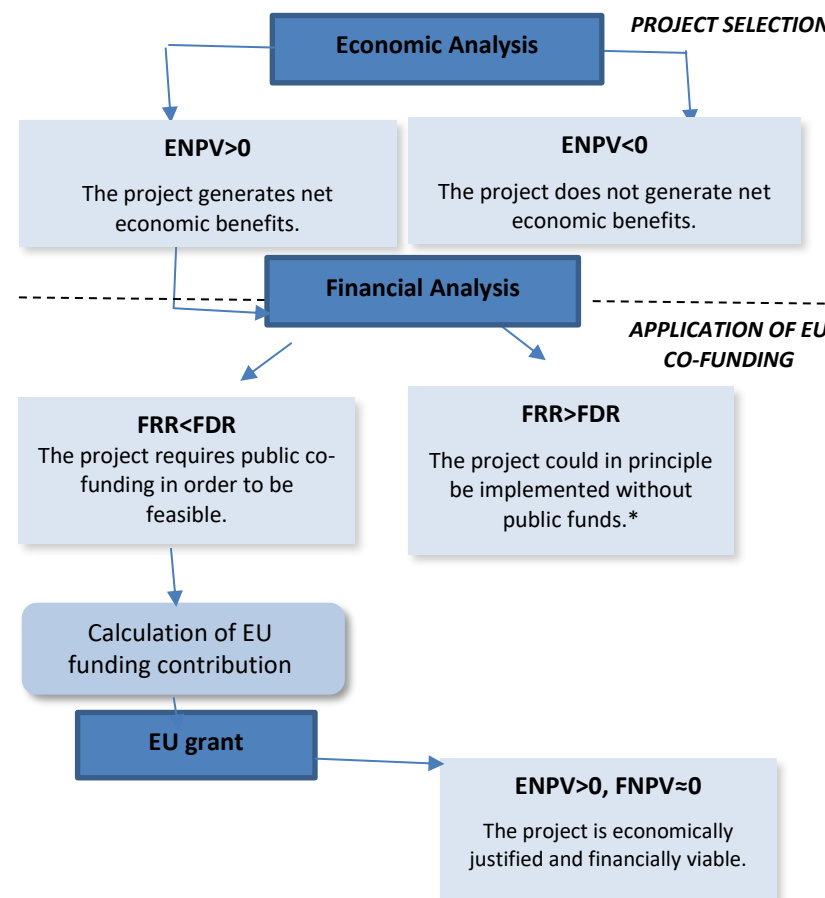
Rysunek 1. Schemat wykonywania analizy ekonomicznej i finansowej



*W przypadkach, gdy wyniki finansowe projektu przekraczają FDR, środki publiczne mogą być wykorzystane, jeśli wyniki finansowe nie są nadmierne (zgodnie z odpowiednimi dokumentami).

Źródło: opracowanie własne.

Figure 1. Economic and financial analyses diagram



*In cases where financial performance of a project is above FDR, public funds can be used if the financial performance is not excessive (as defined in the relevant documents)

Source: proprietary work.

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

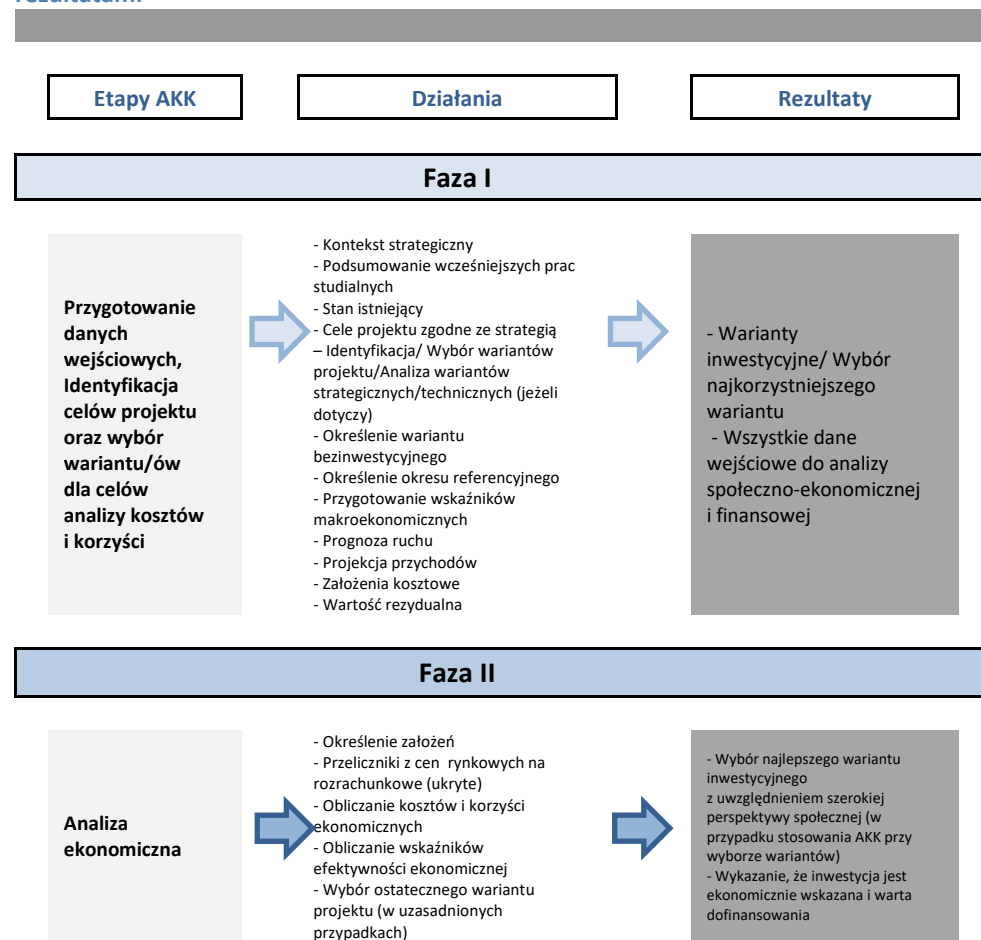
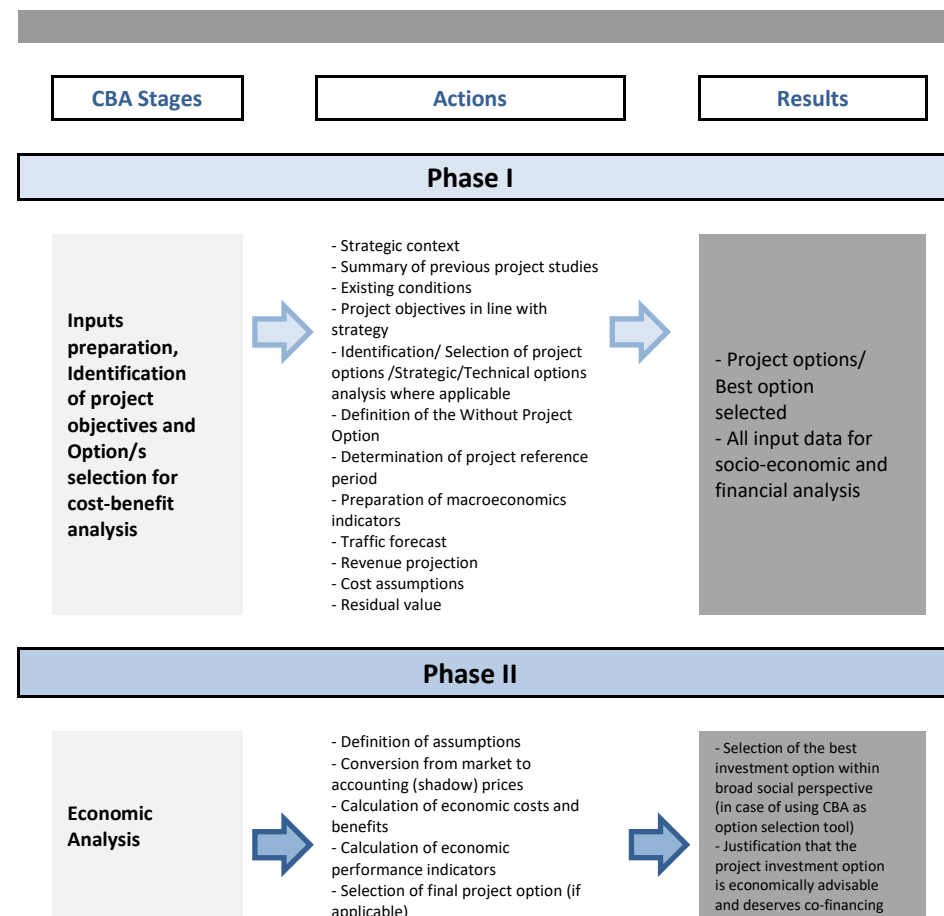
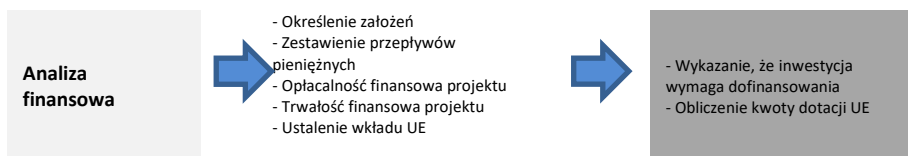


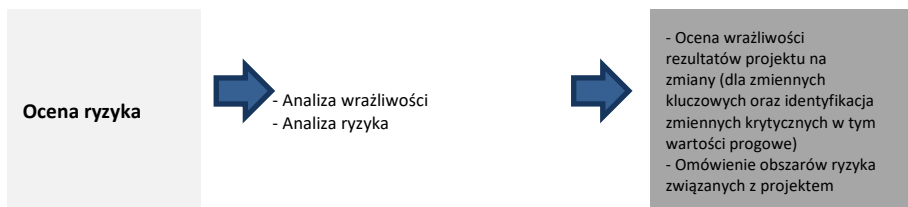
Figure 2. Diagram of cost-benefit analysis, with key actions and their results



Faza III



Faza IV



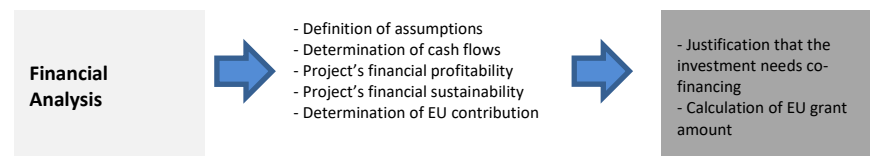
Źródło: opracowanie własne.

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.

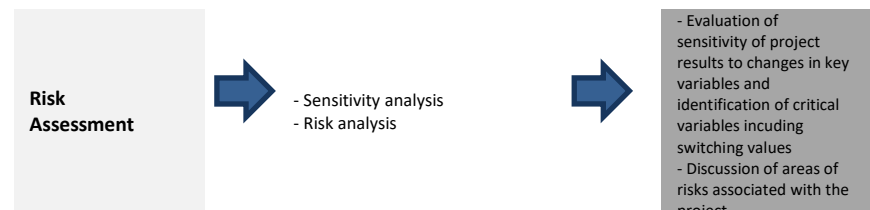
Zawartość i zakres analizy kosztów i korzyści oraz jej struktura

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.

Phase III



Phase IV



Source: proprietary work.

NB: The provisions of the “Public Transport Blue Book” (in particular in respect to the traffic forecasting and modelling methods) 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 split in the public transport.

Content and scope of the Cost-Benefit Analysis and its 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.

Tabela 1. Analiza kosztów i korzyści – spis treści

Rozdział	Treść*
Synteza	Podsumowanie wyników CBA
I	Identyfikacja projektu i przygotowanie danych wejściowych ▪ Stan istniejący ▪ Określenie celów projektu w kontekście właściwych planów/strategii transportowych ▪ Identyfikacja/Wybór możliwych do realizacji wariantów projektu ▪ Identyfikacja projektu ▪ Przygotowanie danych wejściowych do analizy ekonomicznej i finansowej (prognoza ruchu, koszty inwestycyjne, koszty eksploatacji i utrzymania, przychody, itp)
II	Analiza ekonomiczna ▪ Określenie założeń do analizy ekonomicznej ▪ Przeliczniki z cen rynkowych na rozrachunkowe (ukryte) ▪ Obliczanie kosztów i korzyści ekonomicznych ▪ Identyfikacja, wyszczególnienie i ocena jakościowa kosztów i korzyści niekwantyfikowalnych (jeżeli dotyczy) ▪ Obliczenie wskaźników efektywności ekonomicznej
III	Analiza finansowa ▪ Określenie założeń do analizy finansowej ▪ Obliczenie wartości wskaźników efektywności finansowej ▪ Ustalenie wkładu UE ▪ Weryfikacja trwałości finansowej projektu
IV	Ocena ryzyk projektu ▪ Analiza wrażliwości ▪ Analiza ryzyka

Źródło: opracowanie własne.

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

Table 1. Cost-benefit analysis – Table of contents

Section	Contents*
Synthesis	Summary of CBA results
I	Project identification and preparation of input data ▪ Existing conditions ▪ Definition of project objectives – in the context of relevant Transport Plans/Strategies ▪ Identification/Selection of feasible project option/s ▪ Project identification ▪ Preparation of input data for economic and financial analyses (traffic forecasts, investment costs, O&M costs, revenues, etc.)
II	Economic Analysis ▪ Definition of assumptions for the economic analysis ▪ Conversion from market to accounting (shadow) prices ▪ Calculation of economic costs and benefits ▪ Identification, description and qualitative analysis of non-quantifiable costs and benefits (if relevant) ▪ Calculation of the economic performance indicators
III	Financial Analysis ▪ Definition of assumptions for the financial analysis ▪ Evaluation of financial performance indicators ▪ Calculation of funds contribution ▪ Verification of the project's financial sustainability
IV	Project risk assessment ▪ Sensitivity analysis ▪ Risk Analysis

Source: proprietary work.

* The table of contents of the cost-benefit analysis presented in the table corresponds to the broadest required scope of the project cost and benefit analysis.

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

OPIS PROJEKTU

- Opis technicznych aspektów projektu:
 - standardy projektowania (np. prędkość projektowa),
 - rodzaje i główne zakresy robot: długość i przekroje drogi, długość tuneli, długości i szerokości obiektów inżynierskich, liczba węzłów i skrzyżowań, roboty poza głównymi jezdniami (długość ekranów akustycznych, liczba przejść dla zwierząt, itp.), itp.
 - opis funkcjonalny (rola i zadania w sieci dróg kraju / regionu / miasta), klasa i kategoria drogi, itp.
- Mapa lokalizacji wskazująca główne elementy projektu.
- Stan zaawansowania całej inwestycji (w przypadku, gdy projekt jest etapem lub częścią większej całości).
- Kontekst projektu we właściwych strategiach/planach – określenie celów projektu.

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.

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

PROJECT DESCRIPTION

- Description of project technical aspects:
 - design standards used (e.g. design speed),
 - type of works and basic quantification: length and cross-section of road, length of tunnels, length and width of engineering structures, number of interchanges, works outside main alignment (length of noise walls, number of animal passes, etc.), etc.
 - functional description (role and tasks within the national / regional / urban road network), road class and category.
- Project location map indicating main project components.
- Status of the overall investment (in case of the project being a phase or a stage of a larger overall investment).
- Context of the project in relevant Strategies/Plans – defining Project objectives

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.

1. 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 transportowej lub planu transportowego 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 (STES), Koncepcji 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 wniosek 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 – Identyfikacja efektywnych wariantów inwestycyjnych projektu). Należy też przedstawić wymogi prawne i środowiskowe zidentyfikowane w trakcie

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 conclusions of a respective transport strategy or plan 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 (STES), 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 were discarded on that basis, then the results of such 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 – Identification of effective project Investment Options). Additionally, legal and environmental requirements identified 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

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 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. Musi również uwzględniać kontekst ogólnej analizy strategii/planu.

1.3 Cele projektu

Podstawową przesłanką do realizacji projektu transportowego jest konieczność rozwiązywania istniejących lub przewidywanych problemów transportowych (lub

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 necessary.

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

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 of the environment (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 problems associated with the operation of the relevant section of the road or road transport system. It should also be presented in the context of the overall Strategy/Plan analysis.

1.3 Project objectives

The primary reason for implementing a transport project is addressing an existing or expected transport problem (or meeting an existing or expected transport

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 lub planu transportowego. Określając cele pojedynczego projektu, należy przedstawić ich spójność 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 2021-2027.

W toku wcześniejszych prac analitycznych, szczegółowe cele i proponowane środki prowadzące do osiągnięcia celów projektu mogły zostać zmienione z różnych powodów. Dlatego na początku analizy powinny one zostać ponownie ocenione pod kątem skuteczności w zakresie realizacji aktualnych strategii.

Środkiem do osiągnięcia celów projektu drogowego będzie zazwyczaj poprawa stanu istniejącej drogi, likwidacja zatorów komunikacyjnych, ominięcie terenu zabudowanego, zmniejszenie liczby wypadków, poprawa efektywności wykorzystania infrastruktury itp. **Celem nie powinno być wybudowanie drogi o z góry założonych parametrach łączącej punkty A i B, ponieważ tak wąska definicja celu ogranicza możliwe do realizacji warianty i niweczy korzyści wynikające z AKK.** W szczególności projekty drogowe, które należy postrzegać w aspekcie wielogłęziowym jako element odpowiedniej strategii/planu zrównoważonego rozwoju transportu, mogą przyczyniać się do rozwiązywania poniższych problemów:

- ograniczenie zatłoczenia poprzez eliminację „wąskich gardeł”,
- zwiększenie przepustowości i/lub poprawa 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 odporności istniejącej infrastruktury na zmiany klimatu,

needs) 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 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 2021-2027.

In the course of any earlier analyses of the project, detailed objectives and measures leading to achievement of the project objectives could have changed due to various circumstances. Therefore, at the beginning of the analysis, any previously assumed project objectives and measures should be reassessed in terms of current strategies' implementation.

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, improvement of road mobility efficiency, 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 may typically contribute to resolution of the following problems that need to be considered within a multi-modal view as part of the relevant Strategy/Plan for sustainable transport development:

- 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 road traffic safety measures,
- improvements in accessibility for people in peripheral areas or regions,
- increase of region investment attractiveness,
- contribution to the region's economic reactivation,
- increase in climate change resilience of existing infrastructure,

- poprawa warunków środowiskowych (np. zmniejszenie hałasu, zanieczyszczenia powietrza) mieszkańców miejscowości znajdujących się w sąsiedztwie korytarza istniejącej drogi i promowanie zrównoważonego systemu transportowego,
- poprawa systemu zarządzania drogami,
- spełnianie potrzeb użytkowników w zakresie mobilności i transportu,
- poprawa dostępności dla osób z ograniczoną mobilnością.

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 (zdefiniowane z uwzględnieniem celów strategii/planu i ujednolicone z nimi). Na przykład, wskaźniki związane ze spodziewanymi natężeniami ruchu, oszczędnościami czasu podróży, średnimi prędkościami podróży, poprawą bezpieczeństwa ruchu, emisją gazów cieplarnianych lub zanieczyszczeń powietrza, zwiększoną odpornością na zmiany klimatu itd.

- improvement of the environmental conditions (i.e. reducing noise, air pollution levels) for inhabitants of areas adjacent to the existing road corridor, and promoting a sustainable transport system.
- improvement of road management system,
- fulfilment of users needs in terms of mobility and transport,
- improvement of accessibility for users with limited mobility.

Project objectives should be quantified and targeted with the use of indicators (related to the present analysis) when possible, and logically linked with the solutions of problems and benefits described above (defined and aligned with Strategy/Plan objectives). For example, indicators including expected traffic volumes, travel time savings, average travel speeds, traffic safety improvements, GHG or air pollutants emissions, increased climate resilience, etc.

1.4 Identyfikacja efektywnych wariantów inwestycyjnych projektu

Identification of effective project Investment Options

Cele wynikające z planów /strategii transportowych, oparte na kompleksowej analizie wszystkich aspektów dotyczących mobilności, można osiągnąć na kilka sposobów. Oznacza to, że istnieje kilka możliwych rozwiązań obejmujących szereg wariantów inwestycyjnych. Każdy potencjalny wariant, który realizuje cele planowanego projektu, należy zidentyfikować na wstępnym etapie opracowania projektu – Faza I (patrz Rysunek 2 na stronie 12).

W trakcie pierwszego etapu analizy wariantów (dla projektów nie będących przebudowami/ modernizacjami istniejących dróg), zazwyczaj dokonuje się **analizy wariantów strategicznych**, polegającej na porównaniu wszystkich właściwych kryteriów (tzn. technicznych, prawnych, środowiskowych, ekonomicznych – w oparciu o wstępne obliczenia – lub politycznych uwarunkowań) oraz wyborze najbardziej obiecujących rozwiązań w kontekście celów planów/strategii transportowych.

Objectives resulting from Transport Plans/Strategies based on comprehensive analysis of all related mobility aspects might be achieved in a number of ways. It means that there are a number of possible solutions including a number of investment options. Each potential option meeting the planned project objectives should be identified at the initial stage of a project development – Phase I (see Figure 2 on page 12).

In the first stage (for projects that are not reconstruction/modernization of existing roads), a **strategic option analysis** is typically carried out, generally comparing all relevant criteria (i.e. technical, legal, environmental, economic - based on rough calculations – or political considerations) and selecting the most promising candidates vis-à-vis Transport Plans/Strategies objectives.

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 (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. Jeśli to tylko możliwe, analizę tę należy prowadzić w ujęciu wielogłębiowym.

Dalsze **porównania wybranych rozwiązań technicznych** przeprowadza się z uwzględnieniem ograniczonej liczby kryteriów/celów (najczęściej związanych uwarunkowaniami środowiskowymi, emisjami, aspektami techniczno-wydajnościowymi, bezpieczeństwem oraz poddaje się je ocenie ekonomicznej i finansowej). Stosowanie wstępnej 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.

Odmienne podejście można przyjąć do tzw. projektów ukierunkowanych na uzyskanie zgodności (np. z różnymi politykami), gdzie głównym celem jest dostosowanie do istniejących wymogów prawnych i gdzie rozwiązania wariantowe są ograniczone (zakres jest niejako przesądzony). W takim przypadku Beneficjent mógłby przeprowadzić analizę efektywności kosztowej (CEA) i dokonać wyboru w oparciu o kryteria Jakość/Cena. JASPERS zaleca, aby takie podejście było stosowane tylko w wyjątkowych przypadkach, a jego zastosowanie zostało z wyprzedzeniem gruntownie uzasadnione w Studium Wykonalności.

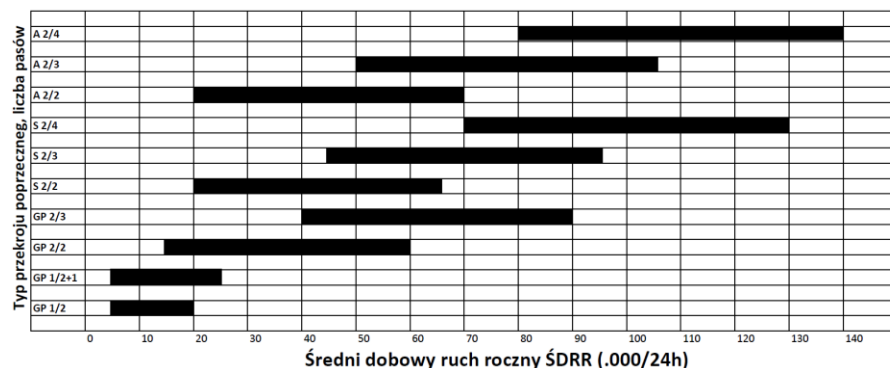
In these first selection processes, different option appraisal techniques or tools can be used to select the option/s for a later CBA analysis. They should provide a transparent, sound, comprehensive, coherent, open and explicit analysis. For example, the Multi-Criteria Analysis (MCA) is an appraisal 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 individual investment objectives are met by the different available solutions. The purpose may be to rank options in preference order, or to shortlist a number of options for a more detailed appraisal. Other techniques, such as Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats (SWOT) analysis to evaluate the project's potential benefits and risks deriving from the institutional, legal, technical, economic, environmental, spatial and social contexts may also be helpful in some cases. This analysis should be carried out within a multi-modal perspective as far as possible.

A further **comparison of the selected technical solutions is performed** in the context of a more restricted list of criteria/objectives (generally related to environmental considerations, emissions, technical and efficiency aspects and safety; an economic and financial appraisal is also carried out). The preliminary CBA (i.e. one 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 compare the economic costs and benefits of each shortlisted solution in order to enable various investment options to be compared on the basis of their net economic benefits and economic internal rate of return.

A specific approach might be adopted to so-called compliance-driven (policy-driven) projects where the scope is determined mostly to adapt to the existing legal requirements and where the option solutions are limited (scope is pre-determined). In such case, the Beneficiary could perform Cost Effectiveness Analysis (CEA) and carry out the selection based on Quality/Price criteria. JASPERS recommends that this approach is used only in specific cases and the application of it is prudently justified upfront in the FS.

Analiza efektywności kosztowej (CEA) służy do porównywania stosunku mierzalnego rezultatu realizacji projektu do kosztów cyklu życia projektu, pomiędzy dwoma lub więcej wariantami projektu.

W perspektywie finansowej 2021-2027, dla projektów drogowych trzeba będzie przedstawić solidne uzasadnienie ekonomiczne, dlatego też prawidłowe dostosowanie przepustowości przedsięwzięcia do spodziewanego popytu jest sprawą kluczową. Przewymiarowanie odcinków dróg, na których występują małe potoki ruchu spowoduje, że cenne zasoby inwestycyjne nie zostaną skierowane na realizację innych odcinków sieci i pociągnie za sobą nieuzasadnione koszty eksploatacyjne i utrzymaniowe. W poniższej tabeli przedstawiono optymalny dobór przekrojów jezdni do oczekiwanych potoków ruchu. Wymiarowanie infrastruktury drogowej powinno być oparte na natężeniu ruchu prognozowanym w 15 roku jej eksploatacji.



Źródło: WR-D-23 Wytyczne poszerzania jezdni dróg zamiejskich i ulic o dodatkowe pasy ruchu, Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa, 2017, Instrukcja projektowania dodatkowych pasów ruchu na dwupasowych drogach dwukierunkowych, GDDKiA, 2005

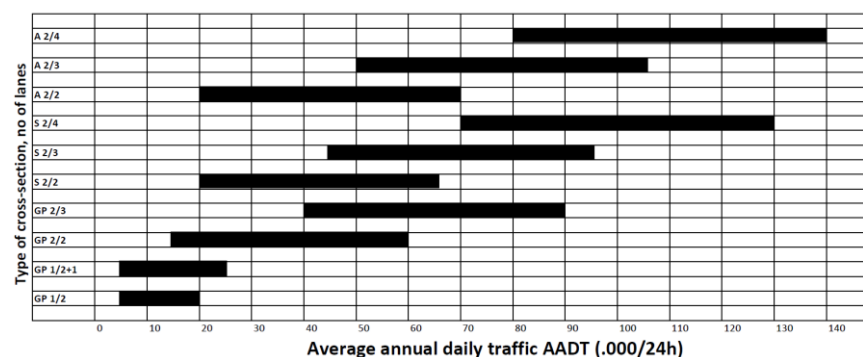
Tam, gdzie możliwe jest zastosowanie dwóch różnych przekrojów, w dokonaniu optymalnego wyboru pomoże przeprowadzenie przyrostowej analizy kosztów i korzyści.

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, poziom swobody ruchu, itp.

Cost Efficiency Analysis (CEA) is used to compare option cost performance by comparing the ratio of the quantified level of accomplishment of a particular singular objective (output) to the life-cycle costs between two or more project options.

In the 2021-2027 financial perspective, road projects will have to demonstrate a strong economic justification, therefore adequate design of project capacity versus expected demand is crucial. Excessive capacity on road sections with low traffic levels takes valuable investment resources away from other sections on the network and leads to unjustified operation and maintenance expenditures. The table below indicates optimal provision of road cross-sections for expected traffic flows. The dimensioning of the road infrastructure should be based on the forecasted traffic volume in the 15th year of its operation.



Source: WR-D-23 Guidelines for widening of interurban roads and streets with additional traffic lanes, Ministry of Infrastructure and Construction, 2017, Design manual for additional traffic lanes on two carriageway roads, GDDKiA, 2005

In cases where two types might be considered, an incremental analysis comparing costs and benefits could help to determine the optimal selection.

If these (past) analyses and option comparisons were an 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, traffic service level, etc.

Wybrane warianty powinny zatem wywodzić się z kontekstu strategicznego (tzn. krajowej strategii transportowej), Regionalnych Planów Transportowych, lokalnych planów transportowych, np. SUMPów, itd.). Te dokumenty z kolei powinny uwzględniać kontekst strategicznej oceny oddziaływania na środowisko (SOOŚ). Należy odnieść się do wszelkich istniejących wcześniej decyzji i analiz. 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). Analizy takie można przeprowadzić w różnych momentach cyklu przygotowywania projektu. Konieczne jest zapewnienie, że warianty wybrane do dalszych analiz będą rozpatrzone w ramach OOŚ lub przynajmniej, że wszystkie warianty, które znalazły się na krótkiej liście, są zgodne z wymogami przepisów dotyczących ochrony środowiska, tak aby można było sensownie 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 do analizy dla odpowiednich wariantów.

Podsumowując, w Studium Wykonalności analizy ekonomiczne i finansowe moga odnosić się tylko do jednego rozwiązania wybranego na podstawie wcześniejszych analiz. W tym przypadku jednak proces wyboru wariantów musi być opisany w podsumowaniu analizy wykonalności. Brak porównania wystarczającej liczby wariantów oraz brak pełnego uzasadnienia wyboru wariantu proponowanego do finansowania może zmniejszyć szansę na zatwierdzenie projektu.

Warianty inwestycyjne w większości przedsięwzięć drogowych mieszczą się w jednej z trzech kategorii przedstawionych w poniższej tabeli:

The selected options should therefore be derived from the strategic context (i.e. National Transport Strategy, Regional Transport Plans, local transport plans such as SUMP, etc.). Those in turn should include the respective Strategic Environmental Assessments (SEA) context. Any pre-existing analyses and decisions must be considered. For the EU-funded projects, the related priority axes and intervention areas of the Operational Programs may be highlighted.

It is also necessary to ensure consistency between the options' analysis performed for the purpose of the CBA and the analysis performed for the purpose of the EIA. These analyses can be carried out at different moments in the project preparation cycle. However, it must be ensured that the shortlisted project options were considered in an EIA, or at the very least that all 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 summary, in a Feasibility Study, the economic and financial analyses might refer to the selected solution only, as a result of previous studies. In this case, however, the options selection process must be described in the summary of the feasibility analysis. Failure to compare a sufficient number of options and lack of complete justification for selection of the option suggested for financing may decrease the chance of approval of the project.

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

Tabela 2. Przykładowe kategorie inwestycji drogowych

- Punktowa lub liniowa inwestycja drogowa mająca na celu poprawę jakości infrastruktury, odporności na zmiany klimatu lub bezpieczeństwa bez zwiększania przepustowości.
- Rozbudowa istniejącej drogi w celu zwiększenia przepustowości/podniesienia standardu, np. poszerzenie (rozbudowa drogi jednojezdniowej lub dobudowa pasów ruchu).
- Budowa nowej drogi o nowym przebiegu (w tym obwodnice miejscowości).

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku mniej złożonych projektów, liczba wariantów wykonalnych pod względem technicznym, prawnym, środowiskowym, społecznym 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 tym kontekście zwraca się uwagę na przeprowadzenie **analizy wariantów z uwzględnieniem oddziaływania ekonomicznego w okresie budowy**. Szacowanie oddziaływań ekonomicznych opisane w poniższych rozdziałach odnosi się głównie do różnicowych oddziaływań w okresie eksploatacji. Niemniej jednak, uważa się, że w przypadku niektórych przedsięwzięć warto rozpatrywać oddziaływania ekonomiczne na użytkowników i mieszkańców w fazie budowy. Typowe przykłady takich sytuacji to: (i) naprawy dróg; (ii) rozbudowa dróg, tzn. zwiększenie bieżącej przepustowości drogi, w szczególności w przypadku dróg o bardzo wysokim obciążeniu ruchem, gdzie tymczasowa organizacja ruchu na czas robót, miałaby duże oddziaływanie na użytkowników i okolicznych mieszkańców. Analizy tego typu dla określonych sytuacji powinny być przeprowadzone na etapie przygotowania dokumentacji aplikacyjnej.

W przypadku wniosków o dofinansowanie UE, należy wyjaśnić przebieg procesu i metodykę wyboru wariantu. Jeśli wybór wynika z różnych analiz i badań, należy przedstawić je w formie skrótowej dającej czytelny obraz procesu analizy wariantów z uwzględnieniem powyższych uwag.

Table 2. Examples of road project investment categories

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

Source: proprietary work.

In case of less complex projects, 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 investment option. Usually, it is feasible to upgrade an existing road in a number of ways. Project staging alternatives may also be considered.

In this context, adequate attention should be paid to carrying out an **options analysis including economic impacts during construction period**. Estimation of economic impacts described in chapters below mainly refer to the incremental impacts during the operating period. Nevertheless, it is recognised that for some projects economic impacts on transport users and other citizens during construction are worth considering. Typical relevant cases could be: (i) road rehabilitation works; (ii) road upgrading, i.e. expansion of existing road capacity, in particular for roads with very high traffic levels, where temporary traffic organisation during works would represent major impacts on users and local citizens. Analysis of this type for specific situations should be carried out at the stage of preparing the application documentation.

When applying for EU funding, the process and method of option selection should be presented as well. If it results from a number of different analysis and studies, those should be presented in a summarised form that provides a clear overview of the option analysis process as per above considerations.

Chociaż liczba wariantów inwestycyjnych badanych w AKK zależy od promotora 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. poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego i odporności klimatycznej infrastruktury drogowej).
- Odniesienia do kluczowych dokumentów planistycznych, strategii i decyzji, które są wiążące dla Beneficjenta projektu. Kontekst strategiczny w ujęciu wielogałęziowym.
- Identyfikacja wariantów (remont lub przebudowa, nowy przebieg, ingerencje w innych gałęziach transportu itp.).
- Opis projektu dla każdego wybranego wariantu zawierający poniższe elementy:
 - koszty inwestycyjne,
 - podstawowe parametry i aspekty funkcjonalne: klasa i kategoria, prędkość projektowa, długość, liczbę jezdni i pasów ruchu, liczbę i długość obiektów, itp.,
 - kryteria wyboru preferowanego wariantu,
 - zalety/wady danego wariantu,
 - mapa lokalizacji.
- Prezentacja kontekstu społeczno-ekonomicznego.

Źródło: opracowanie własne.

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 wariantów odpowiadających założonym celom (tzn. w zakresie środowiska, osiągnięcia wartości docelowych związanych z klimatem, trwałości finansowej...), należy wybrać wariant charakteryzujący się najlepszymi wskaźnikami, wyrażonymi w postaci poziomu ERR i/lub BCR (ENPV może osiągać podobne wartości dla wariantów o różnych ERR lub odwrotnie).

Whereas the number of investment options examined under the CBA is up to the promoter of the project, who 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 rather than how to do it; e.g. increased road traffic safety and climate resilience of road infrastructure).
- Reference to key planning and strategy documents and decisions which are binding for the project Beneficiary. Strategic context within multi-modal view.
- Identification of options (road rehabilitation or reconstruction, new road alignment, interventions in other modes, etc.).
- Project description for each short-listed road investment option including at least the following elements:
 - investment costs,
 - key 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.

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 an option selection method). Theoretically, if the initial analysis phase pre-selects options corresponding to expected objectives (i.e. environmental benefits, alignment with climate targets, financial sustainability...), then the one characterised by the best economic indicator values, expressed by the level of ERR and/or BCR (ENPV can reach similar values for options with different ERR, or the other way round) should be chosen.

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.

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 a more expensive project option was better aligned with the key strategic 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 reasons for the selection will have to be provided in detail.

Once the optimal solution is identified based on the above, a full-scale CBA (i.e. based on the present Manual, if it was 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) z uwzględnieniem – w uzasadnionych przypadkach – innych gałęzi transportu.

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 podstawowego 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 utrzymaniowych poprawiających funkcjonowanie 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

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) including – if relevant – other transport modes.

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 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 implemented.

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 basic 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 and equipment repair and maintenance at a 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 upgrade of 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 chapter 1.2).

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 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 i skali przygotowywanego 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 pracy przewozowej).

W przypadku realizacji nowej inwestycji (wariant inwestycyjny) po nowym śladzie, nie wykorzystującej istniejących odcinków dróg koszty operacyjne dla W0 można pominąć, ponieważ zakłada się, że są one identyczne dla odcinków istniejących i w analizie różnicowej się wyzerują⁸. W przypadku inwestycji polegającej na przebudowie lub rozbudowie po istniejącym śladzie, należy 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 komunikacyjnych 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).

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 adequate scale to the type and magnitude of the project), then to adequately assess W0, traffic volume forecasts on all roads that the investment would influence should be presented and considered in the economic analysis (using transport work).

In the case of a new investment (investment variant) following a new alignment, not using the existing road sections, operating costs for W0 can be ignored, because they are assumed to be identical for the existing sections and in the differential analysis, they will therefore cancel each other out⁸. In case of investments following the old alignment, 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 in the past, cost forecast should be set at a level which represents the expected maintenance standards (e.g. based on the unit costs in Appendix 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 close to the planned alignment).

⁸ Zakłada się, że poziom nakładów na utrzymanie i utrzymanie istniejącej sieci drogowej dla W0 i dla analizowanych wariantów inwestycyjnych będzie taki sam. Może się zdarzyć, że natężenie ruchu na niektórych istniejących odcinkach dróg może być niższe w opcjach inwestycyjnych w porównaniu z W0, a tym samym może prowadzić do niższych wydatków na O&M dla tej analizowanej opcji inwestycyjnej; niemniej jednak założenia, o których mowa, uważa się za adekwatne do obecnych celów, a jednocześnie z pewnością możliwe jest oszacowanie różnicy, jeśli ma to znaczenie dla analizy.

It is assumed that the level of O&M expenditures of existing road network for W0 and for the analysed investment option(s) would be the same. It might happen that traffic levels on certain existing road sections might be lower in investment options compared to W0 and, therefore, could lead to lower O&M expenditures for that analysed investment option; nevertheless, the referred assumptions is considered to be adequate for the present purposes while certainly being possible to estimate the difference if relevant for the analysis.

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 planowany rozwój sieci w kolejnych latach, 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) z wyłączeniem realizacji analizowanej inwestycji.
- 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.

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 of the analysis.
- It must take into account planned investments in all important parts of the network which will be affected by project options (including, when relevant, possible changes in modal split due to investment in public transport – e.g. railways) excluding the analysed investment.
- 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 Określenie okresu referencyjnego projektu

Okres odniesienia projektu na potrzeby AKK 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 drogowych⁹.

1.6 Determination of the project reference period

The project reference period for the purpose of CBA 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 projects⁹.

⁹ Rozporządzenie ramowe na lata 2021–2027 nie zawiera już wiążących okresów referencyjnych dla sektora, jak miało to miejsce w poprzednim rozporządzeniu. Okres odniesienia powinien odpowiadać ekonomicznemu okresowi życia projektu, tak aby uwzględnić jego długoterminowe oddziaływanie. W związku z tym uważa się, że w przypadku projektów infrastruktury drogowej zwykle wystarcza 25 lat.

The CPR for 2021–2027 no longer includes binding reference periods per sector, as was the case in the past regulation. The reference period should correspond to the project's economic life to allow its likely long-term impacts to unfold. Therefore, it is considered that 25 years is generally the relevant one for road infrastructure projects.

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 miało miejsce przed rokiem rozpoczęcia inwestycji.

W nietypowych przypadkach dla celów analizy kosztów i korzyści, pierwszy rok okresu odniesienia może być 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. Okres odniesienia oceny dla projektu transportowego powinien odzwierciedlać średni ważony czas życia różnych jego elementów trwałych. Zaleca się jednak, aby okres odniesienia wynosił nie mniej niż 25 i nie więcej niż 30 lat. Dokładne uzasadnienie dla innego okresu referencyjnego powinno być przedstawione w dokumentacji wniosku.

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 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/efficiency.

In justified cases it might be acceptable to apply reference periods slightly different from the suggested 25 years. The evaluation reference period for a transport project is ideally set to reflect the value-weighted average lifetime of the various elements of the asset. It is however recommended that 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 Przygotowanie makroekonomicznych danych wejściowych

Preparation of macro-economic inputs

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 (Produktu Krajowego Brutto) i wzrost PKB per capita (na głowę mieszkańca), oraz (jeżeli dotyczy) w poszczególnych regionach (rekomenduje się wykorzystanie danych przygotowanych przez GDDKiA – Załącznik A) oraz prognozy demograficzne,

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 defined as to the extent they match the assumptions for the traffic model from GDDKiA described below):

- GDP (Gross Domestic Product) growth in absolute terms and 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 forecasts,
- current and future parameters affecting transport demand (elasticity of demand, effects of future level of income and willingness to pay tolls (if

- obecne i przyszłe parametry popytu na transport (elastyczność popytu, skutki przyszłego poziomu dochodów i skłonność do ponoszenia opłat za przejazd (jeżeli są dostępne odpowiednie badania), różne poziomy opłat i koszty systemu poboru (otwarty/zamknięty),
- prognozowane (np. przez GUS) wskaźniki wzrostu realnych wynagrodzeń i kosztów energii, jeżeli są wykorzystywane na potrzeby prognozy kosztów eksploatacji i utrzymania.

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

Ponadto, niektóre podmioty finansujące przedsięwzięcia mogą oczekiwać rozważenia zachowawczych prognoz ruchu. Na przykład, zgodnie ze swoją polityką kredytową EIB (zgodnie z założeniami "[The EIB Group Climate Bank Roadmap 2021-2025](#)"), będzie nadal wspierać projekty drogowe, o ile wykażą solidne uzasadnienie ekonomiczne, nawet w restrykcyjnych scenariuszach popytowych zakładających przyrost ruchu na poziomie 1,0% rocznie przez pierwsze 10 lat i 0,5% rocznie przez kolejne 20 lat prognozy, co jest poziomem znacznie poniżej innych rozważanych scenariuszy (również tych uwzględniających dekarbonizację floty pojazdów oraz zaktualizowany koszt ukryty emisji gazów cieplarnianych). Dlatego w przypadku każdego nowego wniosku o dotację/pożyczkę który będzie współfinansowany przez EIB warto przeanalizować taki scenariusz w ramach analizy wrażliwości.

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 lub aglomeracji i w oparciu o kompleksowy wielogłęziowy 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.

studies are available), different levels of tolls and toll collection systems (closed/open, etc.),

- expected indicators (e.g. by GUS) of real wage/salary and energy cost growth, if they are used for the purposes of forecasting operating and maintenance costs.

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

In addition, some project financiers might be expected to consider conservative traffic forecasts. For example, EIB's lending policy following "[The EIB Group Climate Bank Roadmap 2021-2025](#)" will continue to support new road projects if they demonstrate a strong economic case even under restrictive demand scenarios of traffic growth rates of 1.0% per annum during first 10 years and 0.5% per annum during consecutive 20 years of the forecast, well below any other mainstream projections (even those including decarbonisation of vehicle fleet and revised shadow cost of GHG emissions). Therefore, for any of the new grant/loan applications to be co-financed by EIB such scenario is worth analysing as part of the sensitivity analysis.

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 traffic modelling approach.

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

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 i inne (np. wzrost cen energii) jeżeli są uwzględniane)
- i inne niezbędne dla danego modelu dane.

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 z uwzględnieniem – w uzasadnionych przypadkach – innych gałęzi transportu.

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 z uwzględnieniem – w uzasadnionych przypadkach – innych gałęzi transportu.

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, kolejowej oraz uwzględniając wpływ innych gałęzi transportu, jeżeli to uzasadnione) i macierz źródeł/celów podróży, z uwzględnieniem danych demograficznych, PKB, poziomu motoryzacji

Table 5. Required Macro-economic Inputs

- GDP growth, absolute and per capita.
- Present and future parameters affecting transport demand (elasticity of demand, effects of future level of income and willingness to pay tolls and others (e.g. energy cost growth) if used)
- and all other relevant data for the given project model.

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 and including – if relevant – other transport modes.

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 in a larger surrounding road network area, including – if relevant – other transport modes.

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

- **Modelling** – a method in which the basis is a digital model of the transport network (road, rail, and consideration of impact other modes if relevant) and a matrix of origin/destination pairs, considering population, GDP, level of vehicle ownership, etc. The classic modelling process consists of

i innych. Klasyczny proces modelowania składa się z 4 etapów i jest przeprowadzany przy pomocy specjalistycznego oprogramowania. Model drogowy jest weryfikowany ruchem na danej istniejącej sieci drogowej wg najnowszych wyników GPR (Generalny Pomiar Ruchu) lub wynikami pomiarów automatycznych, jeżeli są dostępne oraz pomiarami lokalnymi z uwzględnieniem sezonowości zmian, a także badaniami ankietowymi.

- Modele sieci transportowej dla projektów dotyczących dróg krajowych będących w zarządzie GDDKiA oparte są na modelu ruchu o zasięgu krajowym wykorzystywanym na co dzień przez GDDKiA. Zgodnie z wymogami i wytycznymi UE dotyczącymi AKK, tj. Vademecum oceny ekonomicznej 2021-2027 i powiązanymi wytycznymi UE w zakresie AKK na okres programowania 2014-2020¹⁰, rekomenduje się stosowanie odpowiednich modeli transportowych dla projektów drogowych¹¹ z zachowaniem pewnych zasad opisanych poniżej. W zależności od potrzeb modele mogą być doszczegóławiane np. poprzez zwiększenie liczby rejonów generujących ruch, dodanie odcinków sieci lub dodatkowych 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. Jednakże należy mieć świadomość, że otrzymane wyniki będą mniej dokładne niż w przypadku modelowania.

Model ruchu wykorzystywany przez GDDKiA obejmuje obszar całej Polski. Wpływy otoczenia, takie jak obszary poza granicami państwa, porty morskie, porty lotnicze, uwzględniono w modelu w postaci tzw. rejonów zewnętrznych. Model ten zawiera zarówno warstwę sieci drogowej (przede wszystkim wszystkie odcinki dróg krajowych i wojewódzkich) jak i sieci kolejowej oraz macierze ruchu osobowego (drogowego i kolejowego) oraz towarowego (drogowego).

Zastosowanie wielogałęziowości jest zgodne z wymaganiami dla funduszy europejskich 2021-2027 dotyczącymi opracowania kompleksowego planu

4 stages and uses specialised software. The road model is verified on the existing traffic network according to the most recent results of the GPR (General Traffic Counting, *Generalny Pomiar Ruchu*) or automatic counts if available and local measurements taking into account seasonal changes and including surveys.

- Transport network models for national roads projects administered by GDDKiA are based on the national traffic model used by GDDKiA. In accordance with the EU CBA requirements and guidelines, i.e. the Economic Assessment Vademecum 2021-2027 and the related EU CBA guidelines for the 2014-2020¹⁰ programming period, it is recommended to use appropriate transport models for road projects subject to certain rules described below. When using the model to appraise specific projects, it might need to be enhanced – e.g. by defining additional zones, adding network sections or additional 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 be developed by means of modelling. Only in justified cases, simplified methods may be used. However, one should be aware the results would be less accurate than in the case of modelling.

Traffic model used by GDDKiA covers the entire territory of Poland. Surrounding impacts, such as cross border traffic, seaports, airports, were included in the model in the form of the so-called external zones. This model includes both the road network model (primarily all sections of national and voivodeship roads) and the rail network as well as passenger (road and rail) and freight (road) matrices.

Multi-modality approach is in accordance with the requirements for EU funds 2021 - 2027 aiming at a comprehensive transport plan (Regulation of the EU Parliament and Council 2021/1060 dated 24 June 2021). At the level of a single road project,

¹⁰ "Economic Appraisal Vademecum 2021-2027 - General Principles and Sector Applications, September 2021" Inforegio - Economic Appraisal Vademecum 2021-2027 - General Principles and Sector Applications ([europa.eu](https://data.europa.eu/doi/10.2769/97516)) and European Commission, Directorate-General for Regional and Urban Policy, Guide to cost-benefit analysis of investment projects: economic appraisal tool for cohesion policy 2014-2020, Publications Office, 2015 <https://data.europa.eu/doi/10.2769/97516>

transportowego (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady 2021/1060 z dnia 24 czerwca 2021). Na poziomie pojedynczego projektu drogowego nie ma, co do zasady, wymogu wielogałęziowości, wystarczające jest zamodelowanie wyłącznie ruchu drogowego. Beneficjent wykonujący analizy ruchu na potrzeby uzyskania środków unijnych, każdorazowo decyduje o zakresie modelowania na poziomie projektu (będącego częścią strategii transportowej poddanej modelowaniu i prognozowaniu ruchu uwzględniającego wpływ innych gałęzi transportu). W merytorycznie uzasadnionych przypadkach istnieje także możliwość wykonywania analizy multimodalnej dla projektów drogowych poprzez uwzględnienie np. ruchu kolejowego. Wpływ na wyniki analiz zarówno rozwoju sieci drogowej jak i równoległych inwestycji na sieci kolejowej wzdłuż głównych krajowych ciągów komunikacyjnych może, być istotny w przypadku projektów drogowych o dużej skali. W takich sytuacjach należałoby przeanalizować potencjalne przejęcia ruchu pasażerskiego, czy też towarowego, dla analizowanej inwestycji drogowej, biorąc pod uwagę najbardziej aktualne plany rozwoju sieci kolejowej. GDDKiA, mająca wieloletnie praktyczne doświadczenie w modelowaniu, nieustannie udoskonala wykorzystywane narzędzie także z uwzględnieniem aspektów wielogałęziowości. W przypadku beneficjentów innych niż GDDKiA, na etapie określania wpływu inwestycji kolejowych na potoki ruchu drogowego, można wykorzystać gotowe wyniki z modeli prognostycznych udostępnianych przez GDDKiA lub CUPT. Metoda ta szczególnie sprawdzi się w przypadku złożonych projektów transportowych ze znaczącymi interakcjami pomiędzy różnymi środkami transportu (w szczególności na poziomie miejskim/aglomeracyjnym/obszaru funkcjonalnego) lub obejmujących inwestycje lokalne i regionalne o dużym oddziaływaniu, prowadzące do znaczących zmian w przebiegu tras przejazdu oraz przesunięć środków transportu (patrz Niebieska Księga dla Transportu Publicznego i Niebieska Księga dla Transportu Kolejowego). Reasumując, z uwagi na to, iż niniejsza księga ma służyć do opracowywania AKK dla tzw. dużych projektów drogowych, rekomenduje się, w uzasadnionych przypadkach, rozszerzenie zakresu analizy ze względu na możliwość przejmowania ruchu przez inne środki transportu w korytarzach transportowych na poziomie kraju w związku z realizacją inwestycji domykających krajowe ciągi komunikacyjne.

Jednocześnie warto wspomnieć, że do prognozowania ruchu mogą być wykorzystywane inne modele spełniające podobne wymagania.

as a principle there is no requirement for multiple mode modelling, it is sufficient to model only road traffic. Nevertheless, in substantively justified cases, considering, for example, railway traffic may be appropriate. The beneficiary performing analyses for the purpose of obtaining EU funds decides on the scope of traffic modelling case by case at the project level (which is part of the transport strategy subject to traffic modelling and forecasting taking into account the impact of other modes of transport). In substantively justified cases, it is also possible to perform a multimodal analysis for road projects by taking into account, for example, rail traffic. The impact of both the development of the road network and railway network investments along main national transport routes may be significant in case of large-scale road projects. In such situations, potential modal shift of passengers and/or freight traffic related to the road investment in question should be analysed, taking into account the most recent plans for the railway network development. GDDKiA, with many years of practical experience in modelling, is constantly improving the tool used, also taking into account the multimodal aspects. In case of beneficiaries other than GDDKiA, at the stage of determining the impact of railway investments on road traffic flows, off the shelf forecasting models provided by GDDKiA or CUPT can be used. This method is particularly suitable for complex transport projects with significant interactions between different modes of transport (in particular at the urban/agglomeration/functional area level) or involving high-impact local and/or regional investments, leading to significant changes in routes and interrelation of different transport modes (see Blue Book for Public Transport and Blue Book for Rail Transport). To sum up, due to the fact that the present Blue Book is to be used to develop CBA for the so-called large road projects, it is recommended, in justified cases, to extend the scope of the analysis along the corridor to multimodal, and when it relates to the implementation of remaining investments of national transport corridors.

At the same time, it is worth mentioning that other suitable and relevant models can be used for traffic forecasting.

1.8.1 Klasyfikacja projektów ze względu na zalecane indywidualne podejście do prognozowania

1.8.1 Classification of projects based on the recommended forecasting method

Z punktu widzenia AKK, wśród dużych inwestycji drogowych, 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 (wg. JASPERS) 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*
1.	Inwestycje punktowe lub liniowe bez zwiększenia przepustowości		Nie ma potrzeby stosowania sieciowego modelu ruchu	Odcinkowo
2.	Przebudowa istniejącej drogi skutkująca większą przepustowością	Ograniczone oddziaływanie na pozostałą sieć drogową	Nie ma potrzeby stosowania sieciowego modelu ruchu	Odcinkowo
		Znaczące oddziaływanie na pozostałą sieć drogową	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 regionalny lub krajowy z uszczegółowieniem obszaru znaczącego oddziaływania planowanej inwestycji	Sieciowo/Bufor** lub odcinkowo

Źródło: opracowanie własne.

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

Table 6. Recommended (by JASPERS) territorial scope of traffic analysis and transport work calculation for CBA

	Type of investment		Traffic analysis method and territorial scope	Calculation approach to transport work for CBA purposes *)
1.	Single location or linear investment without increasing capacity.		There is no need to develop/use a network traffic	By section
2.	Upgrading an existing road to provide higher capacity.	Limited impact on the rest of the road network	There is no need to develop/use a network traffic model	By section
		Significant impact on the rest of the road network	Regional or national model detailing the significant impact area of the planned investment	By network/ buffer** or by section
3.	Construction of a new road with new alignment (including city bypasses).		Regional or national model detailing the significant impact area of the planned investment	By network/ buffer** or by section

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 w sposób uznany za uzasadniony przez wykonawcę 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 (przykładowo jest większa niż 10-15% w pierwszym roku prognozy). Należy zapewnić możliwość uzyskania wglądu w wartości pracy przewozowej dla każdego odcinka.

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

** Podejście sieciowe niesie ze sobą konieczność uśredniania niektórych kosztów jednostkowych (eksploatacji pojazdów, bezpieczeństwa ruchu drogowego, zanieczyszczenia środowiska, zmian klimatu) 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 paramentów projektu z prognozowanymi. W przypadku, gdy sieć wykorzystana w modelu obejmuje większy zakres niż sieć wykorzystana w obliczeniach prac przewozowych, należy także zapewnić możliwość uzyskania prac przewozowych dla całego modelu (w celach porównawczych).

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 for each uniform road segment of known length.

Network/Buffer: uses the transport work of a defined area containing sections with significant impact to calculate respective costs and benefits for the CBA.

Buffer, project impact area: an area defined by the expert performing the analysis for the purpose of CBA containing a selected road network portion 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 (for a single mode approach), 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, traffic 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 investment 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).

1.8.2 Model ruchu, ogólne zasady

Poniżej przedstawiono kilka ogólnych zaleceń dotyczących modelowania ruchu.

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 nieuwzględnienia 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 ustalenia i decyzje, jak powinien wyglądać model dla danego projektu, jakie elementy należy przygotować lub zaktualizować oraz przyjęcie metodyki obliczeń.

1.8.2 Traffic model, general considerations

Below some general recommendations on traffic modelling are presented.

Irrespective of the modelling method, consistent processes must be applied following all the individual stages 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.

Właściwie zdefiniowany model ruchu powinien odzwierciedlać aktualne warunki, jednakże ze względu na wielkość potoków ruchu oraz złożoność sieci transportowych, 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 modyfikację modelu sieci, 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.

Przy przygotowywaniu prognozy ruchu należy przede wszystkim uwzględnić planowane zmiany na sieci oraz wskaźniki mające wpływ na ruch (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 survey 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 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 vehicle categories, etc.). It is aimed at correcting various existing errors and omissions that could arise during modelling.

When preparing a traffic forecast, planned changes of the 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 regarding 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	• Zasięg obszarowy modelu • Szczegóły sieci (z uwzględnieniem wielogałęziowości) • Rejony komunikacyjne • Kategorie pojazdów • Kategorie innych gałęzi transportu • Kategorie użytkowników • Okresy analizy (rok/doba/godzina szczytu) • Horyzont prognozy. Rok bazowy • Inne parametry modelu (np. opłaty)
ETAP II Model dla roku bazowego	• Przygotowanie danych wejściowych • Aktualizacja i uszczegółowienie sieci transportowych • Uwzględnienie miejskiego transportu publicznego • Aktualizacja i uszczegółowienie rejonów komunikacyjnych • Opracowanie/ uszczegółowienie macierzy podróży • Aktualizacja zmiennych funkcji popytu
ETAP II Kalibracja i walidacja modelu	• Uszczegółowienie/parametryzacja sieci • Weryfikacja podziału na rejony komunikacyjne • Kalibracja macierzy podróży • Weryfikacja potoków modelu z pomiarami ruchu
ETAP IV Prognozowanie ruchu – założenia	• Zdefiniowanie wariantu bezinwestycyjnego i inwestycyjnego • Analiza rozwoju sieci • Zdefiniowanie i oszacowanie wskaźników wzrostu • Wpływ wskaźników wzrostu na popyt • Wpływ oddziaływań zewnętrznych (np. demograficznych, zagospodarowanie przestrzenne) jeżeli dotyczy
ETAP V Oszacowanie prognozy ruchu Raporty wynikowe	• Oszacowanie potoków ruchu • Analiza wyników • Przygotowanie raportów wynikowych

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 model	• Extent of network • Network details (considering multimodality) • Zone system • Categories of vehicles • Categories of other modes • Categories of users • Analysis periods (year/day/peak hour) • Modelled years/ Base Year • Other network parameters (e.g. tolls)
STAGE II The model for the base year	• Input data collection • Transport networks updated and detailed • Urban public transport consideration • Zones updated and detailed • Elaboration /detailing of demand matrices • Variables of demand functions updated
STAGE III Calibration and validation of the model	• Network detailing/ parametrization • verification of zones division • trip matrix calibration • verification of model flows with traffic measurements
STAGE IV Traffic forecasting – assumptions	• Definition of non-investment and investment option • Network development analysis • Definition and estimation of growth rates • Apply growth rates to demand • Include external impacts (e.g. demographic, spatial development) if applicable
STAGE V Traffic forecasting estimation. Output reports	• Traffic flows estimation • Analysis of the outputs • Output reports development

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 oraz funkcji oporu dla poszczególnych kategorii odcinków dróg.

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 and resistance function for different categories of road sections in the model.

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 zmian w potokach ruchu;
- 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 (w formie papierowej lub elektronicznej):
 - prognozowane natężenia ruchu na poszczególnych odcinkach, w relacjach źródło-cel, w SDRR (poj/dobę),
 - średnie odległości podróży,
 - ruch źródło-cel dla poszczególnych odcinków sieci,

1.8.3 Traffic forecast outputs

Main 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 traffic flow 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 (in the paper or electronic format):
 - forecasted demand on each section, between the O/D pairs, in average annual daily traffic (AADT) [veh/day],
 - average length of the trips,
 - O/D pairs traffic for individual sections,

- średni 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, SDRR 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.

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

- Samochody osobowe
- Samochody dostawcze

- average 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. road section lengths, AADT and/or transport work expressed in veh-km and veh-h for the whole network) should be generally presented distinguishing the following road categories and/or groups (i.e. 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.

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

- Passenger cars
- Vans

- Samochody ciężarowe bez przyczepy
- Samochody ciężarowe z przyczepą
- Autobusy.

Kategorie pojazdów, które można zamiennie uwzględnić są następujące:

- **LV** – samochody lekkie, obejmujące samochody osobowe i dostawcze,
- **HGV** – samochody ciężkie, obejmujące samochody ciężarowe z przyczepami, naczepami i autobusy.

- Trucks without trailers
- Trucks with trailers
- Buses.

Vehicle categories which can alternatively be used:

- **LV** – light vehicles, including passenger cars and vans,
- **HGV** – heavy goods vehicles, including trucks with trailers, semi-trailers and 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 niepewności w analizie wrażliwości (patrz rozdział 4.1). Przy wyborze wariantu większe znaczenie ma zastosowanie spójnej podstawy kosztowej dla

One of the most important inputs are 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 a consistent cost basis for all investment options than to obtain accurate data in absolute values. All assumptions used should be stated.

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 (aktualizacja tylko w przypadku, gdy wykonujący analizę uzna to za stosowne).

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 oraz badania geotechniczne i geologiczne						
IV	Inne prace przygotowawcze						

Therefore, it is important that the costs estimation is made on the basis of project documentation of about the same accuracy level.

At the time of preparing the grant application form, there might be updated costs information based on 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 only if deemed appropriate).

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 and geotechnical and geological surveys						
IV	Other preparatory work						

Lp.	Kategoria kosztów	Warianty inwestycyjne (Opcje) w tys. PLN					
		W1		W2		Wn	
		netto	brutto	netto	netto	brutto	netto
V	Promocja projektu						
VI	Wykup gruntów						
VII	Wymagania ogólne						
VIII	Roboty drogowe						
	Prace przygotowawcze						
	Roboty ziemne						
	Obiekty inżynierskie						
	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	Urządzenia i maszyny						
X	Koszty okołokontraktowe						
XI	Rezerwa na roboty nieprzewidziane						
XII	Łączny koszt inwestycji, w tym rezerwa						
XIII	VAT						

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

Nb.	Cost category	Project investment options (PLN '000)					
		W1		W2		Wn	
		net	gross	net	gross	net	gross
V	Publicity						
VI	Land acquisition						
VII	Preliminaries						
VIII	Publicity						
	Preparatory works						
	Earthworks						
	Engineering structures						
	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	Total investment cost incl. contingencies						
XIII	VAT						

Costly engineering structures (tunnels, bridges, overpasses, etc.) should be shown separately in the cost statement if deemed appropriate. Such a breakdown allows

wykonujący analizę uzna to za stosowne. Takie rozbieżności ułatwiają 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 2.2.2).

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 inżynierskich		

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.

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 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 2.2.2).

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 engineering 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 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).

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).

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 (jednak w szczególnych przypadkach konieczności przeanalizowania wpływu zmian kosztów utrzymania i eksploatacji, analiza może zostać uszczegółowiona). Dlatego też jedynie wydatki na utrzymanie i eksploatację dla nowej inwestycji drogowej uwzględniane są w obliczeniach od pierwszego pełnego roku eksploatacji inwestycji.

W przypadku realizacji nowej drogi, wykorzystującej całkowicie lub częściowo przebieg drogi istniejącej wydatki na utrzymanie i eksploatację należy oszacować oddzielnie dla wariantu istniejącego (W0) i wariantu inwestycyjnego (Wn). W przypadku przebudowy/rozbudowy drogi bez zmiany parametrów drogi, wydatki są identyczne dla obydwu wariantów. W przypadku przebudowy/rozbudowy drogi ze zmianą parametrów koszty należy oszacować oddzielnie dla wariantu W0 i wariantu Wn. W przypadku przeprowadzenia rozbudowy/budowy/przebudowy odcinka drogi, prowadzonej pod ruchem koszty eksploatacji i utrzymania powinny obejmować również okres realizacji inwestycji dla W0 i Wn.

W przypadku indywidualnej wyceny kosztów eksploatacji i utrzymania, koszty jednostkowe powinny uwzględniać następujące elementy:

- 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:
 - utrzymanie elektronicznego systemu poboru opłat,
- 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.

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 (however in case of a specific need to analyse impact of O&M cost changes the analysis can be more detailed). Therefore, only the maintenance and operating expenditures of the new road project investment are included in the analysis calculations starting from the first full year of the operation.

If a new road is built, using the existing road in full or in part, the maintenance and operation expenses should be estimated separately for the without the project scenario (W0) and the investment option (Wn). In the case of reconstruction / extension of the road without changing road parameters, those costs are identical for both W0 and Wn. In the case of reconstruction / extension of the road with a change of parameters, the costs should be estimated separately for W0 and Wn. In case of an extension / construction/ reconstruction of a road section with works conducted under traffic, the operating and maintenance costs should also cover the investment implementation period for W0 and Wn.

For any analysis, it is important to ensure that at least the following cost items have been included:

- Cost of regular yearly maintenance and operation, including:
 - all-year-round routine and preventive maintenance, including winter maintenance,
 - company overheads (buildings, administration, etc.),
 - traffic management,
- Toll collecting system operation costs:
 - maintenance of electronic tolling system,
- Cost of periodic maintenance:
 - 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.

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 cząstkowych i okresowych, z uwagi na 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 (chyba, że inwestor zamierza ją wykorzystać do innych celów).

Dla projektów drogowych, dla których wdrożono całoroczne bieżące oraz prewencyjne utrzymanie, obejmujące niezbędne remonty cząstkowe, 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

Periodic maintenance includes all activities intended to restore the original operating parameters 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 similar as those for the existing network, the difference being schedules of different types of work. Partial and periodic repair costs will occur more frequently 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 network over the analysis period is considered negligible (unless needed by project promoter for other purposes).

For road projects, implementing a current annual and preventive maintenance, including the necessary periodic interventions, it is recommended to use the maintenance scenario and unit prices from Appendix A which represent an average of operation and maintenance requirements for the different road classes in Poland. A yearly routine O&M allocation on the basis of average operation and maintenance requirements is foreseen. Under these conditions, full-width pavement replacement/renewal for the new or renewed road section should be carried out after 10 years. Over the whole analysis period of 25 years, 2 pavement overlays should be planned (in years 10 and 20 after the road entering into operation). Considering such maintenance approach, more expensive 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. Even though the timing of those road assets periodic works is different due to different maintenance cycles, it is

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 przyjąć średnie okresowe koszty utrzymania tych elementów zgodnie z załącznikiem A w 10 i 20 roku eksploataowanej infrastruktury dla danego okresu analizy.

Jeżeli dla danego projektu dostępne są szczegółowe rzeczywiste dane dotyczące kosztów eksploatacji i utrzymania (tzn. powyższe podejście utrzymaniowe a także koszty z Załącznika A nie są zastosowane), to należy przedstawić użyte koszty w rozbiu na koszty jednostkowe na km dla poszczególnych składników co może być użyteczne do celów szybkiego porównania wariantów inwestycyjnych projektu.

Dla dużych obiektów inżynierskich (na przykład długie obiekty mostowe, tunele) o kosztach utrzymania znacząco wyższych od ryczałtowych kosztów na km przedstawionych w Załączniku A, koszty utrzymania można wyodrębnić, jeżeli wykonujący analizę uzna to za stosowne.

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.

proposed to schedule the global average periodic maintenance costs from Appendix A in the 10th and 20th 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 used), the specific operation and maintenance costs should be presented in unit cost per km and in particular components in order to facilitate a quick comparison between project investment options.

Large engineering structures (e.g. long bridges, tunnels) with maintenance costs significantly higher compared with O&M lump sum per km proposed in Appendix A can be shown separately, if relevant and deemed appropriate.

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 (niezdyskontowane)

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								
...		(*) proponowane w 10 i 20 roku eksploatacji projektu				(*) proponowane w 10 i 20 roku eksploatacji projektu		
25								
Razem								

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								
...		(*) Proposed in years 10 and 20 of project operation				(*) Proposed in years 10 and 20 of project operation		
25								
Total								

*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 w ujęciu realnym, ewentualny wzrost nominalny 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 net prices in Appendix A – Unit economic and financial costs. 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 in real terms: possible nominal 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

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,
- w ocenie trwałości finansowej inwestycji.

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.

1.10 Revenue projection inputs

For the purpose of co-funding calculation in toll road projects, revenues will basically include direct payments made by users, i.e. 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 network traffic distribution model.)

Revenues will be taken into account at several stages of road project appraisal, for example:

- in the financial analysis to calculate the discounted net revenue, when calculation of financing gap and co-financing amount is considered,
- in the economic analysis revenues (for toll roads) are not considered,
- in the financial sustainability assessment.

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.

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 (samochody ciężarowe 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, obejmujące samochody osobowe i dostawcze,
- **HGV** – samochody ciężkie, obejmujące samochody ciężarowe z przyczepami, naczepami i autobusy.

HGV obejmuje wszystkie wspomniane powyżej kategorie pojazdów objętych opłatami ETC.

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 OOŚ), 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 najskuteczniej są odzyskiwane przez opłaty zależne od przebytych

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 weight over 3.5 tonnes and less than 12 tonnes,
- vehicles with gross weight 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, e.g.:

- **LV** – light vehicles, including passenger cars and vans,
- **HGV** – heavy vehicles, , including trucks with trailers, semi-trailers and buses.

HGV category includes all above mentioned ETC vehicle categories.

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 area). 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 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-

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.

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 użyteczność 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”.

1.11 Residual value

A residual value of the project must be included on the investment cost side for the final year of the analysis. The residual value reflects the capacity of the remaining fixed assets whose economic life is not yet completely exhausted to generate revenue. 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.

Ekonomiczna wartość rezydualna może mieć 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:

- metoda rekomendowana: 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 2.2.2) 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 korzyści projektu i rzutowałaby na jego uzasadnienie społeczno-ekonomiczne). Należy unikać sytuacji, w której wartość rezydualna stanowi znaczną część korzyści płynących z projektu, do tego stopnia, że społeczno-ekonomiczne uzasadnienie projektu opiera się głównie na wartości rezydualnej. W rzeczywistości, jak przedstawiono w Przewodniku AKK UE, uzasadnienie społeczno-ekonomiczne powinno zależeć przede wszystkim od korzyści uzyskanych w okresie odniesienia (a wartość rezydualna powinna wpływać 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. Proponowane średnie okresy trwałości aktywów infrastruktury drogowej przedstawiono poniżej (Tabela 12). Przykładowe wyliczenie trwałości aktywów projektu drogowego znajduje się w Załączniku A.

Finansowa wartość rezydualna, dla projektów generujących przychody (drogi płatne), rekomenduje się, że powinna zostać wyliczona w oparciu o metodę

The **economic residual value** may be 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:

- as recommended method, by 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 similar to the formula below with respective economic flows,
- applying the conversion factor for investment costs (see chapter 2.2.2) to the financial residual value calculated based on depreciation formula.

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 extent that the project's socio-economic justification relies mainly on residual value, should be avoided. In fact, as presented in the EU CBA guide, the project socio-economic justification should mainly reside on benefits incurred during the reference period (residual value impacting marginally).

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. Proposed average physical life of road infrastructure assets are presented below (Table 12). A calculation example considering the project assets physical lives is presented in Appendix A.

The **financial residual value** of revenue generating projects (toll roads) should be, preferably and recommended, calculated on the basis of the income-based

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). Liczbę pozostałych lat eksploatacji należy obliczyć jako średni okres eksploatacji nowej infrastruktury (np. 40 lat lub inny w stosownych przypadkach) plus okres procesu inwestycyjnego (np. 2 lata lub inny w stosownych przypadkach) minus okres odniesienia (25 lat). Liczby podano jedynie jako przykład, a parametry przy obliczaniu wartości rezydualnej należy dostosować do rzeczywistych okoliczności danego projektu. 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 na koniec okresu odniesienia (zdyskontowana),

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

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),

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 alternatively a specific calculation of the project life can be performed as indicated below in Table 12). The number of remaining life years of the operation should be calculated as average life of new infrastructure (e.g. 40 years or other as applicable) plus the period of the investment process (e.g. 2 years or other as applicable) less reference period (25 years). The figures are provided as an example only and parameters in the calculation of residual value should be adapted to the actual circumstances of the particular project. 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 – 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 – całkowity uśredniony okres żywotności projektu (tj. po uwzględnieniu pozostałych lat żywotności projektu); proponowana wartość: 40 lat.

Wartość rezydualna nie jest uwzględniana w obliczeniach, jeśli jest ujemna (wtedy należy przyjąć wartość =0). Wartość rezydualna jest ujmowana w analizie finansowej w ostatnim roku analizy i musi być zdyskontowana w celu wyliczenia wskaźników finansowych projektu.

Inne metody wyliczania wartości rezydualnej także mogą być stosowane, na przykład na podstawie amortyzacji (tzw. metoda odpisów amortyzacyjnych) z uwzględnieniem okresów trwałości aktywów infrastruktury drogowej (Tabela 12) oraz z uwzględnieniem kosztów wymiany tych aktywów w okresie referencyjnym.

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.

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

The residual value is not taken into account in calculations (i.e. it should be set at 0) if it is lower than zero. Residual value is recognised in the financial analysis in the last year of the analysis and needs to be discounted for the calculation of project's financial indicators.

Alternative methods to calculate residual value, for instance based on depreciation, may also be used, considering the physical life of the road infrastructure (Table 12) and asset replacement costs computed during the reference period.

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.

2. 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 wariantie bezinwestycyjnym (W_0) i analogicznymi kosztami w jednym z wariantów inwestycyjnych (W_n).

Należy zwrócić uwagę, że zarówno w przypadku finansowej, jak i ekonomicznej AKK, przepływy pomiędzy wszystkimi zaangażowanymi stronami są skonsolidowane. Może to być szczególnie istotne w przypadku dróg, które będą pod różnym zarządem/ własnością przed i po zakończeniu inwestycji.

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.

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" (W_0) and those when a project investment option (W_n) is implemented.

It should be noted that, for both the financial and economic CBA, flows between all relevant stakeholders are consolidated. It might be particularly relevant in the case of roads under different management/ ownership before and after the investment.

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.

Jeżeli wykonujący analizę zastosuje inne wartości jednostkowe z powszechnie uznanych/ wiarygodnych źródeł, powinien zawsze dołączyć uzasadnienie zastosowania wartości alternatywnych. W przypadku braku akceptowalnego uzasadnienia, proponowane alternatywne wartości jednostkowe mogą zostać odrzucone lub mogą wymagać dodatkowego uzasadnienia.

If the analyst wishes to apply different unit values from recognised/ relevant sources, he/she should always attach the justification for the use of alternative values. Proposed alternative unit values may be rejected or further substantiation asked for if, after due consideration, the justification considered to be unacceptable.

2.1 Kategorie kosztów ekonomicznych

UWAGA: Dotyczy głównie projektów drogowych (rozpatrywanych w ujęciu wielogałęziowym tam gdzie zasadne)

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 powietrza
Zmian klimatu
Hałasu

Z powyższych kategorii, pierwsze dwie są efektami bezpośrednimi (jako część uogólnionych kosztów podróży), podczas gdy pozostałe są tak zwanymi kosztami zewnętrznymi (wypadki, zanieczyszczenie powietrza, zmiany klimatu i hałas). Warto zauważyć, że skutki społeczno-ekonomiczne 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

2.1 Categories of economic costs

NOTE: Focus on road projects (considered within relevant multimodal perspective).

According to the best practices, the socio-economic costs and benefits 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 socio-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, they could be taken into account in the CBA. In this

i szczegółowo przedstawić sposób ich kwantyfikacji pieniężnej i zastosowane jednostkowe wartości ekonomiczne.

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

2.1.1 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 przypadku pojazdów przemieszczających się po drogach, są one co do zasady funkcją różnych czynników, takich jak prędkość pojazdu, stan nawierzchni drogi, nachylenie podłużne drogi oraz struktura floty pojazdów.

Do kosztów eksploatacji pojazdów, ponoszonych przez ich użytkowników na drodze, przede wszystkim należy zaliczyć:

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

Proponuje się oszacowanie kosztów eksploatacji tych pojazdów w podziale na dwie główne kategorie: samochody lekkie (LV) oraz samochody ciężkie (HGV), tak jak pokazano w Załączniku A. W przypadku gdy wyniki prognozy ruchu przedstawione są w bardziej szczegółowym podziale (np. 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.

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, 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 Vehicle operating costs

Vehicle Operating Costs (VOC) are represented by total operating costs of all vehicles travelling on the analysed road network 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. For road vehicles, those are generally a function of different factors, notably of vehicle speed, road pavement condition, road gradient and fleet composition.

VOC incurred by the road users basically consist of:

- Fuel consumption costs: depending on the road alignment and traffic conditions (i.e. speed);
- 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 for road vehicles distinguishing the two main categories: Light Vehicles (LV) and Heavy Goods Vehicles (HGV), as presented in Appendix A. In case that traffic analysis outputs are presented differentiating a more detailed traffic composition (e.g. the five categories mentioned in the traffic chapter), LV unit costs from Appendix A shall be used for passengers 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.

Proposed VOC values in Appendix A assume that current road fleet structure by fuel type consumption is mainly composed of: petrol and Diesel for LV; and exclusively Diesel for HGV. As an approximation it has been assumed that within

Dla kosztów eksploatacji pojazdów zaproponowanych w Załączniku A założono, że aktualna flota pojazdów drogowych, w podziale według rodzajów stosowanego paliwa, składa się głównie z: pojazdów benzynowych i napędzanych olejem napędowym w kategorii LV oraz wyłącznie napędzanych olejem napędowym w kategorii HGV. Przyjęto upraszczające założenie, że w grupie pojazdów spalinowych (tzn. bez uwzględnienia pojazdów elektrycznych) udziały pojazdów używających benzyny i oleju napędowego będą stałe w całym okresie projekcji. Taka struktura floty pojazdów pod względem rodzajów stosowanego paliwa stale ewoluuje, przy czym spodziewany jest wzrost udziału pojazdów elektrycznych (w następstwie polityki łagodzenia zmian klimatu i celów, o których mowa we Wstępie do niniejszego opracowania). Taka ewolucja składu floty musi znaleźć odzwierciedlenie w okresie odniesienia analizy. Implikuje to uwzględnienie ewoluowania kosztów eksploatacji pojazdów.

W Załączniku A znaleźć można: jednostkowe koszty eksploatacji pojazdów dla głównych typów pojazdów (jak również dla szerszej gamy typów pojazdów na wypadek konieczności przeprowadzenia bardziej szczegółowych obliczeń); zakładany aktualny skład floty w podziale według rodzajów stosowanego paliwa /energii i jego zmiany w czasie wraz z zasadami ich obliczania. Wartości zawarte w Załączniku A opracowano na podstawie uznanych właściwych źródeł podanych w odnośnikach. Szczegółowe informacje na temat zasad obliczeń oraz założeń dotyczących jednostkowych kosztów eksploatacji różnych typów pojazdów, zawarto w Załączniku D.

W przypadku uwzględnienia ruchu kolejowego należy uwzględnić właściwe koszty eksploatacyjne (w oparciu o dane z PLK lub CUPT).

Koszty eksploatacji pojazdów dla planowanej 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 przedziałów prędkości oraz uśrednionych kosztów eksploatacyjnych dla tych przedziałów.

Sposób obliczania kosztów eksploatacji pojazdów na podstawie pracy przewozowej obliczonej z modelu (lub z wykorzystaniem podejścia odcinkowego) przedstawiono w poniższej tabeli.

the group of combustion motor vehicles (i.e. without electric vehicles) the shares of gasoline and diesel vehicles will be at the same levels throughout the entire projection period. This fuel consumption fleet structure is continuously evolving with an expected relevant growth share of electric vehicles (as a result of climate mitigation policies and objectives referred in the Introduction chapter of the document). Therefore, this fleet composition evolution needs to be reflected along the analysis reference period. This implies considering the related evolution of VOC.

Appendix A provides: VOC unit costs for main vehicle types (as well as for a wider set of vehicle types in case more detailed calculations are required); assumed current fleet composition by type of fuel/energy consumption and its change over time; and related calculation principles. Values provided in Appendix A were developed based on recognised relevant sources as per references provided. See Appendix D for details on calculations principles and assumptions for VOC unit costs of different road vehicle types.

In case rail traffic is considered, respective operating costs should be used (based on data from PLK or CUPT).

VOC of the planned 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 (or using section approach) is presented in the Table below.

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

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

gdzie:

- K_e – roczne koszty eksploatacji pojazdów samochodowych, w PLN,
 J – liczba kategorii pojazdów,
 $k_{ej}(V_{pdrj}, T, S)$ – jednostkowe koszty eksploatacji dla kategorii pojazdów samochodowych „j” w funkcji klasy drogi/prędkości podróży V_{pdrj} , 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_{pdrj} , w pojazdokilometrach/dobę.

$$W_j^{km} = SDR_j \cdot L \text{ (podejście odcinkowe)}$$

Źródło: opracowanie własne.

Prędkości podróży, wspomniane powyżej, należy obliczyć na podstawie wielkości natężenia ruchu na odcinku, terenu przez jaki przebiega, parametrów technicznych drogi oraz kategorii dróg na podstawie tabel zawartych w wewnętrznym Przewodniku metodycznym po AKK (opublikowanym przez GDDKiA w 2021 r.) zastępującym dotychczas stosowaną Instrukcję IBDiM z 2008 r. z uwzględnieniem – w uzasadnionych przypadkach – innych gałęzi transportu.

Zakłada się brak realnego wzrostu jednostkowych kosztów eksploatacji pojazdów w czasie. Należy jedynie uwzględnić indeksację nominalną wskaźnikiem polskiej inflacji CPI do poziomu cenowego właściwego dla roku bazowego, kiedy rok bazowy zmieni się z obecnie przyjętego 2022 na późniejszy.

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

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

where:

- K_e – annual vehicle operating costs, in PLN,
 J – number of categories of vehicles,
 $k_{ej}(V_{pdrj}, T, S)$ – unit operating costs of vehicles category “j” in the function of type of road/ travel speed V_{pdrj} , 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,
 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_{pdrj} , in vehicle-kilometres/day.

$$W_j^{km} = SDR_j \cdot L \text{ (using section approach)}$$

Source: proprietary work.

The above mentioned travel speeds should be calculated on the basis of road section’s traffic volume, slope of terrain it runs through, technical parameters and road category, using the tables from the *internal CBA instruction (published by GDDKiA in 2021)*, substituting the IBDiM instruction dated 2008 previously in use, and include other transport modes, if relevant.

It is assumed that there will be no real increase in unit VOC values over time. Only nominal indexation to the price level appropriate for the base year, when it moves on from the currently assumed 2022, should be conducted with the use of Polish inflation index (CPI).

2.1.2 Koszty czasu użytkowników infrastruktury drogowej

UWAGA: Dotyczy głównie użytkowników drogowych (ale także innych gałęzi jeżeli uzasadnione, np. gdy zdefiniowane w wyniku przeprowadzonej analizy popytu).

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 (oraz użytkowników innych gałęzi transportu) 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 pociąga 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), jak również użytkowników innych środków transportu 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.).

Koszt jednostkowy czasu najlepiej byłoby ustalić na poziomie krajowym na podstawie stwierdzonych i/lub ujawnionych badań preferencji, zgodnie z zaleceniami zawartymi w wytycznych UE dotyczących AKK. Dlatego wartości jednostkowego kosztu czasu dla powyższych motywacji podróży (i gałęzi transportu) zawarte w Załączniku A wynikają z prac zleconych przez JASPERS w celu określenia wartości czasu dla pasażerów w transporcie w Polsce na podstawie obszernych badań ankietowych ujawnionych i zadeklarowanych preferencji przeprowadzonych przez CUPT w 2019 r.¹¹ Wyniki tych prac zostały zaproponowane i uzgodnione z Instytucją Zarządzającą oraz CUPT do stosowania w Niebieskich Księgach.

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.

2.1.2 Road infrastructure user time costs

NOTE: Focus on users of road projects (to be considered in a multimodal prospective when relevant, i.e. as defined by the project demand assessment outcomes).

The economic costs of users' 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 (and users of other relevant modes) for both options (without investment option and project investment option) are total time costs of people travelling on the analysed 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 of buses if CBA is performed for more than the proposed two categories – LV and HGV) as well as any other relevant mode are split up into three travelling motivations:

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

The unit cost of time should ideally be set at the national level based on stated and/or revealed preference surveys as recommended in EU CBA guidance. Therefore, values for the unit cost of time for above travel motivations (and modes) included in Appendix A result from the work commissioned by JASPERS to determine the value of time for passengers in transport in Poland based on a large research carried out by CUPT in 2019 including revealed and stated preference surveys¹¹. The results of this work were proposed and agreed with Managing Authority and CUPT for application in the Blue Books.

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 vehicle categories) can be taken as for business travellers.

¹¹ Niniejsze badanie było częścią pracy zleconej przez CUPT dotyczącej określenia Funkcji Kosztów Uogólnionych dla Krajowego Modelu Transportowego. This survey was part of a commissioned work for determination of Generalised Cost Function for the CUPT National Transport Model.

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 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 15. 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

Źródło: GDDKiA.

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 na poziomie 24 dla dróg zamiejskich (dla dróg miejskich z transportem zbiorowym wskazówki zawarte są w „Niebieskiej Księdze dla Transportu Publicznego”).

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

Time unit costs are subject to indexation. The time unit cost 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 occupancies presented in the table below should be used in the calculations.

Table 15. 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

Source: GDDKiA.

Vehicle occupancy for HGV category (alternatively, commercial vehicles, trucks and trucks with trailers when CBA is performed for more than the proposed two main vehicle 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 vehicle categories) will be assumed as equal to 24 on non-urban roads (for urban roads with public transport please refer to “Public Transport Blue Book”).

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 into passenger-hours considering the occupancy values above) or directly in passenger-hours for W0 and Wn. The calculation formula is presented in the Table below.

Tabela 16. 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 pasażero-godzinach/dobę.

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku braku danych o podziale na motywacje podróży, 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 17. 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 16. Formula for calculating travel time costs for road projects where transport work is calculated based on buffer/network

$K^C = 365 \cdot \sum_{i=1}^4 k_{ci} \cdot W_i^h$	
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 missing data on the travel motivations share, this share should be taken from traffic measurement survey (if surveys were carried within last GPR) or from earlier measurements or others (e.g. from KBRs (Comprehensive Traffic Surveys for urban areas, *Kompleksowe Badanie 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 17. Share of travel motivations of passenger cars and bus users 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%
Voivodeship	32%	21%	47%

Source: proprietary work based on available data and benchmarking

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 (w metodzie modelowej/buforowej prędkości te są już uwzględnione w modelu). W tym celu wskazane jest wykorzystanie tabel prędkości zawartych w wewnętrznym Przewodniku do AKK (opublikowanym przez GDDKiA w 2021 r.), 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.

W przypadku użytkowników kolei, wynikiem analizy ruchu będą najczęściej pasażerokilometry dla poszczególnych analizowanych wariantów. Udziały motywacji podróży (jeżeli nie wygenerowane z modelu) można przyjąć jak dla dróg, a także należy stosować te same wartości kosztów czasu. W przypadku towarowych przewozów kolejowych zalecane wartości czasu są podane w Niebieskiej Księdze dla infrastruktury kolejowej.

Metoda obliczania kosztów czasu użytkowników w przypadkach, gdy praca przewozowa (pasażero-godziny) jest obliczona metodą odcinkową, przedstawiono w tabeli poniżej.

Passenger cars on urban roads

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

Source: proprietary work based on 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 available data and benchmarking.

In order to calculate the transport work (passenger-hours) when using section method, first of all it is necessary to estimate the driving speeds on the analysed section (these are already included in the models for network/buffer analysis). For this purpose, tables with section speeds included in the *internal CBA instruction (published by GDDKiA in 2021) 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.

In case of rail mode users, traffic analysis will usually provide pass-km for different options analysed. The travel motivation shares (if not provided by the model) might be applied the same as for roads with the same respective unit values of time. For the rail freight, recommended values of time are provided in the Rail Blue Book.

The table below presents the method for calculating costs of users' time in case when the transport work (passenger-hours) is calculated using road section method.

Tabela 18. Wzór na obliczanie kosztów czasu podróży dla projektów, dla których praca przewozowa liczona jest metodą odcinkową

$$K_c = 365 \cdot \sum_{i=1}^4 W_i^h \cdot p_i \cdot u_i \cdot k_{ci}$$

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/gałęzi i użytkowników, w pojazdo-godzinach.
- $W_i^h = L \cdot SDR_i / V_i^{pdr}$ (dla metody odcinkowej)

Źródło: opracowanie własne.

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

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.

Table 18. Formula for calculating costs of travel time for projects where transport work is calculated by means of road section approach

$$K_c = 365 \cdot \sum_{i=1}^4 W_i^h \cdot p_i \cdot u_i \cdot k_{ci}$$

where:

- K_c – annual costs of 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 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/modes and users, in vehicle hours,
- $W_i^h = L \cdot SDR_i / V_i^{pdr}$ (for road section approach)

Source: proprietary work.

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

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.

Koszty wypadków w każdym wariantcie obejmują:

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

Koszty ujęte w analizie dotyczą poniższych aspektów: spadek produktywności, koszty administracyjne i sądowe, straty materialne, koszty pracodawców, koszty hospitalizacji, koszty pogrzebowe, koszty rekompensat i zadośćuczynienia. 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.

The costs of accidents under each scenario distinguish:

- costs of fatalities in road accidents,
- costs of slightly 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 considered in the analysis include the following aspects: loss of productivity; administrative and court costs; material losses; employers' losses; costs of hospitalization; funeral costs, costs compensations and redress. 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 19. 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 lekko 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_{lrt}	– liczba lekko 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 E przedstawione są dwie uproszczone metody określania kosztów wypadków wraz z ich metodyką wyliczania. **Obie metody powinny być stosowane wyłącznie dla celów AKK dla dróg zamiejskich¹²**, ciągów drogowych jedno- i dwujezdniowych o długości ok. 10 km lub większej oraz obwodnic. Dla dróg miejskich z transportem zbiorowym należy zapoznać się z „Niebieską Księgą dla Transportu Publicznego”).

Metody te opierają się o krajową metodę prognozowania wskaźników bezpieczeństwa ruchu drogowego (metoda wskaźników BRD), przygotowaną w ramach zleconej przez GDDKiA w 2012 r. 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 wystąpienia wypadku (w odniesieniu do pracy przewozowej wyrażonej w poj-km) oraz wskaźniki dotkliwości wypadków (ofiary

Table 19. 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, injuries 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 slightly 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_{lrt}	– number of slightly 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 estimations are proposed together with their respective calculation method described in Appendix E. **Both methods should be used only for CBA purposes for non-urban roads¹²**, single and dual carriageways of a length of about 10 km or more and by-passes. For urban roads with public transport please refer to “Public Transport Blue Book”.

Both methods are based on the national Road Safety indicators forecasting method (RS indicators method) developed under the 2012 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, slightly injured, seriously injured), all depending on the type of road. Appendix E describes the method application and presents (i) the tables with Relative Accident

śmiertelne, lekko ranni, ciężko ranni) dla danej kategorii drogi. W Załączniku E zostały zamieszczone tabele ze względnymi wskaźnikami wypadkowości RAI, przygotowane na podstawie metody wskaźników BRD (opisanej poniżej) oraz wskaźniki dotykliwości 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 lekko rannych, liczba ciężko rannych, liczba ofiar śmiertelnych). Szczegóły dotyczące tej metody oraz uproszczone tabele ze współczynnikami dla tej metody znajdują się w Załączniku E.

Wszystkie jednostkowe koszty ekonomiczne wypadków, lekko rannych, ciężko rannych, zabitych i strat materialnych zamieszczone są w Załączniku A – Jednostkowe koszty ekonomiczne i finansowe. Wartości kosztów jednostkowych prognozowane w kolejnych latach także zawarto w tym załączniku.

Niektóre źródła danych (np. statystyki GUS) nie rozróżniają lekko i ciężko rannych. W takim przypadku należałoby odpowiednie koszty jednostkowe podane w Załączniku A uśrednić na podstawie danych policyjnych dotyczących udziału ciężkich i lekkich obrażeń w wypadkach drogowych. Takie dane są również dostępne w rocznych raportach Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, <https://www.krbrd.gov.pl/baza-wiedzy/raporty-o-stanie-brd/>

Indicators (RAI), based on RS indicators method (see below); and (ii) accident severity factors calculated 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 slightly 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 Appendix E.

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

Some data sources (e.g. GUS statistics) do not distinguish between slightly and seriously injured. In this case, the respective unit costs provided in Appendix A could be averaged, based on police data concerning the shares of heavy and slight injuries in road accidents. Such data is also available on the website of National Road Safety council, <https://www.krbrd.gov.pl/baza-wiedzy/raporty-o-stanie-brd/>

2.1.4 Koszty zanieczyszczenia powietrza

Koszty zanieczyszczenia powietrza dla wszystkich wariantów (W0 i Wn) to łączne koszty generowane przez wszystkie pojazdy poruszające się po drogach będących przedmiotem analizy. Na koszty zanieczyszczenia powietrza składają się koszty związane z oddziaływaniem transportu na środowisko naturalne, obejmujące¹³:

2.1.4 Air pollution costs

The air pollution costs for all scenarios (without-the-project scenario W0 and project investment options Wn) are represented by the total costs generated by all vehicles on the analysed roads. Costs of air pollution are made up by costs related to the effects of transport on the natural environment, including¹³:

¹² Jeżeli fragmenty inwestycji zamiejskiej lub odcinki modelu sieci/bufora znajdują się w obszarze miejskim, to wskaźniki wypadkowości należy przyjmować jak dla obszaru zabudowanego.

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.

¹³ Na podstawie Podręcznika Zewnętrznych Kosztów Transportu, Komisja Europejska, wersja styczeń 2019. / Based on Handbook on the External Costs of Transport, European Commission, version January 2019.

- przede wszystkim ujemny wpływ na zdrowie ludzkie (schorzenia układu sercowo-naczyniowego oraz układu oddechowego),
- straty w uprawach, negatywny wpływ na uprawy rolnicze prowadzące do obniżenia plonów,
- 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 (SO₂), niemetanowe lotne związki organiczne (NMVOC). 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.

Podstawą obliczenia kosztów zanieczyszczenia powietrza są jednostkowe koszty ekonomiczne zanieczyszczenia powietrza. Koszty te są bezpośrednio związane z eksploatacją pojazdów (głównie o napędzie spalinowym)¹⁴ i zależą od typów pojazdów, stanu drogi, nachylenia podłużnego drogi oraz jej lokalizacji (droga miejska lub zamiejska). Jednostkowe koszty ekonomiczne zanieczyszczenia powietrza (w podziale na takie same kategorie pojazdów, jak w przypadku kosztów eksploatacji) są podane w Załączniku A – Jednostkowe koszty finansowe i ekonomiczne, wyliczone w oparciu o Podręcznik zewnętrznych kosztów transportu, wersja 2019. Dla uproszczenia nie rozróżnia się ich ze względu na zakresy prędkości. W rozdziale poświęconym kosztom eksploatacji pojazdów opisano założenia dla aktualnego składu floty pojazdów drogowych z uwzględnieniem jego spodziewanej ewolucji. Założenia te w całości mają również zastosowanie do obliczeń w zakresie zanieczyszczenia powietrza. W Załączniku A podano właściwe koszty jednostkowe zanieczyszczenia powietrza wraz z zasadami ich obliczania.

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

- mainly, negative influence on human health (cardiovascular and respiratory diseases),
- crop losses, negative influence on agricultural crops leading to lower crop yields,
- 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 oxides (NOx), sulphur dioxide (SO₂), non-methane volatile organic compounds (NMVOC). Greenhouse gases (GHG) are not included in the air pollution costs since they do not have any 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. Those are related to direct vehicles operation (mainly engine combustion)¹⁴ and depend on vehicles types, road condition and gradient as well as road location (urban or non-urban area). Economic unit costs of air pollution (distinguishing same road vehicles categories as for VOC) are presented in Appendix A – Economic and Financial Unit Costs, based on Handbook on the external costs of transport, version 2019. For simplification purposes, those do not distinguish speed ranges. VOC chapter describes assumptions related to current road vehicle fleet composition and its expected evolution; those are as well of full applicability for air pollution calculations. Appendix A provides respective air pollution unit costs and calculation principles.

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 and ought to be determined separately for each of the options, and separately for each year of economic analysis, as per traffic forecasts for all economic impacts categories.

¹⁴ Nie uwzględniono innych kosztów związanych z emisją do niższych warstw atmosfery z elektrowni. / Other costs related to lower-atmosphere emissions from electricity generation from power plants are not included.

Koszty ekonomiczne zanieczyszczenia powietrza oblicza się z uwzględnieniem poszczególnych kategorii pojazdów, oddzielnie dla każdego wariantu i każdego roku analizy ekonomicznej zgodnie z prognozami ruchu dla wszystkich kategorii oddziaływań ekonomicznych.

Tabela 20. Wzory do obliczania kosztów zanieczyszczeń powietrza

$K_Z = 365 \cdot \sum_{j=1}^2 k_{s,j}(T,S) \cdot W_j^{km}$	
gdzie:	
K_Z	– roczne koszty zanieczyszczeń powietrza, w PLN,
j	– liczba kategorii pojazdów,
$k_{s,j}(T,S)$ pojazdów	– jednostkowe koszty zanieczyszczeń powietrza dla kategorii samochodowych „j” w funkcji 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 w pojazdo-kilometrach/dobę, $W_j^{km} = L \cdot SDR_j$.

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 poruszających się po sieciach transportowych będących przedmiotem analizy.

Na koszty zmian klimatu (wyrażonych jako ekwiwalent CO₂) składa się całkowita ekwiwalentna emisja CO₂ pomnożona przez koszt jednostkowy.

Table 20. Formulas for the calculation of air pollution costs

$K_Z = 365 \cdot \sum_{j=1}^2 k_{s,j}(T,S) \cdot W_j^{km}$	
where:	
K_Z	– annual air pollution costs, in PLN,
j	– number of categories of vehicles,
$k_{s,j}(T,S)$	– unit costs of the air pollution of vehicles category “j” in the function of 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”, in vehicles-kilometres/day, $W_j^{km} = L \cdot SDR_j$.

Source: proprietary work.

2.1.5 Climate change costs

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

Costs of greenhouse gases emissions (expressed as CO₂ equivalent) consist of the product of the total equivalent amount of CO₂ emitted multiplied by its unit cost.

Zaproponowana metodologia jest zgodna z Metodologią Kalkulacji Śladu Węglowego Projektu stosowaną przez EBI, wersja 11.1, Lipiec 2020, która polega na ocenie oddziaływania emisji gazów cieplarnianych z projektów infrastruktury drogowej wynikającego głównie z fazy eksploatacyjnej projektu (ruchu pojazdów na różnych sieciach, drogowych i kolejowych).

Zgodnie z powyższą metodologią, emisje gazów cieplarnianych innych niż dwutlenek węgla CO₂ (tj. metan CH₄ i podtlenek azotu N₂O) nie są uwzględnione, ponieważ ich wpływ uznaje się za pomijalny. Do celów obliczeniowych współczynniki emisji GHG można uznać za dotyczące CO₂e.

Szacowanie emisji gazów cieplarnianych dla projektów według metodologii, o której mowa powyżej wymaga oceny i przedstawienia informacji na temat:

- **Emisji bezwzględnych:** całkowitej emisji wytworzonej przez projekt w typowym roku eksploatacji¹⁵ (tCO₂e);
- **Emisji względnych:** podanej w ujęciu przyrostowym (zwiększenia/zmniejszenia) różnicy w emisjach pomiędzy wariantem inwestycyjnym (Wn) i bezinwestycyjnym (W0) opisanym w AKK w typowym roku eksploatacji (tCO₂e).

Jak przedstawiono powyżej, koszty emisji gazów cieplarnianych, tzn. CO₂, będą wynikiem pomnożenia rocznych względnych emisji projektu przez koszty jednostkowe. Szacowanie rocznych względnych emisji uzależnione będzie od emisji wytworzonych przez użytkowników różnych pojazdów (i środków transportu) na danej sieci (analogicznie, jak w przypadku kosztów eksploatacji). W tym przypadku mowa jest o „współczynnikach emisji gazów cieplarnianych”, które mnoży się przez odpowiednią pracę przewozową (jak podano w poniższych wzorach).

Współczynniki emisji uzależnione są od pojazdów (i środków transportu) użytkowników, w zakresie zużycia paliwa/ energii. W przypadku pojazdów drogowych, zgodnie z opisem rozdziału o kosztach eksploatacji pojazdu, zużycie paliwa zależy przede wszystkim od prędkości, kategorii pojazdu, jak również stanu nawierzchni i geometrii drogi. W rozdziale na temat kosztów eksploatacji opisano założenia dla aktualnego składu floty pojazdów drogowych i jego spodziewaną ewolucję – założenia te mają również w pełni zastosowanie do współczynników

The proposed calculation method follows the approach described in the EIB Project Carbon Footprint Methodologies (version 11.1, July 2020) where GHG emissions impact assessment for transport infrastructure projects refers mainly to those emissions that are the consequence of the project operation phase (traffic running on the different road and rail networks).

In accordance with the above methodology, emissions of greenhouse gases other than carbon dioxide CO₂ (i.e. methane CH₄ and dinitrogen monoxide N₂O) are not included because their impact is regarded negligible. For calculation purposes, the GHG emission factors can be considered as CO₂e.

The estimation of projects GHG emissions according to above referred methodology requires assessing and reporting on:

- **Absolute emissions:** total emissions produced by the project in a typical operating year¹⁵ (tCO₂e);
- **Relative emissions:** incremental emissions (increase/decrease) between investment (Wn) and non-investment options (W0) considered in the CBA in a typical operating year (tCO₂e).

As mentioned above, economic costs of greenhouse gas emission, i.e. of CO₂, will result from multiplying the yearly relative project emissions by their unit costs. The estimation of yearly relative emissions will depend on the emissions produced by the users of different vehicles (and modes) of the network considered (similarly, as for VOC). For the present case, it is referred to as “GHG emissions factors” to be multiplied by respective transport work (as presented in formulas below).

Emissions factors depend on users vehicles (and modes), as per their fuel/energy consumption. For road vehicles, as described in VOC chapter, fuel consumption will mainly depend on the speed, on the vehicle category as well as on the pavement condition and geometry of the road. VOC chapter describes assumptions related to current road vehicle fleet composition and its expected evolution, those are as well of full applicability for GHG emissions factors (being strictly dependent on fuel/energy consumption). Appendix A provides GHG emission factors respective values and calculation principles.

¹⁵ Typowy rok operacyjny odnosi się do reprezentatywnej rocznej emisji gazów cieplarnianych projektu; w związku z tym można rozważyć zastosowanie średniej z analizowanego okresu lub, jeszcze bardziej reprezentatywnie, rozważenie średniej z pierwszych 15-20 lat eksploatacji. / Typical operating year refers to a representative project yearly GHG emissions assessment; therefore, it might be considered to apply an average of the analysed period or, even more representative, to consider an average of first 15-20 years of operation.

emisji gazów cieplarnianych (ponieważ są ściśle uzależnione od zużycia paliwa/energii). W Załączniku A znaleźć można wartości współczynników emisji gazów cieplarnianych wraz z zasadami obliczeń.

W przypadku ruchu drogowego metodologia obliczania kosztów emisji gazów cieplarnianych opiera się na oszacowaniu konsekwencji fazy operacyjnej projektu dla pojazdów z silnikiem spalinowym (LV i HGV) oraz pojazdów elektrycznych (tylko LV). W przypadku pojazdów z silnikiem spalinowym uwzględnia się bezpośrednie emisje związane z fazą eksploatacji, natomiast w przypadku pojazdów elektrycznych uwzględnia się pośrednie emisje gazów cieplarnianych związane z wytwarzaniem i dostarczaniem energii służącej eksploatacji pojazdów elektrycznych (tj. współczynnik sieci).

W przypadku transportu kolejowego stosuje się analogiczne zasady, odpowiednio dla spalinowych i elektrycznych pojazdów trakcyjnych. Właściwe współczynniki emisji gazów cieplarnianych dla transportu kolejowego również podano w Załączniku A.

Roczne wartości emisji gazów cieplarnianych należy pomnożyć przez jednostkowe koszty ekonomiczne ekwiwalentu CO₂ podany w tym samym załączniku, a oparty na Mapie Drogowej na lata 2021-2025 grupy ds. klimatu EBI (listopad 2020 r.), tzn.: 80 EUR/t CO_{2e} w 2020 do 800 EUR/t CO_{2e} w 2050 r.; poziom cen 2016 r. W Załączniku A kwoty te zostały przeliczone na PLN z uwzględnieniem odpowiednich poziomów cen w obliczeniach.

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 UE stosuje się takie same współczynniki kosztowe.

Koszty te podlegają indeksacji. Zmienność kosztów jednostkowych w czasie jest przedstawiona w Załączniku A.

Sposób wyliczania tych kosztów zarówno dla analizy odcinkowej jak i analizy wykonanej metodą sieciową/buforową wymaga pomnożenia całkowitej rocznej emisji obliczonej z wykorzystaniem współczynników emisji – w tCO_{2e}/poikm – przez koszt jednostkowy CO_{2e} w PLN/ tCO_{2e} – podany w Załączniku A, oraz zgodnie z poniższymi wzorami.

In the case of road traffic, the methodology for calculating the costs of GHG emissions is based on estimating the consequences of the project operational phase of combustion motor vehicles (LV and HGV) as well as electric vehicles (LV only). For combustion motor vehicles the direct emissions associated with the operational phase are included, whereas for electric vehicles the indirect greenhouse gas emissions associated with energy production and supply for related electric vehicles operation are taken into account (i.e. the grid factor).

For rail mode, similar principles are applied, for combustion or electric powered traction vehicles respectively. For rail mode, respective GHG emission factors are also included in Appendix A.

Yearly GHG emissions will need to be multiplied by economic unit costs of CO₂ equivalent as provided in same Appendix and based on EIB Group Climate Bank Roadmap 2021-2025 (November 2020), i.e.: 80 EUR/t CO_{2e} in 2020 till 800 EUR/t CO_{2e} in 2050; price level 2016. Those are converted into PLN and to relevant price level for calculations in Appendix A.

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 EU Member States.

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 for both section and network/buffer analysis consists of multiplying the total yearly emissions obtained by applying the emission factors – in tCO_{2e}/vehkm – times the respective CO_{2e} shadow unit cost in PLN/ tCO_{2e} – provided in Appendix A, and following the formulas below.

Tabela 21. Wzory do obliczania kosztów zmian klimatu

$$K_{ZK} = 365 \cdot \sum_{j=1}^2 k_{zk,j}(V_{pdr,j}, T, S) \cdot W_j^{km}$$

gdzie:

- K_{ZK} – roczne koszty zmian klimatu spowodowanych przez pojazdy samochodowe, w PLN,
- j – liczba kategorii pojazdów, (także dla innych gałęzi transportu jeżeli ma to zastosowanie)
- $K_{zk,j}(V_{pdr,j}, T, S)$ – jednostkowe koszty zmian klimatu dla kategorii pojazdów samochodowych „j” w funkcji prędkości podróży $V_{pdr,j}$, ukształtowania terenu T i stanu technicznego nawierzchni S , w PLN/poj-km, (także dla innych gałęzi transportu jeżeli ma to zastosowanie)
- 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.
- $W_j^{km} = L \cdot SDR_j$.

Źródło: opracowanie własne.

Table 21. Formulas for the calculation of climate change costs

$$K_{ZK} = 365 \cdot \sum_{j=1}^2 k_{zk,j}(V_{pdr,j}, T, S) \cdot W_j^{km}$$

where:

- K_{ZK} – annual climate change costs caused by vehicles, in PLN,
- j – number of categories of vehicles (also for other modes when relevant),
- $k_{zk,j}(V_{pdr,j}, T, S)$ – unit costs of the climate change 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 (also for other modes when relevant),
- 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
- $W_j^{km} = L \cdot SDR_j$.

Source: proprietary work.

2.1.6 Koszty hałasu

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

Hałas o natężeniu powyżej 85 dB(A), 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.

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/ zamieski) i pory dnia. Proponowane podejście opiera się na kosztach krańcowych podanych w Podręczniku kosztów zewnętrznych w transporcie, wersja 2019, z rozróżnieniem na typ pojazdu, porę dnia, sytuację ruchową i rodzaj obszaru. 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, zgodnie z analizą ruchu.

Przedstawione koszty hałasu dla kategorii pojazdów drogowych związane są z pojazdami z silnikiem spalinowym. Zakłada się, że można pominąć oddziaływania hałasu związane z pojazdami elektrycznymi¹⁶.

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.

Permanent 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, permanent 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 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. The proposed approach is based on marginal costs from Handbook on the external costs of transport, Version 2019, differentiating vehicle type, time of the day, traffic situation and area type. As these marginal unit costs are expressed in PLN/vehkm, same calculations approach as presented in the previous environmental economic cost categories should be applied considering the respective noise unit costs (see formulas below). Economic costs of noise are calculated for individual categories of vehicles, separately for each of the options, and separately for each year of economic analysis, as per traffic analysis.

Costs of noise for road vehicle categories presented are associated with combustion-engine vehicles. It is assumed that noise impacts related to electric vehicles can be omitted¹⁶.

¹⁶ Oczywiście jest, że pojazdy elektryczne są także źródłem hałasu, ale dla uproszczenia zakłada się, że zostanie to pominięte w AKK, do momentu pojawienia się odpowiednich danych w literaturze (obecnie Podręcznik ECT 2019 nie zawiera odpowiednich kosztów jednostkowych). / While it is recognized that electric vehicles produce noise those are assumed to be omitted for the purposes of the CBA assessment until relevant literature could become applicable (currently, ECT Handbook 2019 does not provide related unit costs).

W przypadku transportu kolejowego odpowiednie koszty jednostkowe dla metody (i) opartej na kosztach krańcowych oraz metody (ii) opisanej poniżej (koszty średnie) przedstawiono w Załączniku A.

Tabela 22. Wzory do obliczania kosztów hałasu

$$K_H = 365 \cdot \sum_{j=1}^2 k_{h,j}(Z) \cdot W_j^{km}$$

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, z uwzględnieniem innych gałęzi transportu jeżeli ma to zastosowanie)
- 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.
- $W_j^{km} = L \cdot SDR_j$. (dla metody odcinkowej)

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

For rail modes, respective unit costs for method (i) based on marginal costs and method (ii) described below (average costs) are provided in Appendix A.

Table 22. Formulas for the calculation of noise costs

$$K_H = 365 \cdot \sum_{j=1}^2 k_{h,j}(Z) \cdot W_j^{km}$$

where:

- K_H – annual noise costs for road vehicles, 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, including other modes if relevant
- 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
- $W_j^{km} = L \cdot SDR_j$. (for section approach)

Source: proprietary work.

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

The second method proposed is based 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 excessive 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. Once the total number of people exposed under the different noise level areas is obtained,

efektów. Po ustaleniu liczby osób narażonych na poszczególne poziomy hałas, należy zastosować współczynnik pozwalający obliczyć liczbę osób, których problem hałasu faktycznie dotyczy (patrz Załącznik A odnośnie do rekomendowanych wartości).

(ii) Określenie całkowitych kosztów poprzez przemnożenie liczby osób narażonych na ponadnormatywny hałas przez odpowiadające poszczególnym przedziałom koszty jednostkowe w oparciu o Podręcznik zewnętrznych kosztów transportu, wersja 2019; podano je w załączniku A – Jednostkowe koszty ekonomiczne i finansowe.

Powyższe obliczenia przeprowadza się w oparciu o mapy akustyczne (jeżeli są 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 – Jednostkowe koszty ekonomiczne i finansowe.

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 to a given noise class; the proposed cost factors to be used are the ones based on Handbook on the external costs of transport, Version 2019, and included in Appendix A – Economic and Financial 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, their respective forecast over time and factors are presented in Appendix A – Economic and Financial Unit Costs.

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 przy użyciu Współczynników Konwersji (patrz rozdział 2.2.2. poniżej).

Zaproponowane jednostkowe koszty eksploatacji i utrzymania infrastruktury drogowej, w cenach netto, znajdują się w Załączniku A – Jednostkowe koszty ekonomiczne i finansowe.

2.1.7 Costs of infrastructure operation and maintenance

In order to estimate the economic costs of infrastructure operation and maintenance (O&M costs), use the unit costs and approach presented in chapter 1.9, and then correct these costs using the Conversion Factors (see chapter 2.2.2 below).

The proposed unit maintenance costs for road infrastructure are presented in net prices in Appendix A – Unit economic and financial costs.

2.2 Etapy analizy społeczno-ekonomicznej

Zalecana struktura analizy ekonomicznej obejmuje następujące elementy:

1. Definicja założeń do analizy ekonomicznej.
2. Konwersja cen rynkowych na ceny rozrachunkowe (ukryte).
3. Wyznaczenie przepływów ekonomicznych projektu w okresie referencyjnym.
4. Obliczanie wskaźników efektywności społeczno-ekonomicznej (ENPV, ERR, BCR) i interpretacja wyników.

2.2.1 Założenia analizy ekonomicznej

W trosce o poprawność analizy, a także porównywalność wyników, zestaw założeń musi być zdefiniowany na początku analizy i wyraźnie uwidoczniony w Studium Wykonalności lub w innym dokumencie AKK.

Ogólne założenia:

1. Analiza oparta jest na przepływach pieniężnych, tj. z wyłączeniem kategorii księgowych jak amortyzacja, rezerwy na zobowiązania oraz rezerwy na nieprzewidziane wydatki.
2. Analiza ekonomiczna przeprowadzana jest zawsze w cenach netto, tj. bez podatku VAT.
3. Finansowe przepływy pieniężne muszą zostać przekształcone w przepływy ekonomiczne poprzez odpowiednie przeliczenie cen finansowych na ceny rozrachunkowe (ukryte).
4. Analiza ekonomiczna prowadzona jest w cenach stałych (w ujęciu realnym), tj. z wyłączeniem wpływu inflacji. Niezbędne jest wyraźne wskazanie roku

2.2 Stages of socio-economic analysis

The recommended structure of the economic analysis includes the following elements:

1. Definition of assumptions for the economic analysis.
2. Conversion of market prices into shadow prices.
3. Determination of the project economic flows in the reference period.
4. Calculation of socio-economic efficiency indicators (ENPV, ERR, BCR) and interpretation of results.

2.2.1 Assumptions for the economic analysis

For the sake of the correctness of the analysis, as well as comparability of results, a set of assumptions must be defined at the outset of the analysis, and clearly displayed in the Feasibility Study or in any CBA report.

General assumptions:

1. The analysis is based on the cash-flow approach, i.e. excluding accounting categories as depreciation, provisions for liabilities and provisions for unpredictable expenses.
2. The economic analysis is always carried out in net prices, i.e. excluding VAT.
3. Financial cash flows must be converted into economic flows by appropriately converting financial prices to accounting (shadow) prices.
4. The economic analysis is carried out in constant prices (in real terms), i.e. excluding the impact of inflation. It is necessary to clearly indicate the reference year for which the real values of economic flows are presented¹⁷.
5. Indexation of economic flows to accommodate the real increase in prices is possible, if applicable (e.g. the real increase in labour costs).

odniesienia, za który prezentowane są rzeczywiste wartości przepływów ekonomicznych¹⁷.

5. W stosownych przypadkach możliwa jest indeksacja przepływów ekonomicznych w celu dostosowania do realnego wzrostu cen (np. realny wzrost kosztów pracy).
6. Zaleca się stosowanie rzeczywistej stopy dyskontowej 3% do dyskontowania przepływów ekonomicznych.
7. Ocenę efektywności ekonomicznej należy przeprowadzać na zasadzie przyrostowej, tj. z uwzględnieniem tylko tych oddziaływań, które wynikają z realizacji projektu i nie są związane z inną działalnością gospodarczą Beneficjenta.
8. Należy uwzględnić ekonomiczną wartość rezydualną aktywów projektu (metoda obliczania omówiona w punkcie 1.11).

6. It is recommended to use a real discount rate of 3% to discount economic flows.
7. The economic efficiency assessment should be carried out on an incremental basis, i.e. including only those impacts which are due to the implementation of the project and not related to other business activities of the Beneficiary.
8. The economic residual value of the project assets must be taken into account (calculation method is discussed in section 1.11).

2.2.2 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 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.

2.2.2 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 are more effective in conveying social benefits. 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.

¹⁷ Kluczowe jest zachowanie spójności i przeliczenie wszystkich wartości na wartości rzeczywiste dla założonego roku odniesienia. Ponadto, co do zasady, indeksacji nie stosuje się do przepływów powstałych przed rokiem referencyjnym, chyba że przepisy krajowe stanowią inaczej. Oznacza to, że np. nakłady inwestycyjne poniesione przed rokiem odniesienia, dla których prezentowane są wartości rzeczywiste, nie będą podlegały waloryzacji w górę i zostaną przedstawione w wartości nominalnej w pierwszym roku analizy. / It is crucial to maintain coherence and convert all values to real values for the assumed reference year. Moreover, as a matter of principle, indexation is not applied to flows incurred before the reference year, unless domestic regulations provide for otherwise. This means that i.e. capital expenditure incurred before the reference year, for which real values are presented, will not be subject to indexation upwards and will be recognised in the nominal amount in the first year of the analysis.

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 efektów projektu w zakresie czasu, eksploatacji pojazdu, wypadków, zanieczyszczenia powietrza, zmian klimatu i hałasu (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.

Tabela 23. Etapy przekształcenia cen rynkowych na ukryte

Etap	Etapy korekty o efekty fiskalne
Etap 1	Eliminacja podatku VAT
Etap 2	Korekty z uwagi na zakłócenia cen energii (opodatkowanie) i wynagrodzeń (opodatkowanie i inne niedoskonałości rynku) poprzez zastosowanie Współczynników Konwersji (CF): - Nakłady inwestycyjne CF = 0,83 - Koszty operacyjne CF=0,78

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.

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 based on updated references.

Table 23. Stages of adjustment from financial to accounting (shadow) prices

Stage	Stages of adjustments for fiscal effects
Stage 1	Elimination of VAT
Stage 2	Adjustment for energy prices (taxation) and wages (taxation and other market imperfections) by applying weighted Conversion Factors (CF): - Capital expenditures: CF= 0.83 - Operating costs: CF=0.78.

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

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.

2.2.3 Obliczanie korzyści ekonomicznych netto projektu

W celu wyliczenia korzyści ekonomicznych dla każdego wariantu inwestycyjnego, uwzględniającego wszystkie kategorie kosztów, należy od kosztów ekonomicznych wariantu bezinwestycyjnego (W_0) odjąć koszty wariantu inwestycyjnego (W_n). Otrzymana różnica stanowi korzyść społeczno-ekonomiczną netto dla danej kategorii kosztów ekonomicznych (koszty czasu, koszty eksploatacji pojazdów, itp.).

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

Wyliczenia korzyści ekonomicznych każdego wariantu inwestycyjnego W_n należy przedstawić w formie tabelarycznej (Tabela 24a). Przykładowa forma zestawienia efektów społeczno-ekonomicznych netto (w ujęciu wartościowym i procentowym) przedstawiona została w poniższej Tabeli 24b.

calculating these factors must be fully justified and the process of calculation clear and transparent with the reference sources quoted.

2.2.3 Calculation of net economic benefits of a project

In order to calculate the economic benefits of each project investment option, including all categories of costs, the difference of economic costs between the without-the-project scenario (W_0) and the project investment option (W_n) should be calculated. The resulting difference will represent the net socio-economic benefit for a given category of economic costs (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 24a). An exemplary form of summary of the net social and economic benefits (in monetary and percentage terms) is presented in the following Table 24b.

Tabela 24a. Zestawienie korzyści/kosztów ekonomicznych dla projektu, niezdyskontowanych

Rok	Korzyści/ koszty czasu użytkowników pojazdów	Korzyści/ koszty eksploatacji pojazdów	Korzyści/ koszty wypadków	Korzyści/ koszty emisji zanieczyszczeń	Korzyści/ koszty zmian klimatu	Korzyści/ koszty hałasu	Razem
1							
2							
3							
...							
25							
Razem							

Źródło: opracowanie własne.

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

Table 24a. 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 values in the table above will only be provided for the new infrastructure operation period.

Tabela 24b. Udział korzyści i kosztów ekonomicznych dla projektu (zdyskontowanych)

Korzyści	Razem (PLN)	%
Oszczędności czasu użytkowników pojazdów (jeśli dotyczą; każda z poniższych pozycji może być kosztem, jeśli realizacja projektu spowoduje wzrost danej kategorii kosztów ekonomicznych, np. hałas)		
Oszczędności w eksploatacji pojazdów (jeśli dotyczą)		
Oszczędności w kosztach wypadków (jeśli dotyczą)		
Oszczędności w zanieczyszczeniu powietrza (jeśli dotyczą)		
Oszczędności w zmianach klimatu (jeśli dotyczą)		
Oszczędności w kosztach hałasu (jeśli dotyczą)		
Wartość rezydualna		
Inne pozytywne oddziaływania (jeśli dotyczą)		
Koszty	Razem (PLN)	%
Nakłady inwestycyjne		
Koszty eksploatacji i utrzymania (ta pozycja może być korzyścią, jeśli realizacja projektu spowoduje oszczędności kosztowe)		
Inne negatywne oddziaływania (jeśli dotyczą)		

Źródło: opracowanie własne.

Table 24b. Share of project economic benefits and costs (discounted)

Benefit	Total (PLN)	%
Time savings of vehicle users (if applicable; any of the items below could be considered a cost if the project results in a given economic cost category increase, e.g. noise)		
VOC savings (if applicable)		
Accident costs savings (if applicable)		
Air pollution savings (if applicable)		
Climate change savings (if applicable)		
Noise savings (if applicable)		
Residual value		
Other positive impacts (if applicable)		
Costs	Total (PLN)	%
Investment costs		
O&M (could be considered a benefit if the project results in cost savings)		
Other negative impacts (if applicable)		

Source: proprietary work.

Powyższa tabela korzyści i kosztów 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 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 ekonomicznych 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.

The above list of benefits and costs 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 level of net socio-economic benefits generated by various economic cost 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, the most important net economic benefits correspond to accident cost savings. Whereas in case of the value of time costs, often major 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.

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.

2.2.4 Obliczanie wskaźników efektywności społeczno-ekonomicznej i interpretacja wyników

2.2.4 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.

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

Tabela 25. Wymagane wskaźniki efektywności społeczno-ekonomicznej

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

Źródło: opracowanie własne.

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 to 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.

In the table below, a presentation format for calculations of the socio-economic performance indicators is presented.

Table 25. Required socio-economic performance indicators

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

Source: proprietary work

Tabela 26. Proponowana forma prezentacji efektywności projektu [PLN]

Lata	Skorygowane nakłady inwestycyjne	Skorygowane koszty 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 kolumnach 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 24b.

W kolumnie 4 korzyści ekonomiczne projektu są to roczne wartości wyliczone w oparciu o Tabelę 24a.

Źródło: opracowanie własne.

Table 26. Proposed presentation format of project economic performance [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 are quoted 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, this would be (+)), adjusted as described earlier and presented in Table 24b.

In column 4, project economic benefits are the yearly total amounts calculated in Table 24a.

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 24b powyżej). Składniki o największym udziale w korzyściach generowanych przez projekt należy odpowiednio wyeksponować (zgodnie z Tabelą 24b).

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 three 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 – those constituting a benefit) should be presented in percentages (see Table 24b above). Project economic benefits components generating the greatest share should be duly highlighted (as per Table 24b above).

3. 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 from EU funds; and if so, (i) to determine the co-financing contribution 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 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.

Dla autostrad, dróg ekspresowych i wybranych dróg krajowych objętych systemem elektronicznego poboru opłat od pojazdów ciężarowych powyżej 3,5 tony, będących przedmiotem analizy kosztów i korzyści, rekomenduje się przeprowadzenie uproszczonej analizy finansowej.

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

Dodatkowo, 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 3.5).

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, simplified financial analysis is recommended.

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

In addition, 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 3.5).

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 bazowy przyjęty w analizie powinien być wyraźnie określony.

3.2 Financial analysis - assumptions and parameters

The most important financial analysis principle is to consider only actual cash inflows and outflows (i.e. amortisation, reserves for unforeseen circumstances, or fiscal adjustments 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 base year considered for the analysis should be clearly indicated.

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%),
- (iii) wartość rezydualna projektu inwestycyjnego na koniec okresu analizy (patrz rozdział 1.11),
- (iv) wartość kosztów projektu inwestycyjnego¹⁸,
- (v) oraz rok bazowy przyjęty dla analizy.

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

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,
- (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 costs value¹⁸,
- (v) and the base 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).

¹⁸ 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.

3.3 Determination of financial cash flows

This part of the financial analysis deals with the determination (estimation) of financial flows for the project, both for the construction (implementation) stage of the project and 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 project 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 and revenues 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 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, 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 określone 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

3.4 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 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 to 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

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 uwzględniać, przedstawia tabela. Każda kategoria przepływów powinna być ujęta w analizie w okresie (latach) jej występowania.

Table 27. 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)	(+)	(+)
Spłata 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

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 period (years) of its occurrence.

Table 27. Elements of analysis (C) and (K)

Financial flows	Profitability indicators for the entire investment (with (C))	Profitability indicators for the domestic capital (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

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 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).

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.

- 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).

3.5 Trwałość finansowa i funkcjonalna projektu 3.5 Financial and functional sustainability of the project

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 (niezdykontowane) przepływy pieniężne netto powinny być nieujemne we wszystkich latach rozpatrywanego 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	(+)

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 road network should be also adequately considered within an efficient 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 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) wszystkie zasoby finansowe (subsydia krajowe) (+)

Zalecana forma prezentacji znajduje się poniżej.

Tabela 28. 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									
OGÓŁEM (wydatki)									
Przychody									
Grant UE									
Inne źródła finansowania (budżet, subsydia, itd.)									
OGÓŁEM (wpływy)									
PRZEPŁYWY PIENIĘŻNE NETTO									

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 tabel nr 31 i 32 nie jest wymagane w odniesieniu do 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/ organ odpowiedzialny za finansowanie) informacji o potrzebach zapewniających trwałość finansową danej sieci drogowej.

(iv) All financial resources (national subsidies) (+)

The recommended presentation format is shown below.

Table 28. 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									
TOTAL (outflows)									
Revenues									
EU grant									
Other sources of funding (national contribution, subsidies, etc.)									
TOTAL (inflows)									
NET CASHFLOWS									

Source: proprietary work.

It is recommended to also provide a broader overview of the sustainability of road infrastructure managed by the Beneficiary.

Firstly, it is recommended to analyse the O&M financial needs 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 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) an 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 local authority bodies.

W przypadku GDDKiA takie informacje powinny być uzyskane od właściwego ministerstwa, a w przypadku JST – od odpowiednich organów samorządowych.

Tabela 29. Prognoza kosztów eksploatacji i utrzymania na sieci drogowej zarządzanej przez Beneficjenta (dla wariantów inwestycyjnych jeśli dotyczy i do ustrukturyzowania w zależności od Beneficjenta)

Lata	2018	...	2020	2025	2030	2040
Łączne koszty utrzymania i eksploatacji dróg realizowanych w ramach perspektyw 2014-2020 oraz 2021-2027						
Koszty utrzymania i eksploatacji pozostałych dróg zarządzanych przez Beneficjenta (pozostała sieć)						
Łączne koszty utrzymania infrastruktury drogowej						
Pozostałe koszty, w tym finansowe (odsetki, spłaty długów)						
Koszty łączne zarządcy infrastruktury						

Uwaga: w przypadku GDDKiA powyższe informacje powinny być uzyskane od właściwego ministerstwa, a w przypadku JST – od odpowiednich organów samorządowych.

W pozycji „koszty utrzymania i eksploatacji dróg realizowanych w ramach perspektywy 2014-2020 oraz 2021-2027” 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 1 km autostrady), a w przypadku projektów zrealizowanych – wykazane na bazie informacji zawartych we Wnioskach złożonych do KE lub zaakceptowanych na szczeblu krajowym.

Table 29. 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	2018	...	2020	2025	2030	2040
Total O&M costs of road projects implemented under EU financial perspectives 2014-2020 and 2021-2027						
Total O&M costs of other road infrastructure managed by the Beneficiary (remaining part of the network)						
Total O&M costs of road infrastructure						
Other costs, including financial costs (interest, repayment of debts)						
Total costs of the infrastructure administrator						

Note: In case of GDDKiA, above information should be provided by the relevant ministry, and in case of a Local Government Unit, by the relevant local authority body.

In item “total O&M costs of road projects implemented under EU financial perspectives 2014-2020 and 2021-2027”, the total O&M costs of all sections of roads that were built/scheduled for 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

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:

Tabela 30. Prognoza przychodów Beneficjenta (do ustrukturyzowania w zależności od Beneficjenta)

Lata	2018	...	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.

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:

Table 30. Forecast of Beneficiary revenues (to be structured as relevant to the Beneficiary)

Years	2018	...	2020	2025	2030	2040
Own revenue						
- tolls from the users of road infrastructure						
- other revenues						
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 a Local Government Unit, by the relevant local authority body.

4. 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 słuszna.

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, the chapter summarizes 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)	Koszty 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 costs	-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%

Uwzględniając obowiązujące polityki i cele w zakresie łagodzenia zmian klimatu, oczekuje się przeniesienia ruchu na różne środki transportu szynowego, a ogólniej – na środki niskoemisyjne (oprócz ograniczenia popytu na transport). Dlatego zachęca się, w ramach analizy wrażliwości, do rozważenia dodatkowego scenariusza, w którym założone przyrosty ruchu drogowego byłyby bardzo zachowawcze (patrz wcześniejsze odniesienie do polityki pożyczkowej EBI zawartej w dokumencie "Climate Bank Roadmap"), tzn. w latach 2020-2030 średni roczny przyrost ruchu drogowego na poziomie 0,9-1%, a w latach 2030-2050 0,3-0,5%.

Powyższe zmiany procentowe odnoszą się, i powinny być stosowane, do zmian wartości bezwzględnych (a nie przyrostowych) parametrów wariantu inwestycyjnego i bezinwestycyjnego 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 ($ENPV > 0$, $ERR > 3\%$), to inwestycja pozostaje ekonomicznie uzasadniona.

W przypadku, gdy wartość testowanego wskaźnika spada poniżej wymaganego poziomu (np. $ENPV < 0$; $ERR < 3\%$), 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.

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%

Considering current climate mitigation policies and objectives, it is expected to increase traffic shift to rail modes and, more generally, to low-carbon modes (in addition to reduction of transport demand). Therefore, it is encouraged to consider, as part of sensitivity analysis, an additional scenario where assumed road traffic growths would be very conservative (see reference above to EIB Climate Bank Roadmap lending policy), i.e.: from 2020-2030 a road traffic average annual growth rate (a.a.g.r.) of 0.9-1%, and from 2030-2050 a.a.g.r. of 0.3-0.5%.

The above proposed percentage changes relate and should be applied to the absolute (not incremental) values of the project investment and non-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 ($ENPV > 0$; $ERR > 3\%$), the investment project will still be economically justifiable.

In case the tested variable falls below the required level ($ENPV < 0$; $ERR < 3\%$), 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.

Scenariusze wrażliwości wskaźników efektywności ekonomicznej wspomniane powyżej, powinny być zawsze stosowane gdyż jest to zgodne z dotychczasową praktyką.

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 31. Identyfikacja ryzyka

Nazwa ryzyka	Status ryzyka (aktywne/nieaktywne)	Jeśli nieaktywne, dlaczego:
<u>Ryzyka popytowe:</u> Poziom ruchu niższy niż prognozowany		
<u>Ryzyka związane z projektowaniem:</u> Niedostateczne wizje lokalne i inwentaryzacja Niedoszacowanie kosztu projektowania Błędy w projektowaniu		
<u>Ryzyka administracyjne (pozwolenia):</u> 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		
<u>Ryzyka związane z nabyciem gruntów:</u> Koszty gruntów wyższe, niż planowane Opóźnienia w realizacji procedur		
<u>Ryzyka związane z zamówieniami:</u> Opóźnienia w realizacji procedur		
<u>Ryzyka związane z wykonaniem robót:</u> 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 31. Risk identification

Risk name	Risk status (active/closed)	If closed, provide the reasons.
<u>Demand risks:</u> Traffic different than predicted		
<u>Design risks:</u> Inadequate site surveys and investigation Inadequate design cost estimates Mistakes in design		
<u>Administrative risks (permits):</u> Delays in obtaining implementation permits (e.g. building permit) Delays in utility connections approvals Delays in obtaining environmental approvals Delays in elimination of collisions with media		
<u>Land acquisition risks:</u> Land costs higher than predicted Procedural delays		
<u>Procurement risks:</u> Procedural delays		
<u>Construction risks:</u> Project cost overruns Geological risks (unexpected bad soil conditions, landslides, etc.) Climate risks (rainfall, frost, temperature variation, etc.) Archaeological risks (findings) Contractor related (bankruptcy, lack of sufficient resources, etc.)		

Nazwa ryzyka	Status ryzyka (aktywne/nieaktywne)	Jeśli nieaktywne, dlaczego:
Ryzyka operacyjne: Przekroczenie budżetu kosztów operacyjnych Ryzyka klimatyczne (gwałtowne powodzie, nadzwyczajne upały, ulewy, opady śniegu, itp.)		
Ryzyka regulacyjne: Zmiany w przepisach prawnych dotyczących ochrony środowiska		
Ryzyka finansowe: Dostępność środków krajowych na finansowanie nakładów inwestycyjnych Dostępność środków krajowych na finansowanie kosztów operacyjnych Wzrost kosztów finansowania		
Ryzyka zarządcze: Małe możliwości zarządzania przez Beneficjenta		
Ryzyka polityczne: Protesty społeczne Polityczne zmiany priorytetów inwestycyjnych		
Inne ryzyka: (wyszczególnić)		

Powyższa lista ma charakter indykatywny 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?

Risk name	Risk status (active/closed)	If closed, provide the reasons.
Operation risks: O&M cost overruns Climate change risks (flash flooding, extreme heat, extreme rain or snowfall, etc.)		
Regulatory risks: Changes in environmental requirements		
Financial risks: Availability of national financing for CAPEX Availability of national financing for OPEX Increase of financing costs		
Management risks: Weak capacity of management from the Beneficiary		
Political risks: Public opposition Political changes in investment priorities		
Other risks: (specify)		

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:

- Cause: what causes the risk?
- Consequence: what effect will the risk have on costs/ benefits / implementation time / funding and financial sustainability?

- Podmiot zarządzający ryzykiem: podmiotem takim jest podmiot, który ma uprawnienia do zarządzania określonym ryzykiem i jest odpowiedzialny za 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 akapicie 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.
- Siła oddziaływania ryzyka: wykorzystując poniższą tabelę, należy ocenić wpływ ryzyka w skali od I do V.
- Poziom ryzyka: kombinacja skali prawdopodobieństwa i skali oddziaływania ryzyka wskazuje na całkowity poziom danego ryzyka w czterostopniowej skali (niskie/ średnie/ wysokie/ bardzo wysokie).

Tabela 32a. 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.

- 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, contractor, or other. Where it is not the beneficiary who is the risk owner, 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 32a. 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 32b. Analiza jakościowa ryzyka – Macierz poziomu ryzyka

		Siła oddziaływania				
		I	II	III	IV	V
Prawdopodobieństwo	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.

Severity	
Meaning	Value
No effect on social welfare, even without remedial actions	I
Minor loss of social welfare generated by the project, affecting the project financial 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 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 32b. Qualitative risk – Risk level

		Severity				
		I	II	III	IV	V
Probability	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.

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 na ten temat nie są przedmiotem niniejszego podręcznika, ale powinny być częścią ogólnej analizy ryzyka projektu wg. powyżej przedstawionego podejścia, szczegółowe zalecenia znajdują się w dokumencie [Wytyczne techniczne dotyczące weryfikacji infrastruktury pod względem wpływu na klimat w latach 2021–2027](#).

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

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 the topic is not the subject of the present manual, although it needs to be part of the overall project risk analysis following the above presented framework, for specific recommendations refer to the [Technical guidance on the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027, EC 2021](#).

Mitigation measures and allocation of responsible parties

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.

wymaga opracowania planu awaryjnego na wypadek wystąpienia negatywnego zdarzenia lecz nie wymaga wcześniejszych działań.

Strategie "Zapobiegania" i "Ograniczania" są powiązane z matrycą poziomu ryzyka w następujący sposób:

Siła wpływu/ Prawdopodobieństwo	I	II	III	IV	V
A	Zapobieganie lub ograniczanie			Ograniczanie	
B					
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.

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	Prevention or mitigation		Mitigation		
B					
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 only some specific risks.

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.

In the transport sector, the critical parameters are usually investment cost, traffic and project implementation delays (causing lower benefits). Once data gathering and analysis is finalised, using the variable probability distribution functions,

W sektorze transportu, krytycznymi parametrami dla projektu są najczęściej koszt inwestycji, poziom ruchu i terminy realizacji projektu (opóźnienia powodują 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).

Jeśli nie są dostępne rozkłady prawdopodobieństwa, analiza ryzyka projektu będzie ograniczona tylko do analizy jakościowej.

probability distribution for ERR, ENPV, FNPV and (where possible) FRR may be calculated, using Monte Carlo simulation or similar tools.

If no probability distributions are available, the analysis is limited to the qualitative part.

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 (obecnie 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, gdy 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.

4.3 Risk assessment output presentation

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 33. 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
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. transportu drogowego/ Wykonawca robót /inny podmiot

Table 33. Risk matrix – extended analysis

Field	Data format	Data values range
Risk name	<text>	Risk description, e.g. “traffic lower than forecast”
Risk category	<choose between options>	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
Consequence	<choose between options>	Cost increase/Benefit reduction/ Delay in project implementation/ Funding and financial sustainability
Risk owner	<choose between options>	Beneficiary/ Managing Authority/ 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>	A to E. See table defining the scale.
Severity	<number I-V>	See table defining the scale.
Risk level	<choose between options>	Product of probability and severity Low/ Moderate/ High/ Very High
Response strategy	<choose between options>	Prevent/ Mitigate/ Transfer/ Tolerate
Mitigation measure	<text>	Verbal description
Mitigation measure owner	<choose between options>	Beneficiary/ MA/ Line Ministry/ Contractor/ other

Wyniki analizy ryzyka powinny zawierać komentarz do matrycy ryzyka dotyczący oceny ryzyk, które pozostaną po zastosowaniu działań zapobiegawczych i ograniczających ryzyko.

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.

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 as the Mitigation measure owner.

5. 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, szkoleń i pomocy technicznej. Te koszty należy wyrazić w stałych cenach; mogą one

This chapter aims at proper presentation of 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 works costs, equipment costs, costs of design, supervision, training, and technical assistance. Total project costs shall

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

be specified in constant prices; 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 of 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 zarządcę 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

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, EIB Project Carbon Footprint Methodologies, Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations July 2020.
- [8]. Eurostat, Gross domestic product, as percentage of EU28 per capita in purchasing power standards, current prices 2021; Electricity prices components for non-household consumers, prices net of taxes 2021.
- [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.

- [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, EIB Project Carbon Footprint Methodologies, Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations July 2020.
- [8]. Eurostat data, Gross domestic product, as percentage of EU28 per capita in purchasing power standards, current prices 2021; Electricity prices components for non-household consumers, prices net of taxes 2021.
- [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]. HEATCO – Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment, University of Stuttgart, Stuttgart 2006.
- [16]. Przewodnik do AKK (opublikowany przez GDDKiA w 2021 r.) zastępujący dotychczas stosowaną Instrukcję IBDiM z 2008 r.
- [17]. JASPERS, The Use of Transport Models in Transport Planning and Project Appraisal, Luty 2014.
- [18]. Jamroz K., Budzyński M., Gaca S., Kieć M., Michalski L., Kuśtra 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.
- [19]. „Wycena kosztów wypadków i kolizji drogowych na sieci dróg w Polsce na koniec roku 2018, z wyodrębnieniem średnich kosztów społeczno-ekonomicznych wypadków na transeuropejskiej sieci transportowej”, Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, grudzień 2019.
- [20]. "Stan bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz działania realizowane w tym zakresie w 2019 r.", Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, sierpień 2020.
- [21]. Van Essen H., van Wijngaarden L., Schroten A., Sutter D., Bieler C., Maffii S., Brambilla M., Fiorello D., Fermi F., Parolin R., El Beyrouthy K., Handbook on External Costs of Transport, European Commission, Version January 2019.

- [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, Guidelines for the organization and realisation of the General Traffic Measurement in 2010 on national roads, Warsaw 2009.
- [15]. HEATCO – Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment, University of Stuttgart, Stuttgart 2006.
- [16]. GDDKiA internal CBA instruction (published in 2021) substituting IBDiM instruction dated 2008.
- [17]. JASPERS, The Use of Transport Models in Transport Planning and Project Appraisal, February 2014.
- [18]. Jamroz K., Budzyński M., Gaca S., Kieć M., Michalski L., Kuśtra 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.
- [19]. "Wycena kosztów wypadków i kolizji drogowych na sieci dróg w Polsce na koniec roku 2018, z wyodrębnieniem średnich kosztów społeczno-ekonomicznych wypadków na transeuropejskiej sieci transportowej", Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, grudzień 2019.
- [20]. "Stan bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz działania realizowane w tym zakresie w 2019 r.", Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, sierpień 2020.
- [21]. Van Essen H., van Wijngaarden L., Schroten A., Sutter D., Bieler C., Maffii S., Brambilla M., Fiorello D., Fermi F., Parolin R., El Beyrouthy K., Handbook on External Costs of Transport, European Commission, Version January 2019.

- [22]. Krych A., Słownictwo kompleksowych badań i modelowania potoków ruch; materiały z II ogólnopolskiej konferencji Naukowo – Technicznej, Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu, Kraków Listopada 2010.
- [23]. Litman T., Transportation Cost Analysis: Techniques, Estimates and Implications, Second Edition, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, January 2009.
- [24]. Merkisz J., Nowak M., Pielecha J., Fuć P., Merkisz-Guranowska A., Środki i infrastruktura transportu, Politechnika Warszawska, Warszawa 2013.
- [25]. Ortuzar J. de Dios, Willumsen L.G., Modelling Transport, John Wiley & Sons Ltd, Chichester 2001.
- [26]. 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).
- [27]. 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 Grudzień 2014.
- [28]. Supernak J., Modele powstawania miejskiego ruchu osobowego, WKiŁ, Warszawa 1980.
- [29]. 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.
- [30]. Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej Oddział w Krakowie, Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu, materiały konferencyjne nr 1(103)/2014.
- [31]. G. Mellios, S. Hausberger, M. Keller, C. Samaras, L. Ntziachristos, Parameterisation of fuel consumption and CO2 emissions of passenger cars and light commercial vehicles for modelling purposes, JRC 2011.
- [32]. CAKE (Centrum Analiz Klimatyczno-Energetycznych), Ścieżki redukcji emisji CO2 w sektorze transportu w Polsce w kontekście „Europejskiego Zielonego Ładu”, 2020.

- [22]. Krych A., Słownictwo kompleksowych badań i modelowania potoków ruch; materiały z II ogólnopolskiej konferencji Naukowo – Technicznej, Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu, Kraków Listopada 2010.
- [23]. Litman T., Transportation Cost Analysis: Techniques, Estimates and Implications, Second Edition, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, January 2009.
- [24]. Merkisz J., Nowak M., Pielecha J., Fuć P., Merkisz-Guranowska A., Środki i infrastruktura transportu, Politechnika Warszawska, Warszawa 2013.
- [25]. Ortuzar J. de Dios, Willumsen L.G., Modelling Transport, John Wiley & Sons Ltd, Chichester 2001.
- [26]. 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).
- [27]. 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.
- [28]. Supernak J., Modele powstawania miejskiego ruchu osobowego, WKiŁ, Warszawa 1980.
- [29]. 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.
- [30]. Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej Oddział w Krakowie, Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu, materiały konferencyjne nr 1(103)/2014.
- [31]. G. Mellios, S. Hausberger, M. Keller, C. Samaras, L. Ntziachristos, Parameterisation of fuel consumption and CO2 emissions of passenger cars and light commercial vehicles for modelling purposes, JRC 2011.
- [32]. CAKE (Centrum Analiz Klimatyczno-Energetycznych), Ścieżki redukcji emisji CO2 w sektorze transportu w Polsce w kontekście „Europejskiego Zielonego Ładu”, 2020.

[33]. ITS, Prognozy eksperckie zmian aktywności sektora transportu drogowego (w kontekście ustawy o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji), 2017.

[34]. OECD/ITF, Optimisation of Maintenance, 2012.

[35]. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019, 1.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2019 (Sept. 2020).

[36]. GUS, Transport – wyniki działalności w 2019 r. Transport – activity results in 2019, 2020.

[37]. GUS, Roczne wskaźniki makroekonomiczne, aktualizacja 2021.

[38]. European Commission, Economic Appraisal Vademecum 2021-2027 - General Principles and Sector Applications, 2021.

[39]. ECB, EUR/PLN średnioroczne kursy walut.

[33]. ITS, Prognozy eksperckie zmian aktywności sektora transportu drogowego (w kontekście ustawy o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji), 2017.

[34]. OECD/ITF, Optimisation of Maintenance, 2012.

[35]. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019, 1.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2019 (Sept. 2020).

[36]. GUS, Transport – wyniki działalności w 2019 r. Transport – activity results in 2019, 2020.

[37]. GUS, Roczne wskaźniki makroekonomiczne, aktualizacja 2021.

[38]. European Commission, Economic Appraisal Vademecum 2021-2027 - General Principles and Sector Applications, 2021.

[39]. ECB, EUR/PLN exchange rates yearly averages.

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,
- malowanie konstrukcji i urządzeń,

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 a minimum level of maintenance and 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 unloaded 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, i.e.:

- repair of damaged balustrades,
- painting of the structure and devices,

- 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,
- drobne roboty ziemne,
- czyszczenie ekranów akustycznych i murów oporowych,

- repair of washed out embankments,
- removal of minor damage, cracks and ravelling of pavement.

Periodic maintenance

Rehabilitation works, to restore the original condition of the road or its full technical capacity, 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, summer, autumn, 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 earthworks,
- cleaning of noise barriers and retaining walls,

- utrzymanie elektronicznego systemu 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 trakcie pracy lub wynikająca z obowiązku służbowego, wyłączając dojazd do/z pracy (commuting). Najczęściej koszty przejazdu w celach służbowych 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 której bieżąca wartość korzyści równa jest wartości bieżącej kosztów tj. ekonomiczna zaktualizowana wartość netto (ENPV) jest równa 0.

- maintenance of electronic tolling system (where toll applies),
- vegetation maintenance on green areas,
- IT equipment maintenance,
- 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 driving for business purposes (excluding commuting trips) are not incurred by the user, but by their employer.

Design speed — speed for which technical parameters of individual elements of the road are designed, ensuring vehicle safety for a single vehicle moving 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 limitations).

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 – 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 Roczny w roku (SDRR) 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.

SDRR, 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 i naczepami,

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).

GPR – General Traffic Survey (Generalny Pomiar Ruchu) – a nationwide cyclical measurement (every 5 years) of the traffic volumes on national and voivodeship roads, held for the purpose of determining the following basic traffic parameters:

- Average Annual Daily Traffic (AADT) and traffic structure on sections with counting systems,
- traffic flows on the national and voivodeship 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, these additional categories are taken into account:

M –motorcycles and mopeds,

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).

Praca przewozowa/eksploatacyjna – 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 oraz transportu towarowego.

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 [poj./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 nachylenie podłużne jest mniejsze lub równe 2%.

Droga w terenie falistym – droga na której nachylenie podłużne wynosi od 2% do 6%.

Droga w terenie górskim – droga na której nachylenie podłużne jest 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.

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 and freight transport.

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. The road categories include:

- National Road (managed by GDDKiA): class A,S,GP, exceptionally G
- Voivodeship Road: class G,Z, exceptionally GP;
- County Road: class G, Z, exceptionally L
- Communal Road: class: L, D, exceptionally Z

- 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.

- Forest, industrial, private roads

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 it usually 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.

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 2022 roku.

Koszty jednostkowe czasu (VoT), wypadków, zanieczyszczenia powietrza i hałasu rosną w czasie z odpowiednią elastycznością¹⁹ w stosunku do wzrostu PKB na 1 mieszkańca (przyjęte wartości wskaźnika elastyczności dla poszczególnych kategorii kosztów ekonomicznych przedstawiono w kolejnych punktach niniejszego Załącznika A poniżej).

Dla VoT i wypadków, poniższe tabele przedstawiają wartości kosztów jednostkowych do 2060 roku. Dla pozostałych kategorii, zasady wzrostu cen są opisane w niniejszym załączniku.

Koszty jednostkowe przedstawione w niniejszym Załączniku do NK są kosztami zalecanymi dla celów AKK. Jeżeli wykonujący analizę zastosuje inne wartości jednostkowe z powszechnie uznanych/wiarygodnych źródeł, powinien zawsze dołączyć uzasadnienie zastosowania wartości alternatywnych. W przypadku braku akceptowalnego uzasadnienia, proponowane alternatywne wartości jednostkowe mogą zostać odrzucone lub mogą wymagać dodatkowego uzasadnienia.

Proponowana dezagregacja/podział kosztów jednostkowych na kategorie pojazdów (drogowych i kolejowych) odpowiada poziomowi, który jest uważany za odpowiedni do celów analizy AKK, biorąc pod uwagę między innymi dostępność danych, obecne uwarunkowania, adekwatność i aktualne główne cele polityki transportowej. Należy podkreślić, że możliwe jest również zastosowanie innego, bardziej szczegółowego podziału na kategorie pojazdów (drogowych i/lub kolejowych), adekwatnego do proponowanych kosztów jednostkowych (w oparciu

1. General considerations

All unit costs provided in the present appendix refer to prices of 2022.

Unit costs for VoT, accidents, air pollution and noise escalate over time with an appropriate elasticity¹⁹ to GDP growth per capita (the assumed values of the elasticity parameter for particular categories of economic unit costs are presented in the following chapters of this Appendix A below).

For VoT and accident costs, the tables below provide unit values incorporating escalation over time up to 2060. For the other categories, rules for price escalation are described in this Appendix.

The unit costs presented in this Appendix are the ones recommended for CBA purposes as described in Blue Book. If the analyst wishes to apply different unit values from recognised/relevant sources, he/she should always attach the justification for the use of alternative values. Proposed alternative unit values may be rejected or further substantiation asked for if, after due consideration, the justification considered to be unacceptable.

The proposed disaggregation/ split of unit costs in vehicle categories (for road and rail) responds to the level that is considered adequate for CBA analysis purposes considering, inter-alia, data availability, current conditions, relevance and current main policy objectives. It is underlined that other and more detailed split of vehicle categories (for road and/or rail) might also be used, based on those unit costs proposed (as per sources indicated in the relevant unit costs) or following the approach proposed above for alternative values.

¹⁹ 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 0,7-1,0.
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.

o ten sam materiał źródłowy) zgodnie z podejściem zaproponowanym powyżej dla alternatywnych wartości kosztów jednostkowych.

Koszty jednostkowe zależne od kategorii pojazdów (tj. VOC, zanieczyszczenie powietrza, zmiany klimatu i hałasu) zróżnicowano w zależności od dwóch kategorii pojazdów dla pojazdów drogowych (samochody lekkie LV i samochody ciężarowe HGV) i przedstawiono w odpowiednich tabelach (w niektórych przypadkach podano bardziej szczegółowy podział, zalecany do wykorzystania jedynie w szczególnych przypadkach). W przypadku, jeżeli rezultaty prognozy ruchu zostały przedstawione w podziale na 5 kategorii pojazdów drogowych, 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).

Przedstawione poniżej koszty jednostkowe oraz związane z nimi zasady i założenia do prognozowania odpowiadają tym zawartym w **pliku Excel**, który będzie corocznie aktualizowany (wraz z innymi koniecznymi aktualizacjami) i publikowany przez CUPT: https://www.cupt.gov.pl/wp-content/uploads/2022/06/koszty-jednostkowe_v_21_27_779.xlsx

Those unit costs depending on vehicle categories (i.e. VOC, air pollution, climate change and noise) are generally differentiated into 2 vehicle categories for road vehicles (LV and HGV) in all relevant tables (in some cases more detailed disaggregation is provided, only recommended for specific assessment purposes). In case that traffic forecasts outputs are provided differentiating the 5 road 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).

Unit costs presented below and associated principles and assumptions for forecasting correspond to the ones included in the related **Excel file** that will be object of regular updates (mainly referring to yearly indexation and/or any other relevant updates that could be required) and publication by CUPT: https://www.cupt.gov.pl/wp-content/uploads/2022/06/koszty-jednostkowe_v_21_27_779.xlsx

2. Trendy wzrostu PKB

Trendy wzrostu PKB wykorzystywane w prognozie ruchu wykonywanej przy użyciu modelu GDDKiA:

Lata						2020	2021
Wzrost PKB						3,30%	3,20%
Lata	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Wzrost PKB	3,10%	3,00%	2,90%	2,80%	2,80%	2,80%	2,70%
Lata	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Wzrost PKB	2,70%	2,70%	2,60%	2,60%	2,60%	2,50%	2,50%
Lata	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Wzrost 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, <https://www.gov.pl/attachment/bd528e67-81b1-4ad5-8f87-ab33b11a07fb>
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, <https://www.gov.pl/attachment/bd528e67-81b1-4ad5-8f87-ab33b11a07fb>.

2. GDP growth trends

GDP growth trends used as input in traffic forecasts by GDDKiA traffic model:

Period						2020	2021
GDP growth						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, <https://www.gov.pl/attachment/bd528e67-81b1-4ad5-8f87-ab33b11a07fb>
From 2041-2042, a conservative assumption of 1% GDP growth has been made.

For regional GDP growth rates (voivodeship 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, <https://www.gov.pl/attachment/bd528e67-81b1-4ad5-8f87-ab33b11a07fb>

Wzrost PKB per capita do wykorzystania przy indeksacji kosztów jednostkowych, przedstawiono poniżej.

Lata	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
PKB per capita	1,040	1,034	1,032	1,034	1,033	1,033	1,032
Lata	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
PKB per capita	1,031	1,030	1,031	1,030	1,030	1,029	1,028
Lata	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
PKB per capita	1,027	1,027	1,026	1,025	1,025	1,023	1,023
Lata	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049
PKB per capita	1,023	1,022	1,021	1,020	1,020	1,020	1,020
Lata	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056
PKB per capita	1,019	1,019	1,019	1,019	1,019	1,019	1,020
Lata	2057	2058	2059	2060			
PKB per capita	1,020	1,020	1,021	1,021			

Źródło: Opracowanie własne CUPT na podstawie Wytyczne dotyczące stosowania jednolitych wskaźników makroekonomicznych będących podstawą oszacowania skutków finansowych projektowanych ustaw, Minister Finansów, 29 kwietnia 2022 r. <https://www.gov.pl/web/finanse/wytyczne-sytuacja-makroekonomiczna>

GDP per capita growth to be used for unit costs indexation is presented below.

Year	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
GDP per capita	1.040	1.034	1.032	1.034	1.033	1.033	1.032
Year	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
GDP per capita	1.031	1.030	1.031	1.030	1.030	1.029	1.028
Year	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
GDP per capita	1.027	1.027	1.026	1.025	1.025	1.023	1.023
Year	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049
GDP per capita	1.023	1.022	1.021	1.020	1.020	1.020	1.020
Year	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056
GDP per capita	1.019	1.019	1.019	1.019	1.019	1.019	1.020
Year	2057	2058	2059	2060			
GDP per capita	1.020	1.020	1.021	1.021			

Source: CUPT own work based on Wytyczne dotyczące stosowania jednolitych wskaźników makroekonomicznych będących podstawą oszacowania skutków finansowych projektowanych ustaw, Minister Finansów, 29 kwietnia 2022 r. <https://www.gov.pl/web/finanse/wytyczne-sytuacja-makroekonomiczna>

3. Koszty czasu użytkowników infrastruktury transportowej

Jednostkowe koszty czasu (PLN/h), ceny 2022:

	Stawka godzinowa dla pasażerów oraz kierowców (PLN/h)			Stawka godzinowa przewozów towarowych drogowych (PLN/h)
	Podróży służbowych	Dojazdów do/z pracy	Podróży pozostałych	
2022	111,74	56,65	50,41	111,74
2023	113,98	57,78	51,41	113,98
2024	115,93	58,77	52,29	115,93
2025	117,80	59,72	53,14	117,80
2026	119,77	60,72	54,03	119,77
2027	121,73	61,71	54,91	121,73
2028	123,73	62,72	55,81	123,73
2029	125,72	63,73	56,71	125,72
2030	127,68	64,72	57,59	127,68
2031	129,62	65,71	58,47	129,62
2032	131,60	66,71	59,36	131,60
2033	133,57	67,71	60,25	133,57
2034	135,57	68,72	61,15	135,57
2035	137,54	69,72	62,04	137,54
2036	139,48	70,71	62,92	139,48
2037	141,39	71,68	63,78	141,39
2038	143,27	72,63	64,63	143,27
2039	145,10	73,56	65,45	145,10
2040	146,89	74,46	66,26	146,89
2041	148,71	75,39	67,08	148,71
2042	150,41	76,25	67,85	150,41
2043	152,13	77,12	68,62	152,13
2044	153,87	78,00	69,41	153,87
2045	155,56	78,86	70,17	155,56
2046	157,20	79,69	70,91	157,20
2047	158,78	80,49	71,62	158,78
2048	160,37	81,30	72,34	160,37
2049	161,99	82,12	73,07	161,99
2050	163,62	82,94	73,81	163,62
2051	165,19	83,74	74,51	165,19
2052	166,76	84,54	75,22	166,76

3. Costs of transport infrastructure users' time

Unit costs of time (PLN/h), prices 2022:

Years	The hourly rate of passengers and drivers travel (PLN/h)			The hourly rate of road freight (PLN/h)
	Business	Commuting	Other	
2022	111.74	56.65	50.41	111.74
2023	113.98	57.78	51.41	113.98
2024	115.93	58.77	52.29	115.93
2025	117.80	59.72	53.14	117.80
2026	119.77	60.72	54.03	119.77
2027	121.73	61.71	54.91	121.73
2028	123.73	62.72	55.81	123.73
2029	125.72	63.73	56.71	125.72
2030	127.68	64.72	57.59	127.68
2031	129.62	65.71	58.47	129.62
2032	131.60	66.71	59.36	131.60
2033	133.57	67.71	60.25	133.57
2034	135.57	68.72	61.15	135.57
2035	137.54	69.72	62.04	137.54
2036	139.48	70.71	62.92	139.48
2037	141.39	71.68	63.78	141.39
2038	143.27	72.63	64.63	143.27
2039	145.10	73.56	65.45	145.10
2040	146.89	74.46	66.26	146.89
2041	148.71	75.39	67.08	148.71
2042	150.41	76.25	67.85	150.41
2043	152.13	77.12	68.62	152.13
2044	153.87	78.00	69.41	153.87
2045	155.56	78.86	70.17	155.56
2046	157.20	79.69	70.91	157.20
2047	158.78	80.49	71.62	158.78
2048	160.37	81.30	72.34	160.37
2049	161.99	82.12	73.07	161.99
2050	163.62	82.94	73.81	163.62
2051	165.19	83.74	74.51	165.19
2052	166.76	84.54	75.22	166.76

2053	168,35	85,34	75,94	168,35
2054	169,95	86,15	76,66	169,95
2055	171,56	86,97	77,39	171,56
2056	173,19	87,80	78,12	173,19
2057	174,93	88,68	78,91	174,93
2058	176,68	89,56	79,70	176,68
2059	178,45	90,46	80,49	178,45
2060	180,32	91,41	81,34	180,32

Źródło: Studium zlecone przez JASPERS "Determination of the Value of Time (VOT) for passengers (in PLN/h)", Deloitte, 2021 w oparciu o wyniki badania ankietowego zleconego przez CUPT.

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

W poniższych tabelach przedstawiono jednostkowe koszty eksploatacji pojazdów kategorii LV i HGV w obecnie przyjętym roku bazowym (2022). Zakłada się, że aktualna struktura floty pojazdów drogowych pod względem rodzajów stosowanego paliwa obejmuje głównie: pojazdy benzynowe i napędzane olejem napędowym w przypadku LV; oraz wyłącznie napędzane olejem napędowym w przypadku HGV.

Te jednostkowe koszty zostały obliczone z uwzględnieniem pojazdów benzynowych i diesla: kosztów zużycia i innych kosztów tych pojazdów oraz odpowiednich danych dotyczących floty pojazdów drogowych (szczegóły dotyczące obliczeń VOC i związane z nimi założenia przedstawiono w Załączniku D). Jednostkowe koszty eksploatacji pojazdów podane w poniższej tabeli odnoszą się do płaskiego terenu i dobrej jakości nawierzchni (tzn. po budowie/ remoncie) a w kolejnej tabeli także do nawierzchni zdegradowanej. Podano również współczynniki wpływu nachylenia podłużnego drogi.

Podane poniżej wartości jednostkowe dotyczą wyłącznie pojazdów z silnikiem spalinowym. Wartości dla pojazdów elektrycznych znajdują się w jednej z poniższych tabel.

2053	168.35	85.34	75.94	168.35
2054	169.95	86.15	76.66	169.95
2055	171.56	86.97	77.39	171.56
2056	173.19	87.80	78.12	173.19
2057	174.93	88.68	78.91	174.93
2058	176.68	89.56	79.70	176.68
2059	178.45	90.46	80.49	178.45
2060	180.32	91.41	81.34	180.32

Source: JASPERS contracted study on "Determination of the Value of Time (VOT) for passengers (in PLN/h)", Deloitte, 2021 based on GC survey contracted by CUPT.

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

Tables below present the unit vehicle operating costs for LV and HGV for the currently adopted base year (2022). It is assumed that current road fleet fuel type composition is mainly: petrol and Diesel for LV, and exclusively Diesel for HGV.

Those unit VOC costs were calculated considering petrol and Diesel vehicles: fuel consumption costs and other costs of those vehicles, and relevant data on road vehicle fleet (details on determination of VOC calculations and related assumptions are presented in Appendix D). The unit VOC in the table below refer to flat terrain conditions and good road pavement conditions (i.e. after construction/ rehabilitation), and in the following one to road with deteriorated pavement. Factors related to road gradient influence are also provided.

The unit values specified below are for combustion motor vehicles only. Values for electric vehicles are in one of the following tables.

Jednostkowe koszty eksploatacji pojazdów spalinowych (PLN/poj-km), ceny 2022:

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe koszty eksploatacji pojazdów – PLN/poj-km – teren płaski (nawierzchnia po remoncie/ budowie)	
	LV	HGV
<10	1,528	3,236
<10-20>	1,291	2,503
(20-30>	1,194	2,282
(30-40>	1,135	2,170
(40-50>	1,096	2,108
(50-60>	1,070	2,075
(60-70>	1,054	2,060
(70-80>	1,045	2,056
(80-90>	1,042	2,061
(90-100>	1,045	2,078
(100-110>	1,053	2,154
(110-120>	1,066	2,229
(120-130>	1,082	2,304
(130-140>	1,103	2,379

Źródło: Opracowanie własne CUPT-JASPERS, szczegóły w Załączniku D.

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe koszty eksploatacji pojazdów – PLN/poj-km – teren płaski (nawierzchnia zdegradowana)	
	LV	HGV
<10	1,700	3,641
<10-20>	1,436	2,816
(20-30>	1,328	2,567
(30-40>	1,263	2,441

Unit vehicle operating costs for combustion motor vehicles (PLN/veh-km), prices 2022:

Speed (km/h)	Unit vehicle operating costs – PLN/veh-km – flat terrain (pavement after rehabilitation/ construction)	
	LV	HGV
<10	1.528	3.236
<10-20>	1.291	2.503
(20-30>	1.194	2.282
(30-40>	1.135	2.170
(40-50>	1.096	2.108
(50-60>	1.070	2.075
(60-70>	1.054	2.060
(70-80>	1.045	2.056
(80-90>	1.042	2.061
(90-100>	1.045	2.078
(100-110>	1.053	2.154
(110-120>	1.066	2.229
(120-130>	1.082	2.304
(130-140>	1.103	2.379

Source: CUPT-JASPERS work, details in Appendix D.

Speed (km/h)	Unit vehicle operating costs – PLN/veh-km – flat terrain (deteriorated pavement)	
	LV	HGV
<10	1.700	3.641
<10-20>	1.436	2.816
(20-30>	1.328	2.567
(30-40>	1.263	2.441

(40-50>	1,219	2,372
(50-60>	1,211	2,378
(60-70>	1,212	2,403
(70-80>	1,221	2,441
(80-90>	1,238	2,490
(90-100>	1,261	2,555
(100-110>	1,290	2,692
(110-120>	1,306	2,786
(120-130>	1,326	2,880
(130-140>	1,351	2,974

Źródło: Opracowanie własne CUPT-JASPERS, szczegóły w Załączniku D.

Wskaźniki wzrostu kosztów eksploatacji ze względu na nachylenie drogi dla pojazdów spalinowych. Mnożniki te mają zastosowanie do łącznych VOC:

Rodzaj terenu	LV	HGV
Płaski	1,000	1,000
Faliste	1,032	1,200

Źródło: Opracowanie własne CUPT-JASPERS, szczegóły w załączniku D

Nie są przedstawione współczynniki dla dróg w terenie górskim, tj. o nachyleniu podłużnym powyżej 6%, ponieważ nie mają one istotnego znaczenia dla oceny ekonomicznych kosztów i korzyści projektów transportowych realizowanych w Polsce. Na przykład, autostrady i drogi ekspresowe (kategorie A i S) z zasady nie są projektowane w konfiguracji „teren górski”, tj. z nachyleniem podłużnym powyżej 6%.

Pojazdy elektryczne kategorii LV – koszty eksploatacji pojazdu

Ponieważ spodziewany jest stały wzrost liczby samochodów elektrycznych w polskiej flocie pojazdów drogowych, musi to znaleźć odzwierciedlenie w kosztach eksploatacji. Na koszty eksploatacji pojazdów elektrycznych składają się analogicznie:

- Koszty zużycia energii elektrycznej: szacuje się, że średni wskaźnik zużycia dla przeciętnego pojazdu wynosi 0,233 kWh/poj-km należy przemnożyć

(40-50>	1.219	2.372
(50-60>	1.211	2.378
(60-70>	1.212	2.403
(70-80>	1.221	2.441
(80-90>	1.238	2.490
(90-100>	1.261	2.555
(100-110>	1.290	2.692
(110-120>	1.306	2.786
(120-130>	1.326	2.880
(130-140>	1.351	2.974

Source: CUPT-JASPERS work, details in Appendix D.

Vehicle operating costs multiplying indicators depending on type of terrain for combustion motor vehicles. These multiplying factors are to be applied to overall VOC:

Type of terrain	LV	HGV
Flat	1.000	1.000
Rolling	1.032	1.200

Source: CUPT-JASPERS work, details in Appendix D.

Factors for mountainous terrain (with a road gradient exceeding 6%) are not provided because they are not material for the CBA assessment of transport projects to be executed in Poland. Most notably, expressways and motorways (road categories A and S) in Poland are as a principle not designed with a gradient exceeding 6% (mountainous).

Electric LV – VOC

Since a continuous increase of electric vehicles as part of Polish road fleet is expected, it needs to be reflected in VOC. The VOC for electric vehicles will be constituted of similar components as other LV:

- Electricity consumption costs: an estimated average consumption rate for an average LV of 0.233 kWh/vehkm to be multiplied by the electricity cost that it is considered at 0.2044 PLN/kWh²⁰; and
- Other costs: same fixed costs as for other LV (0.8110 PLN/vehkm).

przez koszt energii elektrycznej przyjęty na poziomie 0,2044 PLN/kWh²⁰; oraz

- Pozostałe koszty: takie same koszty stałe, jak dla pozostałych pojazdów kategorii LV (0,8110 PLN/poj-km).

Całkowite koszty VOC dla przeciętnego pojazdu elektrycznego kategorii LV wynoszące 0,933 PLN/poj-km dla płaskiego terenu i dobrej jakości nawierzchni (tzn. po budowie/ remoncie) w cenach z 2022. Mnożniki związane z warunkami drogowymi i typem terenu dla benzyny / oleju napędowego mają również zastosowanie do pojazdów elektrycznych:

Wskaźniki wzrostu kosztów ze względu na nachylenie drogi dla pojazdów elektrycznych. Mnożniki te mają zastosowanie do łącznych VOC:

Rodzaj terenu	LV	HGV
Płaski	1,000	1,000
Falisty	1,032	1,200

Źródło: Opracowanie własne CUPT-JASPERS.

Wskaźniki wzrostu kosztów w zależności od stanu nawierzchni dla pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Mnożniki te stosowane są do łącznych VOC:

Stan nawierzchni	LV	HGV
Dobry (nawierzchnia po remoncie/ budowie)	1,000	1,000
nawierzchnia zdegradowana	1,169	1,188

Źródło: Opracowanie własne CUPT-JASPERS na podstawie "Optimisation of Maintenance", OECD/ITF 2012.

Total VOC costs for an average electric LV results at 0.933 PLN/vehkm for a road in flat terrain and under good conditions (i.e. after construction/ rehabilitation) at 2022 price level. Multiplier factors related to road condition and type of terrain for petrol/ Diesel LV are also applicable for LV electric vehicles:

Costs multiplying indicators depending on type of terrain for electric vehicles. These multiplying factors are to be applied to overall VOC:

Type of terrain	LV	HGV
Flat	1.000	1.000
Rolling	1.032	1.200

Source: CUPT-JASPERS work.

Costs multiplying indicators depending on pavement condition for electric and hybrid vehicles. The multiplying factors presented below are applied to overall VOC:

Pavement condition	LV	HGV
Good (rehabilitated/ reconstructed)	1.000	1.000
Degraded	1.169	1.188

Source: CUPT-JASPERS work based on "Optimisation of Maintenance", OECD/ITF 2012.

²⁰ Przyjęto ceny energii elektrycznej dla konsumentów nie będących gospodarstwami domowymi, jako bardziej stosowne do celów analiz kosztów i korzyści od cen dla gospodarstw domowych. Ceny energii elektrycznej dla gospodarstw domowych podlegają bowiem zniekształceniom powodowanym przez regulację taryf, która ma na celu ochronę tych konsumentów. / Eurostat, Electricity prices components for non-household consumers - annual data (from 2007 onwards). It considers: cost of energy and supply (excluding taxes); for non-household consumers; weighted average for all bands of consumption; price 2019. Electricity prices for non-household consumers were selected as more adequate for CBA purposes than electricity prices for household consumers. The latter are distorted through tariff regulation aimed at protection of household consumers.

Pojazdy LV – skład floty

Jednostkowe koszty eksploatacji pojazdu oparte są na aktualnej strukturze floty uwzględniającej zużycie paliwa, która według szacunków – jak wspomniano – nie ulegnie zmianie: benzyna (67,9%) i olej napędowy (32,1%). Szczegółowy skład floty (z uwzględnieniem wszystkich rodzajów paliwa stosowanych w polskiej flocie pojazdów typu LV) przedstawiono poniżej wraz z odpowiednimi prognozami. Do celów obliczeń w AKK zakłada się, że proponowane uproszczenie (tzn. benzyna i olej napędowy, z udziałem jak przedstawiono powyżej) jest wystarczające i założono na poziomie stałym w przyszłości dla LV z silnikami spalinowymi.

Struktura floty pojazdów LV uwzględniająca rodzaj paliwa	koniec 2019 r.
Olej napędowy	32,06%
CNG	0,02%
LPG	14,00%
Benzyna	53,80%
Hybryda	0,11%
Elektryczne	0,02%

Źródło: „Transport – wyniki działalności w 2019 r.”, GUS, 2020 r. oraz prognozy dla 2030 i 2050: „Ścieżki redukcji emisji CO₂ w sektorze transportu w Polsce w kontekście „Europejskiego Zielonego Ładu”” CAKE/KOBiZE, październik 2020.

Tabele poniżej przedstawiają szacunki na temat struktury floty pojazdów kategorii LV w przyszłości. Poniżej przedstawiono różne scenariusze oparte na dokumencie „Ścieżki redukcji emisji CO₂ w sektorze transportu w Polsce w kontekście „Europejskiego Zielonego Ładu”” autorstwa CAKE (Centrum Analiz Klimatyczno-Energetycznych), październik 2020 r.

Scenariusz bazowy:

	w 2030	w 2050
Olej napędowy	27,4%	17,3%
CNG	0,1%	0,9%
LPG	12,2%	9,8%
Benzyna	52,5%	38,9%
Hybryda	3,9%	9,9%
Elektryczne	3,9%	23,2%

Scenariusz ETSeq:

LV – Fleet composition

Unit VOC in the table above are based on current vehicle fleet composition regarding type of fuel consumption, assumed as: petrol (67.9%) and Diesel (32.1%). A more detailed fleet composition (including all types of fuel consumption present in Polish LV fleet) is presented below together with respective forecasts. For the purposes of CBA calculations, it is assumed that proposed simplification (i.e. petrol and Diesel only, with shares referred above) is adequate and assumed to match the constant fuel combustion motor LV shares in future.

LV fleet composition regarding type of fuel	End 2019
Diesel	32.06%
CNG	0.02%
LPG	14.00%
Petrol	53.80%
Hybrid	0.11%
Electric	0.02%

Source: "Transport – wyniki działalności w 2019 r. Transport – activity results in 2019", GUS, 2020 and forecasts for 2030 and 2050: "Ścieżki redukcji emisji CO₂ w sektorze transportu w Polsce w kontekście „Europejskiego Zielonego Ładu”” CAKE/KOBiZE, October 2020.

The following tables provide an estimation of the future structure of the LV fleet composition. Different scenarios presented are based on "Ścieżki redukcji emisji CO₂ w sektorze transportu w Polsce w kontekście „Europejskiego Zielonego Ładu”” by CAKE (Centrum Analiz Klimatyczno-Energetycznych), October 2020.

Base scenario:

	in 2030	in 2050
Diesel	27.4%	17.3%
CNG	0.1%	0.9%
LPG	12.2%	9.8%
Petrol	52.5%	38.9%
Hybrid	3.9%	9.9%
Electric	3.9%	23.2%

ETSeq scenario:

	w 2030	w 2050
Olej napędowy	26,9%	15,4%
CNG	0,2%	0,9%
LPG	12,0%	8,7%
Benzyna	52,7%	37,1%
Hybryda	4,0%	9,6%
Elektryczne	4,2%	28,3%

Scenariusz TechPro:

	w 2030	w 2050
Olej napędowy	26,5%	10,5%
CNG	0,1%	0,6%
LPG	11,7%	5,8%
Benzyna	50,2%	21,8%
Hybryda	5,4%	12,3%
Elektryczne	6,1%	49,0%

Scenariusz ProETSeq:

	w 2030	w 2050
Olej napędowy	26,1%	9,4%
CNG	0,2%	0,6%
LPG	11,6%	5,2%
Benzyna	50,3%	20,5%
Hybryda	5,2%	10,0%
Elektryczne	6,6%	54,3%

W celu uproszczenia obliczeń wykonywanych na potrzeby AKK dla projektów, proponuje się uwzględnienie uproszczonej ewolucji składu floty w czasie przedstawione poniżej. Jest ona oparta na scenariuszu bazowym i konsekwentnym zastosowaniu następujących założeń: pojazdy CNG/LPG mają osiągi podobne do silników benzynowych i dlatego uwzględniono je w ich ogólnym udziale; hybrydy uwzględniono w udziale pojazdów elektrycznych. Oczywiście, możliwe jest (i może być zalecane) uwzględnienie szczegółowego składu floty, kiedy szczegółowym celem analizy jest zbadanie wpływu zmian floty.

Ogólna struktura floty pojazdów kategorii LV prognozowana dla celów AKK:

	in 2030	in 2050
Diesel	26.9%	15.4%
CNG	0.2%	0.9%
LPG	12.0%	8.7%
Petrol	52.7%	37.1%
Hybrid	4.0%	9.6%
Electric	4.2%	28.3%

TechPro scenario:

	in 2030	in 2050
Diesel	26.5%	10.5%
CNG	0.1%	0.6%
LPG	11.7%	5.8%
Petrol	50.2%	21.8%
Hybrid	5.4%	12.3%
Electric	6.1%	49.0%

ProETSeq scenario:

	in 2030	in 2050
Diesel	26.1%	9.4%
CNG	0.2%	0.6%
LPG	11.6%	5.2%
Petrol	50.3%	20.5%
Hybrid	5.2%	10.0%
Electric	6.6%	54.3%

For the purposes of simplifying transport projects' CBA calculations, it is proposed to consider the simplified fleet composition evolution over time presented below. It is based on the Base Scenario and consistently applies the following assumptions previously referred for current fleet composition: CNG/LPG vehicles perform similarly as petrol engines and therefore are considered in their overall share; hybrid vehicles are considered as part of electric share. It is certainly possible (and might be recommended) to consider the full detailed fleet composition when there is a particular aim to analyse impacts of fleet changes.

General LV fleet structure forecast for CBA purposes:

Rodzaj paliwa	koniec 2019	2030	2050
Spalinowe	100,00%	92,20%	66,90%
Elektryczne	0,00%	7,80%	33,10%

Powyższe prognozy dotyczące udziałów pojazdów elektrycznych należy zweryfikować w okresie programowania finansowego 2021-2027, gdy tylko dostępne będą aktualne i wiarygodne prognozy dla Polski.

Pojazdy HGV – skład floty

Zakłada się, że struktura floty pojazdów kategorii HGV pozostanie w 100% oparta na oleju napędowym w okresie analizy.

Zmienność kosztów jednostkowych w czasie

Zakłada się brak realnego wzrostu jednostkowych kosztów eksploatacji pojazdów w czasie. Należy jedynie uwzględnić indeksację nominalną wskaźnikiem polskiej inflacji CPI do poziomu cenowego właściwego dla roku bazowego, kiedy rok bazowy zmieni się z obecnie przyjętego (2022) na późniejszy.

5. Koszty wypadków drogowych

Koszty jednostkowe zdarzeń drogowych (PLN/zdarzenie), ceny 2022:

Rok	Koszty (PLN)			
	Ofiar śmiertelnych	Ciężko rannych	Lekko rannych	Straty materialne
2022	2 839 314	3 927 947	57 169	18 261
2023	2 930 153	4 053 615	58 998	18 845
2024	3 010 194	4 164 345	60 610	19 360
2025	3 088 029	4 272 023	62 177	19 861
2026	3 170 810	4 386 544	63 844	20 393
2027	3 253 742	4 501 273	65 513	20 927
2028	3 339 332	4 619 679	67 237	21 477
2029	3 424 992	4 738 183	68 962	22 028
2030	3 510 601	4 856 616	70 685	22 579
2031	3 596 027	4 974 795	72 405	23 128
2032	3 684 102	5 096 639	74 179	23 694
2033	3 771 924	5 218 133	75 947	24 259

	End 2019	2030	2050
Diesel/petrol	100.00%	92.20%	66.90%
Electric	0.00%	7.80%	33.10%

The above forecasts regarding electric vehicles' shares should be reviewed along the 2021-2027 financial programming period as soon as updated and reliable forecasts for Poland are available.

HGV – Fleet composition

HGV fleet structure is assumed to be maintained as 100% Diesel over analysis period.

Unit cost evolution over time

It is assumed that there will be no real increase in unit VOC over time. Only nominal indexation to the price level appropriate for the base year, when it moves on from the currently adopted (2022), should be conducted with the use of Polish inflation (CPI).

5. Costs of road accidents

Unit costs of road accidents (PLN/accident), prices 2022:

Year	Costs (PLN)			
	Fatalities	Heavily Injured	Slightly Injured	Material losses
2022	2,839,314	3,927,947	57,169	18,261
2023	2,930,153	4,053,615	58,998	18,845
2024	3,010,194	4,164,345	60,610	19,360
2025	3,088,029	4,272,023	62,177	19,861
2026	3,170,810	4,386,544	63,844	20,393
2027	3,253,742	4,501,273	65,513	20,927
2028	3,339,332	4,619,679	67,237	21,477
2029	3,424,992	4,738,183	68,962	22,028
2030	3,510,601	4,856,616	70,685	22,579
2031	3,596,027	4,974,795	72,405	23,128
2032	3,684,102	5,096,639	74,179	23,694
2033	3,771,924	5,218,133	75,947	24,259

2034	3 862 359	5 343 243	77 768	24 841
2035	3 952 345	5 467 731	79 580	25 420
2036	4 041 686	5 591 326	81 379	25 994
2037	4 130 238	5 713 831	83 162	26 564
2038	4 217 807	5 834 975	84 925	27 127
2039	4 304 194	5 954 484	86 664	27 683
2040	4 389 193	6 072 072	88 376	28 229
2041	4 476 151	6 192 371	90 126	28 788
2042	4 557 857	6 305 404	91 772	29 314
2043	4 641 277	6 420 810	93 451	29 850
2044	4 726 417	6 538 593	95 166	30 398
2045	4 809 516	6 653 554	96 839	30 933
2046	4 890 394	6 765 441	98 467	31 453
2047	4 968 870	6 874 006	100 047	31 957
2048	5 048 781	6 984 555	101 656	32 471
2049	5 130 112	7 097 071	103 294	32 994
2050	5 212 880	7 211 573	104 960	33 527
2051	5 292 882	7 322 249	106 571	34 041
2052	5 373 405	7 433 646	108 193	34 559
2053	5 455 154	7 546 738	109 839	35 085
2054	5 538 146	7 661 551	111 510	35 619
2055	5 622 401	7 778 111	113 206	36 161
2056	5 707 938	7 896 443	114 928	36 711
2057	5 799 365	8 022 925	116 769	37 299
2058	5 892 256	8 151 432	118 640	37 896
2059	5 986 636	8 281 998	120 540	38 503
2060	6 087 340	8 421 313	122 567	39 151

Źródło: opracowanie własne CUPT-JASPERS w oparciu o "Wycena kosztów wypadków i kolizji drogowych na sieci dróg w Polsce na koniec roku 2018, z wyodrębnieniem średnich kosztów społeczno-ekonomicznych wypadków na transeuropejskiej sieci transportowej", Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, grudzień 2019, Tabela 6.2, str. 36.

2034	3,862,359	5,343,243	77,768	24,841
2035	3,952,345	5,467,731	79,580	25,420
2036	4,041,686	5,591,326	81,379	25,994
2037	4,130,238	5,713,831	83,162	26,564
2038	4,217,807	5,834,975	84,925	27,127
2039	4,304,194	5,954,484	86,664	27,683
2040	4,389,193	6,072,072	88,376	28,229
2041	4,476,151	6,192,371	90,126	28,788
2042	4,557,857	6,305,404	91,772	29,314
2043	4,641,277	6,420,810	93,451	29,850
2044	4,726,417	6,538,593	95,166	30,398
2045	4,809,516	6,653,554	96,839	30,933
2046	4,890,394	6,765,441	98,467	31,453
2047	4,968,870	6,874,006	100,047	31,957
2048	5,048,781	6,984,555	101,656	32,471
2049	5,130,112	7,097,071	103,294	32,994
2050	5,212,880	7,211,573	104,960	33,527
2051	5,292,882	7,322,249	106,571	34,041
2052	5,373,405	7,433,646	108,193	34,559
2053	5,455,154	7,546,738	109,839	35,085
2054	5,538,146	7,661,551	111,510	35,619
2055	5,622,401	7,778,111	113,206	36,161
2056	5,707,938	7,896,443	114,928	36,711
2057	5,799,365	8,022,925	116,769	37,299
2058	5,892,256	8,151,432	118,640	37,896
2059	5,986,636	8,281,998	120,540	38,503
2060	6,087,340	8,421,313	122,567	39,151

Source: CUPT-JASPERS work based on "Wycena kosztów wypadków i kolizji drogowych na sieci dróg w Polsce na koniec roku 2018, z wyodrębnieniem średnich kosztów społeczno-ekonomicznych wypadków na transeuropejskiej sieci transportowej", Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, December 2019, Table 6.2, page 36.

Zmienność kosztów jednostkowych w czasie

Prognoza zmiany jednostkowych kosztów wypadków drogowych 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 przez pojazdy drogowe [PLN/poj-km], ceny 2022:

Jednostkowe koszty zanieczyszczeń powietrza – teren płaski (nawierzchnia po remoncie/ budowie (PLN/poj-km))	Drogi klasy A i S	Drogi miejskie (inne niż A, S)	Drogi zamiejskie (inne niż A i S)
LV	0,032	0,043	0,022
HGV	0,229	0,561	0,222
Elektryczne LV	0,004	0,003	0,003
Elektryczne autobusy	0,007	0,025	0,011

Źródło: Opracowanie własne CUPT-JASPERS w oparciu o Handbook on the External Costs of Transport (January 2019).

Założenia co do struktury floty (pod względem rodzajów stosowanego paliwa) i jej ewolucji w czasie przyjęto takie same, jak dla obliczeń kosztów eksploatacji (VOC). Dlatego te same założenia dotyczące ewolucji floty LV w okresie analizy (według rodzajów stosowanego paliwa), należy zastosować do obliczeń kosztów zanieczyszczenia powietrza.

Wpływ nachylenia drogi na emisje zanieczyszczeń powietrza przez pojazdy drogowe przyjęto na takim samym poziomie, jak wpływ na zużycie paliwa. Przyjmuje się, że teren falisty zwiększa zużycie paliwa pojazdów lekkich o 15%. W przypadku HGV, odpowiedni współczynnik uzyskano w oparciu o zastosowane równania do wyliczania zużycia paliwa.

Unit cost evolution over time

Unit accident cost evolution over time (forecasts in the table above) is based on GDP per capita growth (values provided in point 2) with an elasticity of 0.8.

6. Costs of air pollution

Economic unit costs of air pollution by road vehicles [PLN/veh-km], prices 2022:

Unit costs of air pollution for a flat road after rehabilitation/ construction (PLN/vehkm)	A & S road classes	Urban roads (other than A, S)	Rural roads (other than A, S)
LV	0.032	0.043	0.022
HGV	0.229	0.561	0.222
Electric LV	0.004	0.003	0.003
Electric Buses	0.007	0.025	0.011

Source: CUPT-JASPERS work based on Handbook on the External Costs of Transport (January 2019).

Assumptions on road vehicle fleet composition and its evolution in time regarding type of fuel consumption are the same as applied and to be considered in VOC category. Therefore, the same considerations on LV fleet composition evolution (regarding fuel type consumption) along analysis period are to be applied for air pollution costs calculations.

The influence of road gradient on air pollution emissions by road vehicles is assumed the same as on fuel consumption. It is considered that a hilly terrain increases fuel consumption by 15% for LV. For HGV, the related factor was obtained based on the fuel consumption equations.

Wskaźniki wzrostu kosztów ze względu na nachylenie drogi:

Rodzaj terenu	LV	HGV
Płaski	1,000	1,000
Falisty	1,150	1,697

Źródło: Opracowanie własne CUPT-JASPERS.

Wskaźniki wzrostu kosztów w zależności od stanu nawierzchni:

Stan nawierzchni	LV	HGV
Dobry (nawierzchnia po remoncie/ budowie)	1,000	1,000
Nawierzchnia zdegradowana	1,169	1,188

Źródło: Opracowanie własne CUPT-JASPERS na podstawie „Optimisation of Maintenance”, OECD/ITF 2012.

Transport kolejowy

Krańcowe koszty jednostkowe zanieczyszczenia powietrza PLN/poc-km, ceny 2022:

Pociągi pasażerskie PLN/ poc-km		Metropolia (*)	Obszar miejski	Obszar zamieski
Elektryczne	Dużych prędkości			
	Międzyaglomeracyjne	0,012	0,012	0,012
	Regionalne	0,018	0,018	0,018
Diesel	Międzyaglomeracyjne (EGR/SRC)	1,509	1,225	0,741
	Międzyaglomeracyjne	2,272	2,178	1,306
	Regionalne (EGR/SRC)	1,752	1,343	0,819
	Regionalne	2,425	2,290	1,382

Costs multiplying indicators depending on type of terrain:

Type of terrain	LV	HGV
Flat	1.000	1.000
Rolling	1.150	1.697

Source: CUPT-JASPERS work.

Costs multiplying indicators depending on pavement condition:

Pavement condition	LV	HGV
Good (rehabilitated/ reconstructed)	1.000	1.000
Degraded	1.169	1.188

Source: CUPT-JASPERS work based on "Optimisation of Maintenance", OECD/ITF 2012.

Rail modes

Marginal costs for air pollution in PLN/train-km, prices 2022:

Passenger PLN/ train-km		Metropolita n area (*)	Urban area	Rural area
Electric	Highspeed train			
	Intercity train	0.012	0.012	0.012
	Regional train	0.018	0.018	0.018
Diesel	Intercity train (with EGR/SRC)	1.509	1.225	0.741
	Intercity train	2.272	2.178	1.306
	Regional train (with EGR/SRC)	1.752	1.343	0.819
	Regional train	2.425	2.290	1.382

Pociągi towarowe PLN/ poc-km		Metropolia (*)	Obszar miejski	Obszar zamiejski
Elektryczne	Krótkie kontenerowe (420 m)	0,021	0,021	0,021
	Krótkie masowe (300 m)	0,032	0,032	0,032
	Długie kontenerowe (620 m)	0,060	0,060	0,060
	Długie masowe (440 m)	0,068	0,068	0,068
Diesel	Krótkie kontenerowe (EGR/SRC) (420 m)	7,683	6,665	3,964
	Krótkie kontenerowe (420 m)	16,834	13,752	8,134
	Krótkie masowe (EGR/SRC) (300 m)	7,700	6,683	3,982
	Krótkie masowe (300 m)	16,852	13,770	8,152
	Długie kontenerowe (EGR/SRC) (620 m)	7,747	6,730	4,028
	Długie kontenerowe (620 m)	16,898	13,816	8,198
	Długie masowe (EGR/SRC) (440 m)	7,761	6,744	4,042
	Długie masowe (440 m)	16,912	13,830	8,212

Źródło: Obliczenia własne na podstawie Handbook on the External Costs of Transport (January 2019).

(*) Obszar metropolitalny: miasto lub aglomeracja o liczbie mieszkańców przekraczającej 0,5 miliona (definicja według Handbook on the External Costs of Transport, EC, January 2019)

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.

Freight PLN/ train-km		Metropolita n area (*)	Urban area	Rural area
Electric	Short container (420 m)	0.021	0.021	0.021
	Short bulk (300 m)	0.032	0.032	0.032
	Long container (620 m)	0.060	0.060	0.060
	Long bulk (440 m)	0.068	0.068	0.068
Diesel	Short container (with EGR/SRC) (420 m)	7.683	6.665	3.964
	Short container (420 m)	16.834	13.752	8.134
	Short bulk (with EGR/SRC) (300 m)	7.700	6.683	3.982
	Short bulk (300 m)	16.852	13.770	8.152
	Long container (with EGR/SRC) (620 m)	7.747	6.730	4.028
	Long container (620 m)	16.898	13.816	8.198
	Long bulk (with EGR/SRC) (440 m)	7.761	6.744	4.042
	Long bulk (440 m)	16.912	13.830	8.212

Source: Own calculation based on Handbook on the External Costs of Transport (January 2019).

(*) Metropolitan area: city or agglomeration larger than 0.5 million inhabitants (definition according to Handbook on the External Costs of Transport, EC, January 2019).

Unit cost evolution over time

Unit air pollution costs evolution over time (to be calculated) is based on GDP per capita growth (values provided in point 2) with an elasticity of 0.8.

7. Koszty zmian klimatu

W poniższych tabelach przedstawiono współczynniki emisji dla pojazdów kategorii LV i HGV w obecnie przyjętym roku bazowym (2022). Założenia co do struktury floty (pod względem rodzajów stosowanego paliwa) i jej ewolucji w czasie przyjęto takie same, jak dla obliczeń kosztów eksploatacji i zanieczyszczenia powietrza.

Współczynniki emisji w poniższej tabeli przedstawiono dla terenu płaskiego i nawierzchni w dobrym stanie (tzn. po budowie/remontie) oraz drogi o nawierzchni zdegradowanej. Podano również współczynniki związane z wpływem nachylenia podłużnego drogi.

Emisje gazów cieplarnianych innych niż dwutlenek węgla CO₂ (tj. metan CH₄ i podtlenek azotu N₂O) nie są uwzględnione. Jest to zgodne z Metodologiami Obliczania Śladu Węglowego Projektu autorstwa EBI, wersja 11.1, lipiec 2020 r. (Patrz Tabela A1.3 na stronie 30): „Wpływ gazów cieplarnianych innych niż CO₂ jest nieistotny. Do celów obliczeniowych poniższe współczynniki można uznać za CO₂e.”

Jednostkowe współczynniki emisji gazów cieplarnianych [gCO₂e/poj-km]:

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe współczynniki emisji gazów cieplarnianych – gCO ₂ e/poj-km – teren płaski (nawierzchnia po remontie/budowie)	
	LV	HGV
<10	651,652	1 639,612
<10-20>	412,720	913,172
(20-30>	314,458	694,518
(30-40>	255,386	583,520
(40-50>	216,347	522,589
(50-60>	190,278	490,176
(60-70>	173,753	474,974
(70-80>	164,830	470,831
(80-90>	162,284	475,455
(90-100>	165,287	493,092

7. Costs of climate change

Tables below present the GHG emission factors for LV and HGV for the currently adopted base year (2022). Assumptions on road vehicle fleet composition and its evolution in time regarding type of fuel consumption are the same as applied and to be considered in VOC category. Therefore, the same considerations on LV fleet composition evolution (regarding fuel consumption type) along analysis period are to be applied as for VOC and air pollution.

The emission factors in the table below refer to flat terrain and good road pavement conditions (i.e. after construction/rehabilitation) and road with deteriorated pavement. Factors related to road gradient influence are also provided.

Emissions of greenhouse gases other than carbon dioxide CO₂ (i.e. CH₄ methane and N₂O dinitrogen monoxide) are not included. This is in accordance with EIB Project Carbon Footprint Methodologies, version 11.1, July 2020 (see Table A1.3 on page 30): “The impact of non-CO₂ GHGs is negligible. For calculation purposes, the factors below can be considered as CO₂e.”

Greenhouse gas unit emission factors [gCO₂e/veh-km]:

Speed (km/h)	Unit GHG emissions factors – gCO ₂ e/veh-km – flat terrain (pavement after rehabilitation/construction)	
	LV	HGV
<10	651.652	1,639.612
<10-20>	412.720	913.172
(20-30>	314.458	694.518
(30-40>	255.386	583.520
(40-50>	216.347	522.589
(50-60>	190.278	490.176
(60-70>	173.753	474.974
(70-80>	164.830	470.831
(80-90>	162.284	475.455
(90-100>	165.287	493.092

(100-110>	173,245	567,589
(110-120>	185,712	642,086
(120-130>	202,344	716,583
(130-140>	222,868	791,080

Źródło: Opracowanie własne CUPT-JASPERS na podstawie VOC fuel consumption and EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019, with 1.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2019 (Sept. 2020).

Prędkość podróży (km/godz.)	Jednostkowe współczynniki emisji gazów cieplarnianych – gCO ₂ e/poj-km – teren płaski (nawierzchnia zdegradowana)	
	LV	HGV
<10	724,963	1 844,563
<10-20>	459,151	1 027,319
(20-30>	349,835	781,333
(30-40>	284,117	656,460
(40-50>	240,686	587,913
(50-60>	215,252	561,660
(60-70>	199,816	554,136
(70-80>	192,645	559,112
(80-90>	192,713	574,509
(90-100>	199,378	606,092
(100-110>	212,225	709,486
(110-120>	227,497	802,608
(120-130>	247,871	895,729
(130-140>	273,013	988,850

Źródło: Opracowanie własne CUPT-JASPERS na podstawie VOC fuel consumption and EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019, with 1.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2019 (Sept. 2020).

Wpływ nachylenia drogi na emisje gazów cieplarnianych przez pojazdy drogowe przyjęto na takim samym poziomie, jak wpływ na zużycie paliwa. Przyjmuje się, że teren falisty zwiększa zużycie paliwa pojazdów lekkich o 15%. W przypadku HGV,

(100-110>	173.245	567.589
(110-120>	185.712	642.086
(120-130>	202.344	716.583
(130-140>	222.868	791.080

Source: CUPT-JASPERS work based on VOC fuel consumption and EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019, with 1.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2019 (Sept. 2020).

Speed (veh/km)	Unit GHG emissions factors – gCO ₂ e/veh-km – flat terrain (deteriorated pavement)	
	LV	HGV
<10	724.963	1,844.563
<10-20>	459.151	1,027.319
(20-30>	349.835	781.333
(30-40>	284.117	656.460
(40-50>	240.686	587.913
(50-60>	215.252	561.660
(60-70>	199.816	554.136
(70-80>	192.645	559.112
(80-90>	192.713	574.509
(90-100>	199.378	606.092
(100-110>	212.225	709.486
(110-120>	227.497	802.608
(120-130>	247.871	895.729
(130-140>	273.013	988.850

Source: CUPT-JASPERS work based on VOC fuel consumption and EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019, with 1.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2019 (Sept. 2020).

The influence of road gradient on greenhouse gas emissions by road vehicles is assumed the same as on fuel consumption. It is considered that a hilly terrain

odpowiedni współczynnik uzyskano w oparciu o zastosowane równania do wyliczania zużycia paliwa.

Wskaźniki wzrostu ze względu na nachylenie drogi:

Rodzaj terenu	LV	HGV
Płaski	1,000	1,000
Falisty	1,150	1,697

Źródło: Opracowanie własne CUPT-JASPERS na podstawie obliczeń VOC.

Pojazdy elektryczne kategorii LV – współczynniki emisji gazów cieplarnianych

Ponieważ przewidywany jest stały wzrost udziału pojazdów elektrycznych w polskiej flocie drogowej, musi on znaleźć odzwierciedlenie w odpowiednich współczynnikach emisji gazów cieplarnianych.

Współczynnik emisji gazów cieplarnianych dla energii elektrycznej z krajowej sieci elektroenergetycznej w roku 2019 wynosił 719 gCO₂/kWh²¹. Na podstawie tej wartości wyjściowej obliczony został współczynnik dla aktualnego roku bazowego (2022) na poziomie **662,90 gCO₂/kWh**, z uwzględnieniem następujących założeń przyjętych jako stosowne uproszczenie: [1] udziału sieciowej energii elektrycznej wytworzonej z węgla kamiennego i brunatnego w roku 2019²², [2] oszacowanej elastyczności emisji gazów cieplarnianych związanych z siecią energią elektryczną względem zmian udziału węgla kamiennego i brunatnego w strukturze paliwowej energetyki w Polsce, oraz [3] prognozy udziału węgla kamiennego i brunatnego w strukturze paliwowej energetyki w Polsce zgodnie z Polityką energetyczną Polski do roku 2040²³.

increases fuel consumption by 15% for LV. For HGV, the related factor was obtained based on the fuel consumption equations used.

Multiplying indicators depending on type of terrain:

Type of terrain	LV	HGV
Flat	1.000	1.000
Rolling	1.150	1.697

Source: CUPT-JASPERS work based on VOC calculations.

Electric LV – GHG emission factors

As noted above, since a continuous increase of electric vehicles as part of Polish road fleet is expected, it needs to be reflected in respective GHG emission factors.

The national electricity grid GHG emission factor in 2019 was 719 gCO₂/kWh²¹. Starting from that point, the factor for the current base year (2022) was calculated as **662.90 gCO₂/kWh** with the following approach assumed as a relevant proxy: [1] the share of grid electricity generated from hard coal and lignite in 2019²², [2] the estimated elasticity of grid electricity GHG emissions to changes in the share of hard coal and lignite in Poland's energy mix, and [3] the forecast share of hard coal and lignite in Poland's energy mix in accordance with the Energy Policy of Poland until 2040 (Polityka Energetyczna Polski do 2040 r.)²³.

²¹ „Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2019 rok”, KOBiZE, grudzień 2020, rozdział 2, strona 4, tabela „Wskaźniki emisji w [kg/MWh] dla odbiorców końcowych energii elektrycznej”; https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/wskazniki_emisyjnosci/Wskazniki_emisyjnosci_grudzien_2020.pdf

²² „Raport roczny z funkcjonowania Krajowego Systemu Energetycznego - 2019 r.”, PSE S.A.; <https://www.pse.pl/dane-systemowe/funkcjonowanie-kse/raporty-roczne-z-funkcjonowania-kse-za-rok/raporty-za-rok-2019>; Tabela 6.1. Struktura produkcji energii elektrycznej w elektrowniach krajowych, wielkości wymiany energii elektrycznej z zagranicą i krajowe zużycie energii elektrycznej w latach 2018÷2019 [GWh].

²³ „Polityka energetyczna Polski do roku 2040” (uchwała Rady Ministrów z dnia 2 lutego 2021 r.), Załącznik 2: Wnioski z analiz prognostycznych dla sektora energetycznego, Tabela 22. Prognoza produkcji energii elektrycznej brutto wg paliw [TWh]; <https://www.gov.pl/attachment/6dfde9ce-71df-43e2-95a2-5ea8863c52ee>

Proponowany współczynnik emisji dla przeciętnego elektrycznego pojazdu kategorii LV w roku 2022 wynosi **154,68 gCO₂e/poj-km**. Jak w przypadku innych typów pojazdów, dotyczy to płaskiego terenu i dobrej nawierzchni drogi (tzn. po budowie/ remoncie). Współczynniki związane z wpływem nachylenia podłużnego drogi i stanu nawierzchni podane dla innych typów pojazdów mogą być również zastosowane do pojazdów elektrycznych.

Wskaźniki wzrostu kosztów ze względu na nachylenie drogi:

Rodzaj terenu	LV	Autobus elektr.
Płaski	1,000	1,000
Falisty	1,150	1,697

Wskaźniki wzrostu kosztów w zależności od stanu nawierzchni:

Stan nawierzchni	LV	Autobus elektr.
Dobry (nawierzchnia po remoncie)/budowie	1,000	1,000
nawierzchnia zdegradowana	1,169	1,188

Źródło: Opracowanie własne CUPT-JASPERS na podstawie "Optimisation of Maintenance", OECD/ITF 2012.

W poniższej tabeli przedstawiono obszerniejszy zbiór współczynników emisji dla poszczególnych typów pojazdów elektrycznych w roku 2022:

Pojazdy drogowe elektryczne i hybrydowe-elektryczne:		Zużycie energii (kWh/ poj-km)	Emisyjność GHG 2022 (*) [g CO ₂ e/ poj-km]
Samochód osobowy, hybrydowy benzyna +elektryczny	Przeciętnie	0,503	461,29
Samochód osobowy, hybrydowy benzyna +elektryczny	Obszar miejski	0,658	604,41
Samochód osobowy, elektryczny (średni rozmiar)	Przeciętnie	0,233	154,68
Samochód osobowy, elektryczny (średni rozmiar)	Obszar miejski	0,203	134,42
Autobus miejski, hybrydowy diesel +elektryczny (standardowy)	Przeciętnie	3,172	2 911,87

The proposed emission factor for an average electric LV in 2022 is **154.68 gCO₂e/veh-km**. As for other vehicle types, it corresponds to flat terrain and good road pavement conditions (i.e. after construction/ rehabilitation). Factors related to road gradient influence and pavement condition are provided below.

Costs multiplying indicators depending on type of terrain:

Type of terrain	LV	Electric bus
Flat	1.000	1.000
Rolling	1.150	1.697

Costs multiplying indicators depending on pavement condition:

Pavement condition	LV	Electric bus
Good (after construction/ rehabilitation)	1.000	1.000
Degraded	1.169	1.188

Source: CUPT-JASPERS work based on "Optimisation of Maintenance", OECD/ITF 2012.

The table below provides a wider set of emission factors for different types of electric vehicles in 2022 in case it might be of use for certain specific assessments:

Road vehicles, electric and hybrid-electric		Energy consumption (kWh/ veh-km)	GHG emissions factor 2022 (*) [g CO ₂ e/ veh-km]
LV, hybrid petrol+electric	Average	0.503	461.29
LV, hybrid petrol+electric	Urban area	0.658	604.41
LV, electric (medium size)	Average	0.233	154.68
LV, electric (medium size)	Urban area	0.203	134.42

Autobus miejski, elektryczny (standardowy)	Przeciętnie	2,175	1 441,81
--	-------------	-------	----------

Źródło: Opracowanie własne CUPT-JASPERS na podstawie "EIB Project Carbon Footprint Methodologies", lipiec 2020, oraz wskaźnika emisji CO₂ dla odbiorców końcowych sieciowej energii elektrycznej za rok 2019 wg KOBiZE.

(*) Łącznie emisje związane z wytwarzaniem i przesyłem energii elektrycznej sieciowej używanej przez pojazd oraz emisje związane ze zużyciem paliwa w pojeździe.

Emisyjność gazów cieplarnianych z wytwarzania sieciowej energii elektrycznej do napędzania pojazdów oraz jej zmienność w czasie

Jak opisano powyżej, obliczony został współczynnik emisji gazów cieplarnianych dla energii elektrycznej z krajowej sieci elektroenergetycznej dla aktualnego roku bazowego (2022) uwzględniając aktualną strukturę paliwową energetyki w Polsce. Opracowano także projekcję tego wskaźnika na podstawie przyjętej Polityki energetycznej Polski do roku 2040 (Polityka Energetyczna Polski do 2040 r.) z 2 lutego 2021 r. Dokument ten wyznacza kierunki działań dla osiągnięcia celów klimatycznych poprzez zwiększanie udziału źródeł odnawialnych i bezemisyjnych w wytwarzaniu energii elektrycznej, co prowadzi do zmniejszania ilości energii wytwarzanej z paliw kopalnych (węgla kamiennego i brunatnego).

Na tej podstawie poniższa tabela przedstawia prognozę krajowego wskaźnika emisji gazów cieplarnianych z wytwarzania sieciowej energii elektrycznej:

Rok	2022	2025	2030	2035	2040
gCO ₂ e/kWh	662,90	645,57	579,05	446,40	373,31

Wartości współczynnika dla lat pośrednich szacuje się metodą interpolacji liniowej, a począwszy od roku 2040 wartość współczynnika przyjmuje się na stałym poziomie. Projekcje wartości współczynników emisji, zarówno dla energii elektrycznej z krajowej sieci elektroenergetycznej, jak i dla kategorii elektrycznych pojazdów drogowych wymienionych powyżej, zawiera **plik Excel** opracowany w związku z Niebieskimi Księgami.

Powyższe wartości należy odnieść do floty pojazdów o napędzie elektrycznym, tj. elektrycznych pojazdów drogowych i pociągów, w zależności od tego, czego dotyczy dany projekt.

City bus, hybrid diesel+electric (standard)	Average	3.172	2,911.87
City bus, electric (standard)	Average	2.175	1,441.81

Source: CUPT-JASPERS work based on "EIB Project Carbon Footprint Methodologies", July 2020, and the national electricity grid GHG emission factor for 2019 as reported by KOBiZE (December 2020).

(*) Total emissions related to the generation and transmission of grid electricity consumed by the vehicle and emissions related to the fuel consumption of the vehicle.

Electricity Grid GHG emission factor and its evolution over time

As above referred, the national electricity GHG emission factor is for the current base year (2022) considering the current energy mix in Poland. The evolution of this referred factor is estimated based on the above described approach referring to the adopted Energy Policy of Poland until 2040 (Polityka Energetyczna Polski do 2040 r.) from 2nd of February 2021. This document sets out the directions to progressively pursue climate objectives by increasing electricity produced from renewable and non-emission sources, thus reducing the amount of energy produced from fossil fuels (hard coal and lignite).

On that basis, the table below presents the forecast for the national grid electricity GHG emission factor:

Year	2022	2025	2030	2035	2040
gCO ₂ e/kWh	662.90	645.57	579.05	446.40	373.31

The unit costs for the intermediate years are estimated based on linear interpolation of the above defined unit costs and from 2040 onwards, it will be considered constant. The forecast values of the emission factors, both for the national electricity grid and for the categories of electric road vehicles mentioned above, are provided in the related **Excel file**.

The above values are to be applied to electric powered vehicle fleet i.e. electric road vehicles and railway trains as relevant for the project.

Kategoria LV – skład floty

Współczynniki emisji dla aktualnej floty pojazdów spalinowych przedstawione w powyższej tabeli oparte są na aktualnej strukturze floty pojazdów spalinowych kategorii LV pod względem zużycia rodzajów paliwa; jej skład przyjęto jako stały w horyzoncie prognozy: benzyna (67,9%) i olej napędowy (32,1%). Prognozy ewolucji składu floty do zastosowania przedstawiono powyżej w rozdziale poświęconym kosztom eksploatacji pojazdów.

Pociągi

Poniższe tabele przedstawiają współczynniki emisji gazów cieplarnianych dla pociągów, które wynikają z pomnożenia wskaźników zużycia energii (zgodnie z poniższą tabelą) przez współczynnik emisji gazów cieplarnianych z sieci krajowej (tj. 662,90 gCO₂/kWh). Wartości współczynników emisji dotyczą aktualnego roku bazowego (2022) i uwzględniają aktualną strukturę paliwową energetyki w Polsce. W związku z tym prognozę ewolucji krajowego współczynnika emisji gazów cieplarnianych z wytwarzania sieciowej energii elektrycznej należy również zastosować w celu uzyskania odpowiednich współczynników emisji gazów cieplarnianych dla poszczególnych rodzajów pociągów w poszczególnych latach okresu referencyjnego analizy.

Nie dotyczy to pociągów spalinowych.

Projekcje wartości współczynników emisji dla pociągów zawiera **plik Excel** opracowany w związku z Niebieskimi Księgami.

Pociągi pasażerskie		Zużycie energii (kWh/ miejsce-km)	Emisyjność GHG 2022(*) [gCO ₂ e/ miejsce-km]
Elektryczne	Średnio, wszystkie rodzaje	0,031	20,26
	Regionalne i Podmiejskie	0,025	16,57
	Międzyaglomeracyjne	0,033	22,10
	Pociągi dużej prędkości	0,031	20,26
Diesel	Średnio, wszystkie rodzaje	0,072	70,43
	Regionalne i Podmiejskie	0,061	59,34
	Międzyaglomeracyjne	0,086	83,61

LV – Fleet composition

Emission factors for current combustion vehicle fleet presented in the tables above are based on current combustion LV fuel type consumption fleet structure, assumed to be constant in the future and constituted, as mentioned, by: petrol (67.9%) and Diesel (32.1%). The forecasts for fleet composition evolution to be considered are presented in VOC category above.

Rail modes

The tables below present GHG emission factors for railway trains which result from multiplying the energy consumption rates (as per table below) by the national grid GHG emission factor (i.e. 662.90 gCO₂/kWh). These emission factors are for the current base year (2022) and consider the current energy mix in Poland. Therefore, the forecast for the evolution of the national grid electricity GHG emission factor are also to be applied to obtain the respective GHG emission factors of railway trains over the reference period.

This does not apply to Diesel trains.

The forecast values of the emission factors for railway trains are provided in the related **Excel file**.

Passenger		Energy consumption (kWh/ seat-km)	GHG emissions factor 2022(*) [gCO ₂ e/ seat-km]
Electric	Average, all types	0.031	20.26
	Regional/ Suburban	0.025	16.57
	Intercity	0.033	22.10
	Highspeed	0.031	20.26
Diesel	Average, all types	0.072	70.43
	Regional/ Suburban	0.061	59.34
	Intercity	0.086	83.61

Pociągi towarowe		Zużycie energii (kWh/ poc- km)	Emisyjność GHG 2022(*) [gCO ₂ e/ poc- km]
Elektryczne	Średnio, wszystkie rodzaje (1000t - 21 wagonów)	16,611	11 011,54
	Masowe (1000t - 18 wagonów)	16,611	11 011,54
	Gabarytowe (1000t - 26 wagonów)	16,611	11 011,54
	Kontenerowe (1000t - 21 wagonów)	16,611	11 011,54
Diesel	Średnio, wszystkie rodzaje (1000t - 21 wagonów)	44,861	32 266,57
	Masowe (1000t - 18 wagonów)	44,861	32 266,57
	Gabarytowe (1000t - 26 wagonów)	44,861	32 266,57
	Kontenerowe (1000t - 21 wagonów)	44,861	32 266,57

Źródło: Opracowanie własne CUPT na podstawie "EIB Project Carbon Footprint Methodologies", lipiec 2020, oraz wskaźnika emisji CO₂ dla odbiorców końcowych sieciowej energii elektrycznej za rok 2019 wg KOBiZE.

(*) Łącznie emisje związane z wytwarzaniem i przesyłem energii elektrycznej sieciowej zużywanej przez pociąg oraz emisje związane ze zużyciem paliwa w pociągu.

Jednostkowe koszty emisji CO₂e

EIB, ceny ukryte CO₂ w €/tCO₂e, ceny 2016:

Lata	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
EUR/ tCO ₂ e	80	165	250	390	525	660	800

Źródło: EIB Group Climate Bank Roadmap (2020) (Annex 5. Aligned carbon prices)

Freight		Energy consumption (kWh/ train-km)	GHG emissions factor 2022(*) [gCO ₂ e/ train-km]
Electric	Average, all types (1000t - 21W)	16.611	11,011.54
	Bulk (1000t - 18W)	16.611	11,011.54
	Volume (1000t - 26W)	16.611	11,011.54
	Container (1000t - 21W)	16.611	11,011.54
Diesel	Average, all types (1000t - 21W)	44.861	32,266.57
	Bulk (1000t - 18W)	44.861	32,266.57
	Volume (1000t - 26W)	44.861	32,266.57
	Container (1000t - 21W)	44.861	32,266.57

Source: CUPT work based on "EIB Project Carbon Footprint Methodologies", July 2020, and the national electricity grid GHG emission factor for 2019 as reported by KOBiZE (December 2020).

(*) Total emissions related to the generation and transmission of grid electricity consumed by the train and emissions related to the fuel consumption of the train.

Unit cost of GHG emissions

EIB shadow cost of carbon in €/tCO₂e, 2016 prices:

Year	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
EUR/ tCO ₂ e	80	165	250	390	525	660	800

Source: EIB Group Climate Bank Roadmap (2020) (Annex 5. Aligned carbon prices).

Obliczenie kosztów jednostkowych zmian klimatu i zmienność kosztów jednostkowych w czasie

Obliczenie kosztu jednostkowego dla obecnie przyjętego roku bazowego (2022) wymaga przeliczenia z EUR na PLN (kurs 2016), a następnie przeliczenia kosztu jednostkowego CO₂ (2016) na poziom cenowy analizy (2022). Koszty jednostkowe dla pozostałej części okresu odniesienia zostaną oszacowane w oparciu o interpolację liniową wyżej określonych kosztów jednostkowych, jak przedstawiono w **pliku Excel** z kosztami jednostkowymi.

Obliczenie kosztu jednostkowego dla roku bazowego jest przedstawione poniżej:

Kroki		Obliczenia
1	Określenie kosztu jednostkowego CO ₂ dla roku bazowego	Poziom cenowy analizy = 2022 Poziom cenowy przyjęto wg zasady „jako poziom cenowy dla roku X przyjmuje się ceny z końca roku poprzedniego X-1. Rok bazowy analizy=2022 80 EUR/tCO₂ jest ceną dla roku 2021 (z końca roku 2020) Koszt jednostkowy 2022 (w cenach z 2016) = $[80 + (165-80)/(2026-2021)] = 97 \text{ EUR/tCO}_2$ <i>*Taka sama zasada liniowej interpolacji została zastosowana do oszacowania wartości pośrednich w tabeli EIB z cenami ukrytymi węgla</i> Np.: Koszt jednostkowy 2023 (w cenach 2016) = $[97 + (165-80)/(2026-2021)] = 114 \text{ EUR/tCO}_2$...
2	Określenie kosztu jednostkowego CO ₂ w PLN	Kurs wymiany 2016: 1 EUR = 4,3632 PLN Np.: Koszt jednostkowy 2022 (w cenach 2016) w PLN = $[97 \text{ EUR/tCO}_2 \cdot 4,3632 \text{ PLN/EUR}] = 423,23 \text{ PLN/tCO}_2$
3	Określenie kosztu jednostkowego CO ₂ w PLN w danym roku	Średni wskaźnik inflacji cen towarów i usług konsumpcyjnych w Polsce, skumulowany z 2016 do poziomu cen roku (2022) = 1,152 Np. Rok bazowy (2022) koszt jednostkowy CO₂ w PLN w cenach z roku 2022: $[423,23 \text{ PLN/tCO}_2 \cdot 1,152] = 487,61 \text{ PLN/tCO}_2$

Climate change unit costs calculation and evolution over time

The unit cost for the currently adopted base year (2022) is first exchanged from EUR to PLN (exchange rate 2016), then the price basis of CO₂ unit cost (2016) is converted to price level of analysis (2022). The unit costs for the rest of the reference period are estimated based on linear interpolation of the above defined unit costs, as presented in the **Excel file** for unit costs.

The calculation of the unit cost for the base year is illustrated below:

Steps		Calculations
1	Establish the CO ₂ unit cost for the base year of analysis and projections	Price level of the analysis = 2022 The general price level principle applied is “the X year price level is as at the end of the previous year X-1” Base year of analysis=2022 80 EUR/tCO₂ is the price for 2021 (end of 2020) Unit cost 2022 (at 2016 price level) = $[80 + (165-80)/(2026-2021)] = 97 \text{ EUR/tCO}_2$ <i>*Same principle of linear interpolation calculation applies for all intermediate years from the table on EIB shadow cost of carbon</i> E.g.: Unit cost 2023 (at 2016 price level) = $[97 + (165-80)/(2026-2021)] = 114 \text{ EUR/tCO}_2$...
2	Calculate the CO ₂ unit costs in PLN	Exchange rate 2016: 1 EUR = 4,3632 PLN E.g.: Unit cost 2022 (at 2016 price level) in PLN = $[97 \text{ EUR/tCO}_2 \cdot 4,3632 \text{ PLN/EUR}] = 423.23 \text{ PLN/tCO}_2$
3	Calculate CO ₂ unit costs in PLN at year price level	Average CPI inflation for Poland, cumulated from 2016 to the price year level (2022) = 1.152 E.g. Base year (2022) CO₂ unit costs in PLN at price level 2022: $[423.23 \text{ PLN/tCO}_2 \cdot 1.152] = 487.61 \text{ PLN/tCO}_2$

8. Koszty hałasu

Metoda pierwsza

Jednostkowe koszty ekonomiczne hałasu pojazdów drogowych [PLN/poj-km], ceny 2022:

Wartości jednostkowe w oparciu o krańcowe koszty zewnętrzne hałasu (PLN/poj-km)	Metropolia (*)	Obszar miejski	Obszar zamiejski
LV	0,064	0,004	0,0005
HGV	0,791	0,049	0,006
Autobus	0,499	0,031	0,004

Źródło: CUPT-JASPERS work based on Handbook on the External Costs of Transport (January 2019).

(*) Obszar metropolitalny: miasto lub aglomeracja o liczbie mieszkańców przekraczającej 0,5 miliona (definicja według Handbook on the External Costs of Transport, EC, January 2019)

Pojazdy elektryczne nie są uwzględnione. Zakłada się, że koszty hałasu są pomijane dla pojazdów elektrycznych, tzn. wartości jednostkowe dotyczą tylko pojazdów z silnikiem spalinowym.

Transport kolejowy

Jednostkowe koszty ekonomiczne hałasu pociągów [PLN/poc-km], ceny 2022:

Wartości jednostkowe w oparciu o krańcowe koszty zewnętrzne hałasu (PLN/poc-km)	Metropolia (*)	Obszar miejski	Obszar zamiejski
Pociągi pasażerskie międzyaglomeracyjne	1,427	0,701	0,091
Pociągi towarowe	2,084	0,909	0,131

Źródło: obliczenia własne na podstawie Handbook on the External Costs of Transport (January 2019), plik "FINAL_marginal_costs_air-poll_climate_WTT_noise.xlsx", zakładka "noise_all"

8. Costs of noise

First method

Economic unit costs of noise of road vehicles [PLN/veh-km], prices 2022:

Unit values based on marginal external cost of noise (PLN/vehkm)	Metropolitan area (*)	Urban area	Rural area
LV	0.064	0.004	0.0005
HGV	0.791	0.049	0.006
Bus	0.499	0.031	0.004

Source: CUPT-JASPERS work based on Handbook on the External Costs of Transport (January 2019).

(*) Metropolitan area: city or agglomeration larger than 0.5 million inhabitants (definition according to Handbook on the External Costs of Transport, EC, January 2019).

Electric vehicles are not included. It is assumed that noise costs are omitted for electric vehicles, i.e. unit values apply only to combustion-engine vehicles.

Rail modes

Economic unit costs of noise of railway trains [PLN/train-km], prices 2022:

Unit values based on marginal external cost of noise (PLN/train-km)	Metropolitan area (*)	Urban area	Rural area
Passenger train	1.427	0.701	0.091
Freight train	2.084	0.909	0.131

Source: CUPT-JASPERS work based on Handbook on the External Costs of Transport (January 2019), file "FINAL_marginal_costs_air-poll_climate_WTT_noise.xlsx", sheet "noise_all"

Metoda druga

Wskaźnik negatywnego wpływu hałasu: odsetek osób dorosłych porytowanych w odniesieniu do osób (w każdym wieku) narażonych na nadmierny hałas

L _{Aeq} dB	Odsetek osób narażonych na dokuczliwość 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, transport drogowy [PLN/osobę/rok], ceny 2022:

Jednostkowe koszty hałasu dla różnych poziomów w dB (A) (PLN/osobę/rok)				
55-59	60-64	65-69	70-74	>75
465	989	1 703	2 740	3 475

Źródło: Opracowanie CUPT-JASPERS na podstawie Handbook on the External Costs of Transport (January 2019), plik "FINAL_marginal_costs_air-poll_climate_WTT_noise.xlsx", zakładka "noise_input".

Jednostkowe koszty ekonomiczne hałasu, transport kolejowy [PLN/osobę/rok], ceny 2022:

Jednostkowe koszty hałasu dla różnych poziomów w dB (A) (PLN/osobę/rok)				
55-59	60-64	65-69	70-74	>75
462	995	1 724	2 777	3 531

Źródło: Opracowanie CUPT-JASPERS na podstawie Handbook on the External Costs of Transport (January 2019), plik "FINAL_marginal_costs_air-poll_climate_WTT_noise.xlsx", zakładka "noise_input".

Second method

Impact indicator for noise exposure: percentage of adult persons highly annoyed per person (all ages) exposed to excessive noise

L _{Aeq} 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 for roads [PLN/person/year], prices 2022:

Unit noise costs for different levels in dB (A) (PLN/person/year)				
55-59	60-64	65-69	70-74	>75
465	989	1,703	2,740	3,475

Source: CUPT-JASPERS work based on Handbook on the External Costs of Transport (January 2019), file "FINAL_marginal_costs_air-poll_climate_WTT_noise.xlsx", sheet "noise_input".

Economic unit costs of noise for railways [PLN/person/year], prices 2022:

Unit noise costs for different levels in dB (A) (PLN/person/year)				
55-59	60-64	65-69	70-74	>75
462	995	1,724	2,777	3,531

Source: CUPT-JASPERS work based on Handbook on the External Costs of Transport (January 2019), file "FINAL_marginal_costs_air-poll_climate_WTT_noise.xlsx", sheet "noise_input".

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.

9. Koszty utrzymania infrastruktury drogowej (koszty jednostkowe dotyczące nawierzchni asfaltowych i betonowych)

Jeżeli dla danego projektu dostępne są szczegółowe dane dotyczące kosztów eksploatacji i utrzymania (tzn. podejście utrzymaniowe przedstawione w rozdziale 1.9.2, a także poniższe koszty jednostkowe nie są właściwe do zastosowania), to należy przedstawić odpowiednie dla tego projektu koszty jako stawki jednostkowe na km w rozbiciu na poszczególne składniki, aby umożliwić szybkie porównanie wariantów inwestycyjnych projektu.

Jednostkowe koszty eksploatacji i utrzymania bieżącego [PLN/km], ceny 2022:

Klasa drogi	Jednostkowe koszty eksploatacji i utrzymania bieżącego [PLN/km], netto
A,S – 2/2	200 000
S 1/2+1	150 000
S 1/2	110 000
GP 2/2	130 000
GP 1/2	67 000
G	67 000

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z przetargów GDDKiA "Utrzymaj standard".

Uwaga: (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).

Unit cost evolution over time

Unit noise costs evolution over time (to be calculated) is based on GDP per capita growth (values provided in point 2) with an elasticity of 0.8.

9. Costs of maintenance of road infrastructure (unit costs applicable to bituminous and concrete pavements)

If project-specific and justified O&M costs data is available (i.e. the maintenance approach proposed in chapter 1.9.2 and values proposed below are not appropriate for consideration), 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.

Unit costs of routine operation and maintenance [PLN/km], prices 2022:

Road class	Unit costs of routine operation and maintenance [PLN/km], net
A,S – 2/2	200,000
S 1/2+1	150,000
S 1/2	110,000
GP 2/2	130,000
GP 1/2	67,000
G	67,000

Source: Proprietary calculations based on costs taken from GDDKiA "Maintain standard" tenders.

Note: (1) The above mentioned unit costs include all routine and preventive maintenance activities for all road infrastructure assets (pavement, interchanges and other facilities, service roads, drainage, safety equipment, noise screens, etc.).

(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).

Jednostkowe koszty utrzymania okresowego [PLN/km], ceny 2022:

Klasa drogi	Jednostkowe koszty utrzymania okresowego [PLN/km], netto
A,S – 2/2	1 600 000
S 1/2+1	1 100 000
S 1/2	900 000
GP 2/2	1 200 000
GP 1/2	780 000
G	670 000

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z przetargów utrzymaniowych GDDKiA.

Uwaga: (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).

Zmienność kosztów jednostkowych w czasie

Zakłada się brak realnego wzrostu jednostkowych kosztów eksploatacji i utrzymania infrastruktury drogowej w czasie. Należy jedynie uwzględnić indeksację nominalną wskaźnikiem polskiej inflacji cen produkcji budowlano-montażowej do poziomu cenowego właściwego dla roku bazowego, kiedy rok bazowy zmieni się z obecnie przyjętego (2022) na późniejszy.

Koszty jednostkowe dla dużych obiektów inżynierskich (tylko w wyjątkowych przypadkach dla projektów unijnych)

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.

W przypadku braku innych wiarygodnych danych, 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 dróg

Unit costs of periodic maintenance [PLN/km], prices 2022:

Road class	Unit costs of periodic maintenance [PLN/km], net
A,S – 2/2	1,600,000
S 1/2+1	1,100,000
S 1/2	900,000
GP 2/2	1,200,000
GP 1/2	780,000
G	670,000

Source: Proprietary calculations based on costs taken from GDDKiA's maintenance tenders.

Note: (1) The above mentioned unit costs include all periodic maintenance for all road infrastructure assets (pavement, interchanges and other facilities, service roads, drainage, safety equipment, noise screens, etc.).
(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 cost evolution over time

It is assumed that there will be no real increase in unit costs of operation and maintenance of road infrastructure over time. Only nominal indexation to the price level appropriate for the base year, when it moves on from the currently adopted (2022), should be conducted with the use of Polish inflation of prices in construction and assembly industry.

Unit costs of large engineering structures (only in exceptional cases for EU funded projects)

Generally, it is recommended to have a particular analysis conducted, case by case, by an engineering expert, to estimate the respective O&M costs, in particular if the estimates are used to forecast an O&M budget necessary to maintain these structures.

When no other reliable data is available, for purposes of CBA, 1.5% of the investment costs is considered valid as a preliminary estimation of total yearly average routine and periodic O&M costs for the given engineering structure (identified by means of sound project engineering criteria). For the rest of the project road length, the above proposed overall unit costs of maintenance (routine and periodic) should be applied.

objętych projektem 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 kosztach związanych z eksploatacją Elektronicznego Systemu Poboru Opłat w lipcu, sierpniu i wrześniu 2021 roku. Do końca września 2021 r. funkcjonowały równocześnie dwa systemy elektronicznego poboru opłat: dotychczasowy viaTOLL i wdrażany e-TOLL. Dane kosztowe dotyczące eksploatacji Elektronicznego Systemu Poboru Opłat odnoszą się do obu systemów. Od 1 października 2021 r. e-TOLL stał się jedynym systemem umożliwiającym uiszczenie opłaty za przejazd po drogach płatnych w Polsce. W okresie, którego dotyczą dane kosztowe, łączna długość dróg publicznych zarządzanych przez GDDKiA objętych opłatami za przejazd wynosiła 3,68 tys. kilometrów. Jednostkowe koszty operacyjne systemu poboru opłat będą mogły zostać zaktualizowane w przyszłości na podstawie danych kosztowych dotyczących funkcjonowania tego systemu po zakończeniu okresu wdrażania. Będzie to mogło nastąpić w ramach okresowej aktualizacji tabel kosztów jednostkowych publikowanych przez CUPT.

Koszty jednostkowe eksploatacji elektronicznego systemu poboru opłat [PLN/km]:

Rok	Jednostkowe koszty operacyjne systemu poboru opłat (PLN/km), netto
2022	63 535

Źródło: Opracowanie własne CUPT na podstawie informacji z Ministerstwa Finansów – Krajowej Administracji Skarbowej.

Zmienność kosztów jednostkowych w czasie

Zakłada się brak realnego wzrostu jednostkowych kosztów eksploatacji i utrzymania elektronicznego systemu poboru opłat w czasie. Należy jedynie uwzględnić indeksację nominalną wskaźnikiem polskiej inflacji cen produkcji budowlano-montażowej do poziomu cenowego właściwego dla roku bazowego, kiedy rok bazowy zmienia się z obecnie przyjętego (2022) na późniejszy.

Unit operating costs of the tolling system

Proposed electronic toll operating unit costs below are based on costs associated with operation of the Electronic Tolling System in July, August and September 2021. Until the end of September there were two electronic tolling systems running in parallel: the incumbent viaTOLL and the introduced e-TOLL. Cost data concerning operation of the Electronic Tolling System refers to both systems. Since 1st October 2021 e-TOLL became the only system for paying the toll for driving on tolled roads in Poland. During the period covered by cost data, the total length of public tolled roads managed by GDDKiA amounted to 3.68 thousand kilometres. It will be possible to update unit operating costs of the tolling system based on cost data concerning the system operation after the completion of the introductory period. This may be effected as part of the routine update of unit cost tables published by CUPT.

Electronic tolling system operating unit costs [PLN/km]:

Year	Electronic tolling system operating unit costs (PLN/km), net
2022	63 535

Source: CUPT work based on data from the Ministry of Finance – National Revenue Administration.

Unit cost evolution over time

It is assumed that there will be no real increase in unit costs of operation and maintenance of the electronic tolling system over time. Only nominal indexation to the price level appropriate for the base year, when it moves on from the currently adopted (2022), should be conducted with the use of Polish inflation of prices in construction and assembly industry.

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) Obiekty (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 średnich okresów trwałości aktywów infrastruktury drogowej nieprzedstawione w Tabeli 12 w rozdziale 1.11 niniejszej Niebieskiej Księgi 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.

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 incld. replacmt.	% of remain ing life
	in mPLN	Years		Years	
(A) Earthworks	450	40	-	40	38%
(B) Structures (bridges)	300	75	-	75	67%
(C) Road works	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 of average physical life of road infrastructure assets not presented in Table 12, section 1.11 of this Blue Book are assumed based on sectorial knowledge regarding periodic maintenance activities.

** 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	Okres analizy = 25 lat
2	Obliczenie wartości rezydualnej projektu w oparciu o zidentyfikowane powyżej aktywa projektu: Powyższa wartość odpowiada rezydualnej wartości finansowej projektu. W celu uzyskania ekonomicznej wartości rezydualnej projektu należy zastosować współczynniki przeliczeniowe CF dla kosztów budowy.	<i>Wartość rezydualna</i> = $450 \cdot 38\% + 300 \cdot 67\% + 175 \cdot 50\% + 40 \cdot 25\% + 20 \cdot 58\% + 10 \cdot 33\% + 50 \cdot 60\% + 15 \cdot 33\% + 80 = 596,25 \text{ mln PLN}$

Steps		Example
1	Identify project assets' remaining life value at the end of the analysis period considering replacements and their physical life based on Table 12	Analysis period = 25 years
2	Calculate the project residual value for the above identified project assets: <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>	<i>Residual value</i> = $450 \cdot 38\% + 300 \cdot 67\% + 175 \cdot 50\% + 40 \cdot 25\% + 20 \cdot 58\% + 10 \cdot 33\% + 50 \cdot 60\% + 15 \cdot 33\% + 80 = 596.25 \text{ mPLN}$

Załącznik B: Prognozy ruchu

Etapy prognozy ruchu – opis i podstawowe założenia oraz rekomendacje

I. DEFINIOWANIE MODELU

Zasięg obszarowy modelu

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 ogólnokrajowy model ruchu, który jest w posiadaniu i udostępniany przez GDDKiA.

Model ruchu GDDKiA stanowi model bazowy do wykorzystania tylko pod warunkiem zastosowania specjalistycznego oprogramowania do modelowania ruchu oraz dostosowania jego aktualności i szczegółowości do konkretnego projektu. Uszczegółowienie modelu powinno odbywać się w obszarze funkcjonalnie połączonym z analizowaną inwestycją.

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

Stages of traffic forecasting – description, basic assumptions and recommendations

I. DEFINING THE SCOPE OF THE MODEL

Extent of model 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 wide traffic model which is owned and made available by GDDKiA may be used.

GDDKiA's current traffic model is a base model which may be used together with specialized traffic modelling software, adjusting its validity and detail level to current situation and project characteristics. The model should be refined in the area functionally connected with the analysed investment.

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 a buffer (as defined in “Definitions and Acronyms” section), which will constitute 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 możliwe jest stosowanie modelu sieci transportowej z krajowego modelu ruchu, który może zostać udostępniony przez GDDKiA.

Jeśli w AKK wykorzystano inny niż model ruchu udostępniany przez GDDKiA, to należy podać co najmniej następujące informacje:

- przyjęty podział na kategorie odcinków dróg,
- parametry techniczne poszczególnych kategorii odcinków obejmujące m.in. przyjęte funkcje oporu odcinka²⁴,
- 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

Niezależnie od przyjętej metody prognozowania, wyniki powinny zawierać natężenia ruchu, w ujęciu dobowym (w SDRR – poj. rzeczywiste/dobę) lub/ i w ujęciu godzinowym (godziny szczytu). Typowy podział na kategorie pojazdów może być następujący:

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

Network details. Zone system

For national and voivodeship road investments, it is possible to use the transport network model included in the national traffic model available from GDDKiA.

The following information should be provided, if a traffic model different than the one provided by GDDKiA is used in the CBA:

- adopted division into road categories,
- technical parameters of particular categories of road sections including, among others, the adopted section resistance functions²⁴,
- adopted transport 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

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

²⁴ Funkcje oporu odcinka to funkcje matematyczne określające, jak zmienia się prędkość ruchu potoku pojazdów w miarę wzrostu natężenia ruchu.

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, obejmujące samochody osobowe i dostawcze,
- **HGV** – samochody ciężkie, obejmujące samochody ciężarowe z przyczepami, naczepami i autobusy.

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, zazwyczaj dzieli się na co najmniej trzy kategorie różniące motywacje podróży:

- podróże służbowe,
- codzienne dojazdy do/z pracy (tzw. ruch dojazdowy; dom-praca-dom),
- inne motywacje.

Okresy analizy

(rok/ doba/ godzina szczytu)

Dla inwestycji zamiejskich prognozy ruchu obliczane są dla średniodobowego ruchu w roku SDRR wyliczonego na podstawie danych z Generalnego Pomiaru Ruchu (GPR). Przeliczenie średnich natężeń dobowych na natężenia roczne następuje przez przemnożenie 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.

It is also possible to adopt a different vehicle categorisation for the model (e.g. light commercial vehicles and passenger cars, or trucks with and without trailers may be combined) with a suitable explanation. A possible alternative vehicles categories division is as follows:

- **LV** – light vehicles, including passenger cars and vans,
- **HGV** – heavy goods vehicles, including trucks with trailers, semi-trailers and buses.

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 would be typically divided into, at least, three categories based on different travel motivations:

- business trips,
- daily home-work-home trips (i.e. commuting),
- other motivations.

Analysis periods

(year/day/peak hour)

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 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 acceptable to disregard traffic costs at night as they generate marginal savings.

W przypadku braku odpowiednich danych o ruchu godzinowym, możliwe jest przyjęcie wartości uśrednionej zgodnej z wytycznymi GDDKIA: <https://www.gov.pl/web/gddkia/godzina-miarodajna-i-wahania-ruchu-dobowego>. Jeśli podstawą wyliczenia kosztów ruchu był średni dzień roboczy przy przeliczeniu kosztów na rok przyjąć należy 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). W razie potrzeby przeprowadza się kalibrację modelu bazowego do pomiarów własnych wykonanych na potrzeby danego projektu. Model skalibrowany do wyników tych pomiarów jest bazą do prognoz ruchu w przyjętych horyzontach.

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 powyższych wartości.

In the case of lack of data on hourly distribution factors, it is recommended to take the averaged value compliant with recommendations of GDDKIA: <https://www.gov.pl/web/gddkia/godzina-miarodajna-i-wahania-ruchu-dobowego>. 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). If necessary, the base model is calibrated to own measurements made for the project. The model calibrated to the results of these measurements is the basis for forecasting traffic in the adopted horizons.

Other time horizons in the forecast for W0 and Wn to be presented for CBA purposes:

- the first year of project implementation (the forecast for investment and non-investment option is identical in the implementation period, unless functional staging is used);
- the first full calendar year of operation of the project (for W0 and Wn separately);
- further horizons are the 10th and 20th years of project operation;
- calculations should be made for additional horizon(s) if another investment with significant impact on the project traffic flows is planned to be completed during the project operation (it is recommended to calculate the projections for 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 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 oraz dane z liczników pomiarowych jeżeli są dostępne. 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 SDRR). Przeprowadzenie uzupełniających pomiarów ruchu jest konieczne w następujących przypadkach:

II. THE MODEL FOR THE BASE YEAR

Input data preparation

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 voivodeship roads, results of the General Traffic Survey from at least the last two GPRs should be used and data from the traffic counters if available. 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 voivodeship roads. If necessary, additional measurements must be carried out.

Traffic counting 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:

- change/s in the network that 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

- 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.: dynamicznie 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. 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.

Dodatkowy pomiar ruchu powinien być przeprowadzony zgodnie z aktualnie obowiązującymi krajowymi wytycznymi.

Jeśli w obszarze oddziaływania projektu znajdują się drogi (obiekty) albo, gdy projekt leży w obszarze oddziaływania innej inwestycji drogowej (infrastrukturalnej), gdzie od 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 transportowych

W zależności od tego, do jakiej grupy została zakwalifikowana inwestycja (patrz Tabela 6 części głównej podręcznika), należy opracować lub uszczegółowić model sieci w obszarze, na jaki przewiduje się, że inwestycja będzie miała wpływ, zgodnie z zapisami w rozdziale 1.8 Prognozy ruchu niniejszego podręcznika. W przypadku stosowania modelu ruchu udostępnianego przez GDDKiA, sieć dróg może wymagać uszczegółowienia o drogi lokalne w okolicy rozpatrywanego projektu.

areas, roads near new or reconstructed border crossings, tourism and recreational areas, logistic centres, commercial zones, etc.).

It is necessary to clearly state whether available traffic measurements are sufficient to produce the required project base year model. 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 be carried out in accordance with the currently applicable national guidelines.

If the project impact area includes or is impacted by road/s (and/or structure/s) or if the project is located within the impact area of another (infrastructural) road investment project 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.

Transport 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 1.8 of the present Manual. In case of the traffic model provided by GDDKiA, 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 should not be adapted automatically without examination.

Jeżeli jest adaptowany jakiegokolwiek istniejący model ruchu, to należy robić to z uwzględnieniem regionalnych uwarunkowań oraz z analizą jego założeń (nie adaptować go automatycznie i bezkrytycznie).

Należy zwrócić uwagę, aby model zawierał aktualne założenia dotyczące planowanego rozwoju sieci transportowej, zgodne z aktualnymi dokumentami strategicznymi.

Uwzględnienie miejskiego 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.

It is important to ensure that the model includes current assumptions regarding the road network development and they are compliant with current strategic documents.

Urban public transport consideration

If applicable, the public transport component impact on the project should be analysed and then appropriately taken into account in the model.

Elaboration/ detailing 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 regions 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 (e.g. KBR).

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 was 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 traffic model provided by GDDKiA 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.

Jeśli prognoza dla inwestycji na drogach zamiejskich nie jest wykonywana z wykorzystaniem modelu udostępnianego przez GDDKiA, 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 modelu udostępnianym przez GDDKiA²⁵:

- **SO** – samochody osobowe,
- **SD** – samochody dostawcze,
- **SC** – samochody ciężarowe,
- **SCp** – samochody ciężarowe z przyczepami.

Dopuszcza się możliwość innego podziału na bazie modelu ruchu, np. samochody lekkie i ciężkie:

- **LV** – samochody lekkie, obejmujące samochody osobowe i dostawcze,
- **HGV** – samochody ciężkie, obejmujące samochody ciężarowe z przyczepami, naczepami i autobusy.

Dla macierzy pojazdów osobowych stosuje się 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).

The travel distribution for non-urban roads should be developed using the following vehicle categories taken from the traffic model provided by GDDKiA²⁵:

- **SO** – passenger cars,
- **SD** – commercial vehicles,
- **SC** – trucks,
- **SCp** – trucks with trailers.

The following vehicle categories division is also acceptable based on the results of the Traffic Model:

- **LV** – light vehicles, including passenger cars and vans,
- **HGV** – heavy goods vehicles, including trucks with trailers, semi-trailers and 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,

²⁵ Dla inwestycji zamiejskich nie opracowuje się macierzy ruchu autobusów. Udział ruchu autobusowego należy dodać do ruchu samochodów ciężarowych – SC.

Traffic matrix for buses is not developed. The share of bus traffic should be included within truck traffic.

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.
- **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.

- modal split,
- traffic assignment.

The urban traffic distributions should be developed broken down into the following vehicle categories:

- **SO** – passenger cars,
- **SD** – commercial vehicles,
- **SC** – trucks
- **SCp** – trucks with trailers/semitrailers
- **A** – buses.

The following vehicle categories division is also acceptable based on the results of the KMR or KBR :

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

Passenger car urban distributions should be broken down into travel motivations. It is advisable to adopt the traditional breakdown used in previous street network analyses, including:

- 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 trip motivations, the unit cost used for calculations may be assumed at the level of *Others* category from the table Unit costs of time in Appendix A.

If another division of passenger car motivations is assumed, it has to be described in detail. It is also required to assign relevant unit costs to the categories and provide substantiation.

Traffic matrices for urban investments should consider the following:

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 z 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.

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).

- 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 the peak hours.

Update of demand function variables

Traffic growth rates for the forecasted period should be based on the current GDP growth table published on GDDKiA website, 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,

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 (KBR) 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%. W przypadku oceny zgodności modelowych i pomierzonych dobowych potoków ruchu, zaleca się co najmniej, aby 85% wyników dla analizowanych odcinków nie przekraczało tej wartości.

Natomiast w przypadku modeli z godzinowymi potokami ruchu (miejskich, regionalnych; poj/godz), rekomenduje się 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

- 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 (KBR). 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 within the analysed road network does not exceed +/-15%. When assessing the compliance of modelled and measured values of daily traffic flows, it is recommended that at least 85% of the results for the analysed sections do not exceed this value.

However, in case of hourly traffic flows models (urban, regional; veh/h), it is recommend to check the model calibration by calculating the GEH statistic index (Geoffrey E.Havers formula, similar to the chi-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 – road section

The value of the index should be determined separately for each type of vehicles included in the model. Such validation should be considered positive when the value of GEH statistic <5 for at least 85% of all analysed sections.

It is also possible to validate the calibrated traffic flows by comparison of links flows on screen lines with the counts; the GEH statistic < 5 for more than 85% cases is acceptable.

Further detailed guidelines (in English) on the use of the GEH index can be found at the link below:

Wartość wskaźnika należy wyznaczyć oddzielnie dla poszczególnych typów pojazdów przyjętych w modelu. Należy przyjąć, że wynik takiej walidacji jest pozytywny, jeżeli wartość GEH < 5 dla co najmniej 85% wszystkich analizowanych odcinków.

Walidację modelu dla ruchu godzinowego można również przeprowadzić poprzez porównanie skalibrowanych potoków ruchu w przekrojach ekranowych z pomiarami, wtedy wskaźnik GEH powinien być <5 dla 85% wyników.

Dalsze szczegółowe wytyczne (w języku angielskim) dotyczące stosowania wskaźnika GEH można znaleźć pod poniższym linkiem:

<https://www.gov.uk/government/publications/webtag-tag-unit-m3-1-highway-assignment-modelling>

Przykładowe wytyczne i wymagania dotyczące prognozowania ruchu oraz walidacji modelu udostępnia Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad na swoim portalu pod linkiem:

<https://www.gov.pl/web/gddkia/zalozenia-do-prognoz-ruchu>

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 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).

<https://www.gov.uk/government/publications/webtag-tag-unit-m3-1-highway-assignment-modelling>

Examples of guidelines and requirements for traffic forecasting and model validation are available from the General Directorate for National Roads and Motorways on its website under the link:

<https://www.gov.pl/web/gddkia/zalozenia-do-prognoz-ruchu>

IV. TRAFFIC FORECAST – 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 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).

W wariancie bezinwestycyjnym, jak i inwestycyjnym należy uwzględnić zarówno istniejącą, jak i planowaną sieć drogową. Porównywane warianty różnią się wyłącznie tym, że w wariancie 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.

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

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

Dla inwestycji na drogach zamiejskich, dla których dopuszczone jest stosowanie uproszczonej metody prognozowania, obliczenie natężenia ruchu na poszczególnych odcinkach odbywa się przez przemnożenie ruchu w roku bazowym przez wskaźniki wzrostu ruchu dla poszczególnych kategorii pojazdów, oszacowanych

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 current GDP growth table published on GDDKiA website, and including the so-called elasticity indicators for different vehicle categories.

Table 1. Elasticity of traffic growth indicators according to GDDKiA modelling method

	Vehicle category	We (elasticity indicator/years)	
			2016-2040
1	Passenger cars		0.80
2	Commercial cars		0.33
3	Trucks without trailers		0.35
4	Commercial cars with trailers		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). As traffic growth dynamics varies depending on the road categories, growth indicators should be adjusted using different elasticity indicators by vehicle category.

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 przyczepami/naczepami
Krajowe	1	1	1	1
Wojewódzkie	0,9	0,9	0,8	0,75
Powiatowe	0,8	0,8	0,75	0,7
Gminne	0,75	0,75	0,7	0,65

V. OSZACOWANIE PROGNOZY RUCHU. RAPORTY WYNIKOWE

Oszacowanie prognozowanych potoków ruchu na sieci

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 rysunkowej, 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

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
Voivodeship	0.9	0.9	0.8	0.75
County	0.8	0.8	0.75	0.7
Community/Municipality	0.75	0.75	0.7	0.65

V. TRAFFIC FORECASTING ESTIMATION. OUTPUT REPORTS

Estimation of the forecasted traffic flow on the road network

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 including the traffic structure, apart from volume and speed data – 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.

wykonana zgodnie z podręcznikiem Niebieskiej Księgi dedykowanej projektom transportu publicznego.

Zgodnie z aktualnymi wymaganiami GDDKiA²⁶, następujące elementy powinny znajdować się w raportach wynikowych z prognozy ruchu:

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

In accordance with current GDDKiA requirements²⁶ the following items should be included in the output reports of the traffic forecast:

- Information on traffic volumes, description of traffic conditions, critical points, main conflicts etc. in the existing road network - for the base year
- Results of model calibration and verification of measurements against the base year in accordance with requirements available at www.gddkia.gov.pl in the “Analyses and Traffic Forecasts” section
- Forecasts of traffic volumes and traffic conditions for the existing road network (non-investment option – W0), for the required forecast horizons
- Forecasts of traffic volumes and traffic conditions (i.e. determination of forecasted traffic degrees of freedom) for the proposed investment options, for the required forecast horizons
- Comparison of travel distances obtained from the model and observed in reality
- Traffic structure according to vehicle categories
- 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

²⁶ „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.
„Stadia i skład dokumentacji projektowej dla dróg i mostów” (Stages and Composition of Design Documentation for Roads and Bridges), introduced into use by Order No. 30 of 2005 by the General Director for National Roads and Motorways.

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 wymagania 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 w pojazdach /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);
 - pojazdogodzinach (suma iloczynów natężenia ruchu i czasu potrzebnego na pokonanie danego odcinka).

Dane te powinny dotyczyć co najmniej 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 wewnętrznym Przewodniku do AKK (opublikowanym przez GDDKiA w 2021 r.), zastępującym dotychczas stosowaną Instrukcję IBDiM z 2008 r. 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

noticed, transport network matrixes or calculation methodology may need to be re-examined and corrected.

CBA input data

The above reports 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;
- transport work/day, broken down by categories of vehicles, speed ranges and road category, expressed in:
 - vehicle-kilometres (sum of the products of the volume of traffic in AADT 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 at least 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 internal CBA instruction (published in 2021) substituting IBDiM instruction dated 2008*. In order to perform these calculations at the network level, specialized modelling 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 speeds should be calculated on the basis of speed tables from the

uproszczoną modelowania ruchu – wówczas prędkości potoków należy obliczyć na podstawie tabel prędkości z Przewodnika GDDKiA do AKK (opublikowane na stronach GDDKiA <https://www.gov.pl/web/gddkia/analiza-kosztow-i-korzysci>).

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
- (50 , 70> km/h
- (70 , 90> km/h
- (90 , 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 (lub bufora):

- Autostrady (A)
- Ekspresowe dwujezdniowe (S)
- Ekspresowe jednojezdniowe (S1/2) w tym z dodatkowym pasem ruchu (S1/2+1)
- Pozostałe krajowe i wojewódzkie dwujezdniowe
- Pozostałe krajowe i wojewódzkie jednojezdniowe
- Odcinki miejskie
- Inne

Przyjęty powyżej podział jest w zasadzie zgodny z głównym podziałem na kategorie odcinków, jaki został zastosowany w modelu udostępnianym przez GDDKiA, dodatkowo uwzględniono kategorię S1/2+1.

W przypadku inwestycji miejskich należy przyjąć co najmniej następujące przedziały prędkości:

- <10 km/h

GDDKiA internal *CBA instruction* (published on web page of GDDKiA <https://www.gov.pl/web/gddkia/analiza-kosztow-i-korzysci>).

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
- (50 , 70> km/h
- (70 , 90> km/h
- (90 , 110> km/h
- > 110 km/h

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 (or buffer):

- Motorways (A)
- Expressways, dual carriageway (S)
- Expressways, single carriageway (S1/2) including with one additional lane (S1/2+1)
- Other national and voivodeship roads, dual carriageway
- Other national and voivodeship 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 model provided by GDDKiA, additionally S1/2+1 category is considered.

In case of urban investments at least the following speed ranges should be considered:

- <10 km/h
- <10 , 30> km/h

- <10 , 30> km/h
- (30 , 50> km/h
- (50 , 60> km/h
- (60 , 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)

Ważne jest, aby w kategorii ulic GP uwzględnić również aspekt kolizyjności/ bezkolizyjności danego odcinka z przecinającymi drogami.

Obszar analizy obejmujący sieć dróg z obszaru oddziaływania projektu, dla której wyliczono natężenia ruchu oraz prace przewozowe należy przedstawić w formie graficznej i opisowej.

- (30 , 50> km/h
- (50 , 60> km/h
- (60 , 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, accelerated traffic (GP)
- main roads (G)
- collector roads (Z).

It is important to take into account the aspect of section collision/ non-collision with crossing roads in case of GP street category.

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 do Przewodnika AKK (UE) szacuje się, że średnia wartość dla Polski odpowiada 0,58²⁷.
 - Paliwo: na podstawie danych Komisji Europejskiej Tygodniowy biuletyn produktów naftowych, rok 2019), 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 0,65 dla transportowych projektów.
- Określenie wag dla pierwotnych współczynników w pozycjach pochodnych: dokonano tego na podstawie średniej struktury kosztów polskich firm budowlanych, produkcyjnych i transportowych (dane z „GUS: Koszty w podmiotach gospodarczych według rodzaju, 2019” sektory Budownictwo,

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 converted to the so-called ‘shadow prices’ which are more effective in conveying social benefits.

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:

- 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 0.58²⁷.
 - Fuel: based on European Commission data (Weekly Oil Bulletin, year 2019), 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 0.65.
- Identification of weights of the primary inputs in derived items: this has been done based on the average cost composition of Polish construction, manufacturing and transport companies (data from “GUS: Costs of economic entities by type, 2019”, sectors Construction, Manufacturing

²⁷ W oparciu o Tabelę IV.1 Aneksu IV do Przewodnika AKK (DG Regio, 2014), Polska jest podzielona na obszar QKU (quasi-keynesowskie bezrobocie), z CF równym 0,54 i obszar RLD (wiejski dualizm pracy), z CF równym 0,62. Dla uproszczenia przyjęto średnią 0,58. / Based on Table IV.1 of Annex IV to the DG Regio CBA Guide (2014), Poland is split between the QKU (quasi-Keynesian unemployment) area, with CF equal to 0.54 and the RLD (rural labour dualism) area, with CF equal to 0.62. The average of 0.58 has been assumed, for simplicity.

Produkcja i Transport, w wynikach finansowych podmiotów gospodarczych w I-IV 2019 r., GUS, Warszawa 2020).

- Obliczanie CF: średnia ważona z pierwotnych współczynników przeliczeniowych, jak w tabelach poniżej:

Obliczanie CF dla kosztów inwestycyjnych (CAPEX)

Elementy	Waga (*)	Współczynnik konwersji
Materiały	39%	1
Robocizna	25%	0,58
Energia	20%	0,65
Inne	16%	1
Ostateczny		0,83

(*) Wyniki finansowe podmiotów gospodarczych w I-IV 2019 r. (Produkcja i Transport), GUS, Warszawa 2020 (**) Przewodnik AKK, UE, Załącznik IV. (***) Tygodniowy biuletyn produktów naftowych, rok 2019, KE.

Obliczanie CF dla kosztów operacyjnych (OPEX)

(Wartości z poprzedniej edycji Niebieskiej Księgi 2015 są uważane za obowiązujące)

Elementy	Waga (*)	Współczynnik konwersji
Materiały	31%	1
Robocizna	35%	0,58
Energia	20%	0,66
Inne	14%	1
Ostateczny		0,78

and Transport, in *Financial Results of Economic Entities in I-IV 2019*, GUS, Warsaw 2020).

- Computation of CF: a weighted average of primary input factor CFs, as presented in tables below:

Calculation of CF for constructions costs (CAPEX)

Components	Weight (*)	Conversion Factor
Materials	39%	1
Labour	25%	0.58
Energy	20%	0.656
Others	16%	1
Final		0.83

(*) Financial Results of Economic Entities in I-IV 2019 (Manufacturing and Transport), GUS, Warsaw 2020.

(**) EU CBA Guide 2014, Annex IV.

(***) "Weekly Oil Bulletin, year 2019", European Commission

Calculation of CF for operating costs (OPEX)

(Values from previous Blue Book edition 2015 are considered applicable)

Components	Weight	Conversion Factor
Materials	31%	1
Labour	35%	0.58
Energy	20%	0.65
Others	14%	1
Final		0.78

Załącznik D: Podstawy metodologiczne obliczania jednostkowych kosztów eksploatacji pojazdów (VOC)

Appendix D: Methodological background to calculate unit Vehicle Operating Costs (VOC)

Niniejszy załącznik przedstawia podstawowe zasady i podsumowanie obliczeń służących określeniu jednostkowych kosztów eksploatacji pojazdów (VOC) przedstawionych w Załączniku A. Zawiera on również odniesienie do odpowiednich materiałów źródłowych wykorzystanych do tych obliczeń.

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 ich parametry i stan nawierzchni.

W celu oszacowania VOC dla polskiej floty pojazdów, wyróżniono następujące grupy kosztów:

- Koszty zużycia paliwa: będące funkcją przebiegu drogi i warunków ruchu.
- Inne koszty: związane z jakością drogi, która wpływa na zużycie pojazdów, w tym koszty oleju, opon, konserwacji pojazdu, jak również jego amortyzacji.

Powyższe koszty opracowano na podstawie najnowszych dostępnych badań oraz odpowiednich materiałów źródłowych. Poniżej przedstawiono szczegółowe informacje dotyczące tych obliczeń.

The present Appendix presents the basic principles and summary of calculations carried out to determine Vehicle Operating Costs (VOC) presented in Appendix A. It also includes relevant recognised references used for those calculations.

VOC are defined as the costs borne by the owners of road vehicles to use and operate them, including fuel consumption, lubricants consumption, tires wear, repair and maintenance costs, insurance, overheads, administration, etc. In fact, VOC are correlated with type of vehicle and average travel speed, but also depend on characteristics of roads such as road parameters and surface conditions.

In order to estimate the VOCs of the Polish vehicle fleet, the following cost composition is distinguished:

- Fuel consumption costs: 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 their depreciation.

Latest available research and recognised sources of information have been used to obtain above referred costs. Details on those calculations are presented below.

Koszty zużycia paliwa:

Koszty zużycia paliwa określa się generalnie jako funkcję typu pojazdu i warunków ruchowych (w szczególności, jako funkcję prędkości).

Pojazdy lekkie spalinowe (LV)

Koszty te są oparte na wzorze zawartym w opracowaniu p.t. „Parameterisation of fuel consumption and CO2 emissions of passenger cars and light commercial vehicles for modelling purposes”, JRC 2011:

$$FC [g/km] = Fe_i \times b_e \times 0.000278 \times [m \times (9.81 \times r_0 + 1.05 \times bea) + (v / 3.6) \times m \times g \times r_1 + (v / 3.6)^2 \times 0.6 \times c_d \times A]$$

with: Gasoline PC: $bea = 0.45 - 0.007 \times v + 0.000028 \times v^2$ (bea in [m/s²]; v in [km/h])

$$b_e = 1339 \times v^{-0.305} \quad (b_e \text{ in [g/kWh]; } v \text{ in [km/h]})$$

Diesel PC: $bea = 0.4 - 0.006 \times v + 0.000023 \times v^2$

$$b_e = 1125 \times v^{-0.300}$$

gdzie:

Table 4-15: Suggested ratio "Fe_i" for the influence of the engine efficiencies and transmission ratios on the fuel consumption

	EU 0	EU 1	EU 2	EU 3	EU 4	EU 5	EU 6
Ratio of engine fuel efficiency compared to EURO 5, Fe [-]							
Gasoline	1.40	1.12	1.09	1.10	1.02	1.00	0.98
Diesel	1.49	1.42	1.33	1.18	1.02	1.00	0.95

m = masa pojazdu (masa własna + 75kg kierowca oraz 20kg paliwo), odpowiadająca masie homologacyjnej;

g = przyspieszenie ziemskie (9,81 m/s²)

(r₀, r₁) = współczynniki oporu toczenia

v = prędkość (m/s)

c_d x A = opór aerodynamiczny (m²)

Fuel consumption costs:

Fuel consumption costs are defined as a function depending generally on vehicle type and traffic conditions (in particular, as a function of speed).

Combustion motor Light Vehicles (LV)

The costs are based on formula provided in "Parameterisation of fuel consumption and CO2 emissions of passenger cars and light commercial vehicles for modelling purposes", JRC 2011:

$$FC [g/km] = Fe_i \times b_e \times 0.000278 \times [m \times (9.81 \times r_0 + 1.05 \times bea) + (v / 3.6) \times m \times g \times r_1 + (v / 3.6)^2 \times 0.6 \times c_d \times A]$$

with: Gasoline PC: $bea = 0.45 - 0.007 \times v + 0.000028 \times v^2$ (bea in [m/s²]; v in [km/h])

$$b_e = 1339 \times v^{-0.305} \quad (b_e \text{ in [g/kWh]; } v \text{ in [km/h]})$$

Diesel PC: $bea = 0.4 - 0.006 \times v + 0.000023 \times v^2$

$$b_e = 1125 \times v^{-0.300}$$

where:

Table 4-15: Suggested ratio "Fe_i" for the influence of the engine efficiencies and transmission ratios on the fuel consumption

	EU 0	EU 1	EU 2	EU 3	EU 4	EU 5	EU 6
Ratio of engine fuel efficiency compared to EURO 5, Fe [-]							
Gasoline	1.40	1.12	1.09	1.10	1.02	1.00	0.98
Diesel	1.49	1.42	1.33	1.18	1.02	1.00	0.95

m = vehicle weight (empty weight + 75kg for driver and 20kg for fuel), corresponding to the licensed weight;

g = gravitational acceleration (9.81 m/s²)

(r₀, r₁) = rolling resistance coefficients

v = velocity (m/s)

c_d x A = aerodynamic resistance (m²)

	Diesel cars			Gasoline cars		
	small	Medium*	SUV	small	Medium*	SUV
Mass [kg]	1200	1450	1900	1150	1400	1700
P [kW]	70	100	140	65	90	125
$C_d \times A$ [m ²]	0.601	0.585	0.892	0.588	0.569	0.830
r_0 [-]	0.011	0.009	0.011	0.010	0.0082	0.0095
r_1 [s/m]	5.17E-05	4.13E-05	5.166E-05	5.166E-05	4.133E-05	4.753E-05
No. of gears	5	6	6	5	6	6

W parametrach powyższej funkcji rozróżniono pojazdy napędzane olejem napędowym oraz pojazdy benzynowe, a także uwzględniono podział na poszczególne klasy EURO.

Dane dotyczące aktualnego składu polskiej floty pojazdów z uwzględnieniem wyżej wymienionych czynników (tzn. rodzajów stosowanego paliwa i klasy EURO) pochodzą z opracowania pt „Transport – wyniki działalności w 2019 r. Transport – activity results in 2019”, GUS, 2020. Wszystkie pozostałe parametry niezbędne do powyższego wzoru pochodzą z odpowiednich materiałów źródłowych.

Na podstawie powyższych założeń otrzymano średnie zużycie paliwa dla przeciętnego LV w Polsce wyrażone w l/km w funkcji prędkości (po zastosowaniu gęstości paliw zgodnie z wytycznymi ws. inwentaryzacji emisji zanieczyszczeń powietrza EMEP/EEA, 2019 r.). Na koniec podstawiono ceny poszczególnych paliw (z wyłączeniem podatków i opłat) z roku 2019.

	Diesel cars			Gasoline cars		
	small	Medium*	SUV	small	Medium*	SUV
Mass [kg]	1200	1450	1900	1150	1400	1700
P [kW]	70	100	140	65	90	125
$C_d \times A$ [m ²]	0.601	0.585	0.892	0.588	0.569	0.830
r_0 [-]	0.011	0.009	0.011	0.010	0.0082	0.0095
r_1 [s/m]	5.17E-05	4.13E-05	5.166E-05	5.166E-05	4.133E-05	4.753E-05
No. of gears	5	6	6	5	6	6

The above function parameters distinguish between Diesel and Petrol cars and, for those, disaggregation by different EURO classes is also considered.

Data on the current Polish vehicle fleet composition regarding above aspects (i.e. type of fuel consumption and EURO class) is obtained based on "Transport – wyniki działalności w 2019 r. Transport – activity results in 2019", GUS, 2020. All other parameters required for the above equation are provided in the respective source.

Based on the assumptions above, the average fuel consumption for an average LV in Poland in l/km as a function of speed is obtained (after applying related fuel density, as per EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019). Finally, the respective fuel price is applied (excluding taxes & duties) for 2019.

Wynikowe średnie koszty zużycia paliwa dla PL podano w poniższej tabeli w cenach na początek roku 2020:

Prędkość (km/h)	Zużycie paliwa dla LV – teren płaski (nawierzchnia nowo wybudowana/ wyremontowana)	
	l/100 km	PLN/poj-km
<10	26,401	0,595
<10-20>	16,721	0,377
(20-30>	12,740	0,287
(30-40>	10,347	0,233
(40-50>	8,765	0,198
(50-60>	7,709	0,174
(60-70>	7,039	0,159
(70-80>	6,678	0,151
(80-90>	6,575	0,148
(90-100>	6,696	0,151
(100-110>	7,019	0,158
(110-120>	7,524	0,170
(120-130>	8,198	0,185
(130-140>	9,029	0,204

The resulting average fuel consumption costs for LV are presented in the table below in prices as at the beginning of 2020:

Speed (km/h)	LV Fuel consumption– flat terrain (pavement after construction/rehabilitation)	
	l/100 km	PLN/veh-km
<10	26.401	0.595
<10-20>	16.721	0.377
(20-30>	12.740	0.287
(30-40>	10.347	0.233
(40-50>	8.765	0.198
(50-60>	7.709	0.174
(60-70>	7.039	0.159
(70-80>	6.678	0.151
(80-90>	6.575	0.148
(90-100>	6.696	0.151
(100-110>	7.019	0.158
(110-120>	7.524	0.170
(120-130>	8.198	0.185
(130-140>	9.029	0.204

Pojazdy ciężarowe spalinowe (HGV)

Niniejsze dane opierają się na opracowaniu „EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019, 1.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2019 (Sept. 2020)” i przygotowano je na bazie analogicznych założeń, jak w przypadku LV. Skład polskiej floty HGV zaczerpnięto z tego samego źródła, co w przypadku LV. Poniżej przedstawiono średnie koszty zużycia paliwa przez HGV w cenach na początek roku 2020:

Prędkość (km/h)	Zużycie paliwa dla HGV – teren płaski (nawierzchnia nowowytbudowana /wyremontowana)	
	l/100 km	PLN/poj-km
<10	61,594	1,524
<10-20>	34,305	0,849
(20-30>	26,090	0,646
(30-40>	21,921	0,542
(40-50>	19,632	0,486
(50-60>	18,414	0,456
(60-70>	17,843	0,441
(70-80>	17,687	0,438
(80-90>	17,861	0,442
(90-100>	18,524	0,458
(100-110>	21,322	0,528
(110-120>	24,121	0,597
(120-130>	26,919	0,666
(130-140>	29,718	0,735

Pozostałe koszty:

Dodatkowo, kolejny składnik kosztów (nazywany także kosztem posiadania pojazdu) oblicza się z uwzględnieniem amortyzacji pojazdu i innych kosztów (np. zużycie opon, oleju, koszty rejestracji pojazdów, itp.). Dane wykorzystywane do oszacowania tych kosztów bazują na odpowiednich materiałach źródłowych dotyczących aktualnej polskiej floty pojazdów podanych poniżej.

Combustion motor Heavy Goods Vehicle – HGV

The costs are based on the equation provided in “EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019, 1.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2019 (Sept. 2020)” and follow equivalent assumptions as these described above for LV. The same reference as for LV is used regarding Polish current HGV fleet composition. The average fuel consumption costs for HGV are presented below in prices as at the beginning of 2020:

Speed (km/h)	HGV Fuel consumption– flat terrain (pavement after construction/rehabilitation)	
	l/100 km	PLN/veh-km
<10	61.594	1.524
<10-20>	34.305	0.849
(20-30>	26.090	0.646
(30-40>	21.921	0.542
(40-50>	19.632	0.486
(50-60>	18.414	0.456
(60-70>	17.843	0.441
(70-80>	17.687	0.438
(80-90>	17.861	0.442
(90-100>	18.524	0.458
(100-110>	21.322	0.528
(110-120>	24.121	0.597
(120-130>	26.919	0.666
(130-140>	29.718	0.735

Other costs:

Additionally, the next cost component (also named ownership cost) is calculated considering vehicle depreciation and other costs (e.g. tyres wear, oil consumption, vehicle registration, etc.). Data used to estimate these costs is based on the relevant sources for current Polish vehicle fleet referred below.

Wyniki obliczeń dla spalinowych LV w cenach na początek roku 2020 są następujące:

	w PLN, z uwzględnieniem podatków, opłat i ceł	w PLN, bez podatków, opłat i ceł
1. Ubezpieczenie OC	681	681
2. Wymiana opon	216	176
3. Obowiązkowe przeglądy i opłaty	100	100
4. Olej, filtry, płyny	250	203
5. Inne	2000	1626
Suma (PLN/km) (*)	0,374	0,321
Amortyzacja (PLN/km) (**)	0,64	0,49
OGÓŁEM INNE (PLN/km)	1,017	0,811

Źródła:

- <https://rankomat.pl/samochod/ile-kosztuje-ubezpieczenie-samochodu-1;>
- <https://www.oponeo.pl/artykul/ile-kosztuje-wymiana-opon;>
- https://kb.pl/porady/ile-kosztuje-przegląd-samochodu-sprawdz-aktualne-ceny_mot/;
- <https://www.motofakty.pl/artykul/ile-kosztuje-wymiana-oleju-w-samochodzie.html;>
- <https://www.bankier.pl/smart/koszty-eksploatacji-samochodu-ile-kosztuje-utrzymanie-samochodu, wiosna 2021>

(*) Zakładając średni roczny przebieg PL zgodnie z opracowaniem „Prognozy eksperckie zmian aktywności sektora transportu drogowego (w kontekście ustawy o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji)”, ITS 2017.

(**) Amortyzacja: wyliczenia autorskie w oparciu o średnią cenę samochodu osobowego netto bez podatków, opłat i ceł (SAMAR: <https://www.motofakty.pl/artykul/ceny-aut-w-2019-r-nowe-samochody-w-polsce-byly-drozsze-niz-w-2018.html>) i uwzględniając średnią długość życia LV (<https://www.acea.be/statistics/article/average-vehicleage#:~:text=Key%20observations,the%20EU%20is%2011.6%20years>) i powyższy średni roczny przebieg.

Calculation results for combustion motor LV in prices as at the beginning of 2020 are as follows:

Other total yearly costs	PLN, Including taxes, fees and customs duties	PLN, Net of taxes, fees and customs duties
1 Mandatory Driver's Liability insurance	681	681
2 Tires changes	216	176
3 Mandatory technical examination & fee	100	100
4 Oil, filters and fluids	250	203
5 Other	2,000	1,626
Sub-total (PLN/km) (*)	0.374	0.321
Depreciation (PLN/km) (**)	0.64	0.49
TOTAL OTHERS (PLN/km)	1.017	0.811

Sources:

- <https://rankomat.pl/samochod/ile-kosztuje-ubezpieczenie-samochodu-1;>
- <https://www.oponeo.pl/artykul/ile-kosztuje-wymiana-opon;>
- https://kb.pl/porady/ile-kosztuje-przegląd-samochodu-sprawdz-aktualne-ceny_mot/;
- <https://www.motofakty.pl/artykul/ile-kosztuje-wymiana-oleju-w-samochodzie.html;>
- <https://www.bankier.pl/smart/koszty-eksploatacji-samochodu-ile-kosztuje-utrzymanie-samochodu, wiosna 2021>

(*) Assuming average annual mileage for LV based on „Prognozy eksperckie zmian aktywności sektora transportu drogowego (w kontekście ustawy o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji)”, ITS 2017).

(**) Depreciation: own calculations based on average price of passenger car net of taxes, fees and customs duties (SAMAR: <https://www.motofakty.pl/artykul/ceny-aut-w-2019-r-nowe-samochody-w-polsce-byly-drozsze-niz-w-2018.html>) and considering average LV life (<https://www.acea.be/statistics/article/average-vehicleage#:~:text=Key%20observations,the%20EU%20is%2011.6%20years>) and average annual mileage referred above.

Wyniki obliczeń dla spalinowych HGV w cenach na początek roku 2020 są następujące:

Inne koszty ogółem w ujęciu rocznym	w PLN, z uwzględnieniem podatków, opłat i ceł	w PLN, bez podatków, opłat i ceł	PLN/poj-km, z wyłączeniem wszystkich podatków (*)
Amortyzacja lub utrata wartości rynkowej taboru	400 000	320 397	0,986
Materiały eksploatacyjne	3 000	2 439	0,075
Opony			0,147
Ubezpieczenie komunikacyjne (OCP, OC, AC)	8 000	8 000	0,246
OGÓŁEM (PLN/km)			1,454

Źródła: [Jak wyznaczyć stawkę za km zlecenia transportowego? - FireTMS](#)

(*) Zakładając średni roczny przebieg HGV zgodnie z: „Prognozy eksperckie zmian aktywności sektora transportu drogowego (w kontekście ustawy o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji)”, ITS 2017.

Założenia do kosztów eksploatacji (VOC) spalinowych pojazdów LV i HGV

Całkowite VOC dla LV i HGV (koszty jednostkowe w Załączniku A) szacowane są jako suma kosztów zużycia paliwa (wyrażone funkcją prędkości podróży) plus inne koszty (jedne i drugie z wyłączeniem wszelkich podatków, ceł i opłat publicznych), tak jak przedstawiono obydwa z tych komponentów powyżej. Dotyczą one drogi w dobrym stanie (tzn. z nawierzchnią nowo wybudowaną/wyremontowaną) i płaskiego terenu.

W związku z tym, odpowiednie współczynniki dotyczące innych warunków drogowych i typów terenu przedstawiono poniżej:

Calculation results for combustion motor HGV in prices as at the beginning of 2020 are as follows:

Other total yearly costs	PLN, Including taxes, fees and customs duties	PLN, Net of taxes, fees and customs duties	PLN/vehkm, all taxes excluded (*)
Depreciation or loss of market value of the vehicle stock	400,000	320,397	0.986
Operating materials	3,000	2,439	0.075
Tires			0.147
Vehicle insurance (OCP, OC, AC)	8,000	8,000	0.246
TOTAL OTHERS (PLN/km)			1.454

Sources: [Jak wyznaczyć stawkę za km zlecenia transportowego? - FireTMS](#)

(*) Assuming average annual mileage for HGV based on „Prognozy eksperckie zmian aktywności sektora transportu drogowego (w kontekście ustawy o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji)”, ITS 2017.

VOC assumptions for combustion motor LVs and HGVs

Finally, **total VOCs for LV and HGV** (unit costs in Appendix A) are estimated as the sum of fuel consumption costs (as a function of travel speed) plus other costs (both net of any taxes, customs duties and public fees), both components as presented above. Those correspond to a road under good conditions (i.e. pavement after construction/rehabilitation) and on flat terrain.

Therefore, the relevant factors related to other road conditions and types of terrain were estimated as presented below:

Nachylenie podłużne drogi

Przyjmuje się, że teren falisty zwiększa zużycie paliwa pojazdów lekkich o 15%. W przypadku HGV, odpowiedni współczynnik uzyskano w oparciu o zastosowane równania do wyliczania zużycia paliwa.

Odpowiednie mnożniki stosowane do łącznych VOC zaprezentowano poniżej:

Rodzaj terenu	LV	HGV
Płaski	1,000	1,000
Falisty	1,032	1,200

Źródła: opracowanie własne bazujące przede wszystkim na pracy „Minimizing vehicle fuel consumption on hilly roads based on dynamic programming” - Min Zhou, Hui Jin, Feng Ding, 2017 (sagepub.com) w przypadku LV; oraz „EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019,” 1.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2019 (Sept. 2020)” w przypadku HGV.

Stan drogi

Na podstawie “Optimisation of Maintenance”, (OECD/ITF 2012, str. 12) uzyskano następujące współczynniki. Poniższe mnożniki stosowane są do łącznych VOC.

Mnożniki kosztów eksploatacji pojazdów w zależności od stanu technicznego drogi dla pojazdów spalinowych (LV, HGV):

Stan drogi	LV	HGV
Dobry (po budowie/remontcie)	1,000	1,000
Zdegradowany, Prędkość (km/h)		
<10	1,113	1,125
<10-20>	1,113	1,125
(20-30>	1,113	1,125
(30-40>	1,113	1,125
(40-50>	1,113	1,125
(50-60>	1,131	1,146
(60-70>	1,150	1,167
(70-80>	1,169	1,188
(80-90>	1,188	1,208
(90-100>	1,206	1,229

Road gradient

It is considered that a hilly terrain increases fuel consumption by 15% for LV. For HGV, the related factor is obtained based on the fuel consumptions equations.

The respective multiplying factors to be applied to overall VOC are presented below:

Type of terrain	LV	HGV
Flat	1.000	1.000
Rolling	1.032	1.200

Sources: own work based mainly on [Minimizing vehicle fuel consumption on hilly roads based on dynamic programming - Min Zhou, Hui Jin, Feng Ding, 2017 \(sagepub.com\)](#) for LV; and “EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019, 1.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2019 (Sept. 2020)” for HGV.

Road condition

Based on “Optimisation of Maintenance”, (OECD/ITF 2012, p. 12), the following factors were obtained. The multiplying factors presented below are to be applied to overall VOC.

Road condition costs multiplying factors for combustion motor vehicles (LV, HGV):

Road condition	LV	HGV
Good (after construction/rehabilitation)	1.000	1.000
Degraded, Speed (km/h)		
<10	1.113	1.125
<10-20>	1.113	1.125
(20-30>	1.113	1.125
(30-40>	1.113	1.125
(40-50>	1.113	1.125
(50-60>	1.131	1.146
(60-70>	1.150	1.167
(70-80>	1.169	1.188
(80-90>	1.188	1.208
(90-100>	1.206	1.229
(100-110>	1.225	1.250

(100-110>	1,225	1,250
(110-120>	1,225	1,250
(120-130>	1,225	1,250
(130-140>	1,225	1,250

Pojazdy elektryczne LV

Zakłada się, że analogicznie jak w przypadku pojazdów spalinowych, dla elektrycznych LV VOC zawierają: (i) koszty zużycia energii elektrycznej; oraz (ii) pozostałe koszty.

Zakłada się, że część odnosząca się do pozostałych kosztów jest równoważna jak dla spalinowych LV (tj. 0,811 zł/km w cenach na początek roku 2020).

Koszty zużycia energii dla pojazdów elektrycznych wynikają z pomnożenia:

- średniego wskaźnika zużycia dla przeciętnego LV wynoszącego 0,233 kWh/pojazd na kilometr (zgodnie z „EIB Project Carbon Footprint Methodologies”, lipiec 2020 r., Tabele A1.7 Transport Emissions Factors – Transport drogowy); przez
- koszt energii elektrycznej (0,2044 zł/kWh w roku 2019) – na podstawie danych „Eurostat, Składniki cen energii elektrycznej dla odbiorców niebędących gospodarstwami domowymi – dane roczne (od 2007 r.)” https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_PC_205_C__custom_519166/default/table?lang=en

Wspomniana powyżej „Metodologia śladu węglowego projektu EBI” zawiera odniesienia do średnich wskaźników zużycia energii dla różnych typów pojazdów elektrycznych (w tym autobusów), które mogą być przydatne w AKK niektórych projektów.

Analogicznie jak w przypadku spalinowych LV, na powyższe koszty wpływa nachylenie drogi i stan drogi, jak opisano poniżej.

Mnożniki kosztów eksploatacji pojazdów w zależności od rodzaju terenu dla pojazdów elektrycznych oparte są na tych samych zasadach jak dla pojazdów spalinowych. Mnożniki te należy zastosować do łącznych VOC:

Rodzaj terenu	LV	HGV
Płaski	1,000	1,000
Falisty	1,032	1,200

(110-120>	1.225	1.250
(120-130>	1.225	1.250
(130-140>	1.225	1.250

Electric LV

Similarly as for combustion motor LV, the electric LV VOC are assumed to be constituted by: (i) electric energy consumption costs; and (ii) other costs.

The part referring to other costs is assumed to be equivalent as for combustion motor LV (i.e. 0.811 PLN/km in prices as at the beginning of 2020).

The energy consumption costs for electric LV result from multiplying:

- the average consumption rate for an average LV of 0.233 kWh/vehkm (as provided in "EIB Project Carbon Footprint Methodologies", July 2020, Tables A1.7 Transport Emissions Factors - Road transport); by
- the electricity cost (0.2044 PLN/kWh in 2019). This is based on “Eurostat, Electricity prices components for non-household consumers – annual data (from 2007 onwards)” https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_PC_205_C__custom_519166/default/table?lang=en

The above referred "EIB Project Carbon Footprint Methodologies" provides references on average energy consumption rates for different types of electric vehicles (including buses) that might be of use for certain projects' CBA.

Similarly as for combustion motor LV, the road gradient and road condition impact the above referred costs as described below.

Cost multiplying indicators depending on type of terrain for electric vehicles following same principles as described for combustion motor vehicles. These multiplying factors are to be applied to overall VOC:

Type of terrain	LV	HGV
Flat	1.000	1.000
Rolling	1.032	1.200

Mnożniki kosztów zużycia energii elektrycznej w zależności od stanu technicznego drogi dla pojazdów elektrycznych i hybrydowych (LV, autobusy miejskie) są stosowane do łącznych VOC i opierają się na zasadach opisanych dla spalinowych LV.

Stan drogi	LV	Autobus elektryczny
Dobry (po budowie/remoncie)	1,000	1,000
Zdegradowany	1,169	1,188

Cost multiplying factors for road condition for electric and hybrid vehicles (LV, city buses) are applied to overall VOC and are based on the principles described for combustion motor LV.

Road condition	LV	Electric bus
Good (after construction/rehabilitation)	1.000	1.000
Degraded	1.169	1.188

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, lekko 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 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 zamiejskich²⁸. 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 accident 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, slightly injured) in relation to transport work. This Appendix includes the tables with **RAI** (Relative Accident Indicator), based on RS indicators method presented later in the 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 the 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 section lengths around or over 10 km) of non-urban roads²⁸. 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 of severity of accidents for the voivodeship, community and county roads.

²⁸ Jeżeli fragmenty inwestycji zamiejskiej lub odcinki modelu sieci/bufora znajdują się w obszarze miejskim, to wskaźniki wypadkowości należy przyjmować jak dla obszaru zabudowanego (z).

If any sections of the non-urban investment or the model/ buffer network are 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 $f_{LDW}^{(1)}$ (drugi współczynnik – tylko 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 (uwzględniono następujące klasy: A, S (i S1/2+1), GP, G),
- prognoza ruchu, średnioroczny Średni Dobowy Ruch (SDR),
- lokalizacja (województwo), dotyczy ciągów jednojezdniowych,
- obszar zabudowany (**z**) / obszar niezabudowany (**n**).²⁹

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), and then multiplying it indicator by the respective transport work (in veh-km) and factors f_{HP} and $f_{LDW}^{(1)}$ (the latter only in case of single carriageways).

Table 1. Forecast 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 using the following input data.

- number of carriageways (dual carriageway, single carriageway),
- road class (the following ones are included: A, S (and S1/2+1), GP, G),
- traffic forecast, Average Annual Daily Traffic (AADT),
- location (region), applies to single carriageway roads,
- built-up area (z) / undeveloped area (n).²⁹

Tabela 2. Wskaźnik RAI dla ciągów drogowych dwujezdniowych (wypadki / 10⁶ poj-km/dobę)

RAI/ SDR	A2/2	A2/3	S1/2+ 1	S2/2	S2/3	GP2/ 2n	GP2/ 2z	GP2/ 3n	GP2/ 3z
(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 / 10⁶ poj-km/dobę)

RAI/ SDR	S1/2n	S1/2z	GP1/2n	GP1/2z	G1/2n	G1/2z
(0 , 5 000>	0,065	0,085	0,119	0,176	0,097	0,149
(5 000 , 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
(20 000 , 30 000>	0,044	0,058	0,080	0,119	0,066	0,101
(30 000 , 40 000>	0,042	0,054	0,075	0,112	0,062	0,094
powyżej 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 $f^{(1)}_{LDW}$ (dotyczy tylko dróg jednojezdniowych)

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

²⁹ Metoda dotyczy dróg zamiejskich w odszarach zabudowanych lub niezabudowanych.
The method refers to non-urban roads in built-up or undeveloped areas.

Table 2. RAI indicators for dual carriageways (in accidents/10⁶veh-km/day)

RAI/ AADT	A2/2	A2/3	S1/2 +1	S2/2	S2/3	GP2/ 2n	GP2/ 2z	GP2/ 3n	GP2/ 3z
(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
above 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/10⁶veh-km/day)

RAI/ AADT	S1/2n	S1/2z	GP1/2n	GP1/2z	G1/2n	G1/2z
(0 , 5 000>	0.065	0.085	0.119	0.176	0.097	0.149
(5 000 , 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
(20 000 , 30 000>	0.044	0.058	0.080	0.119	0.066	0.101
(30 000 , 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 $f^{(1)}_{LDW}$ (only single carriageways)

Voivodeship	$f^{(1)}_{LDW}$	Voivodeship	$f^{(1)}_{LDW}$
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

małopolskie	2,788	warmińsko-mazurskie	2,617
mazowieckie	2,096	wielkopolskie	1,936
opolskie	2,063	zachodniopomorskie	1,886

Źródło: Metoda wskaźników BRD

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 / 10^6 poj-km/dobę)

RAI(LDW)/ SDR	S1/2n	S1/2z	GP1/2n	GP1/2z	G1/2n	G1/2z
(0 , 5 000>	0,194	0,192	0,268	0,397	0,219	0,336
(5 000 , 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
(20 000 , 30 000>	0,099	0,131	0,180	0,268	0,149	0,228
(30 000 , 40 000>	0,095	0,122	0,169	0,252	0,140	0,212
powyżej 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.

W celu określenia liczby lekko rannych (LLR), należy obliczyć różnicę: LR – LCR.

Tabele 6 i 7 zawierają wartości wskaźników dotkliwości wypadków wyliczone dla dróg krajowych, natomiast Tabela 8 dotyczy dróg wojewódzkich, powiatowych i gminnych.

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

If the project does not include 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, with RAI value for single carriageway roads according to the table below.

Table 5. RAI indicators for single carriageways considering average $f^{(1)}_{LDW}$ (in accidents/ 10^6 veh-km/day)

RAI(LDW)/ AADT	S1/2n	S1/2z	GP1/2n	GP1/2z	G1/2n	G1/2z
(0 , 5 000>	0.194	0.192	0.268	0.397	0.219	0.336
(5 000 , 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
(20 000 , 30 000>	0.099	0.131	0.180	0.268	0.149	0.228
(30 000 , 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: Own calculations based on the method of RS indicators

3. Number of accident victims

Tables for WR, WCR and WZ include factors on the average number of victims per 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 number of road accidents.

The number of slightly injured (LLR) should be calculated as LR – LCR difference.

Tables 6 and 7 provide the values of accident severity indicators calculated for the national roads, while Table 8 applies to the voivodeship, commune and county roads.

Tabela 6. Wskaźniki dotkliwości wypadków dla ciągów drogowych dwujezdniowych (liczba osób / wypadek)

	A2/2	A2/3	S1/2+1	S2/2	S2/3	GP2/2 n	GP2/2z	GP2/3 n	GP2/3z
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)

	S1/2n	S1/2z	GP1/2 n	GP1/2z	G1/2n	G1/2z
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

Table 6. Accident severity factors (in pers./numb. of accidents) for dual carriageways

	A2/2	A2/3	S1/2+ 1	S2/2	S2/3	GP2/2 n	GP2/2 z	GP2/3 n	GP2/ z
WR	1.531	1.537	2.032	1.332	1.333	1.343	1.311	1.390	1.22
WCR	0.321	0.268	1.079	0.314	0.212	0.259	0.336	0.317	0.13
WZ	0.167	0.073	0.270	0.182	0.061	0.188	0.126	0.146	0.04

Source: Expert study

Table 7. Accident severity factors (in pers./numb. of accidents) for single carriageways

	S1/2n	S1/2z	GP1/2 n	GP1/2z	G1/2n	G1/2z
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. Accident severity factors (in pers./numb. of accidents) for voivodeship, community and county roads

	Voivodeship rd. undeveloped area (n)	Voivodeship rd. built-up area (z)	community, county rd. undeveloped 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. Prognoza BRD

W celu otrzymania prognozowanych wartości LR, LCR, LZ, LLR 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.

Liczbę lekko rannych (LLR), należy wyliczyć jako różnicę: $LR - LCR$.

5. Koszty wypadków drogowych

Całkowite koszty wypadków drogowych wylicza się przy pomocy wzoru przedstawionego w Tabeli 19 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 W_n , jak i bezinwestycyjnego W_0 jest określenie tzw. pomocniczych miar ryzyka społecznego:

- gęstość wypadków (**GW**),
- gęstość ofiar rannych (**GR**),
- gęstość ofiar ciężko rannych (**GCR**),
- gęstość ofiar śmiertelnych (**GZ**).

4. Road safety forecast

The forecasted values of LR, LCR, LZ, LLR 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 WR, WCR and LZ values do not change over time.

The number of slightly injured (LLR) should be calculated as $LR - LCR$ difference.

5. Costs of accidents

The total costs of road accidents are calculated using the formula presented in Table 19 of the main document.

Method II

The method described below should only be used for CBA purposes for 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 measurement of 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 W_n as well as non-investment option W_0 is the determination of the so-called secondary indicators of social risk:

- the density of accidents (**GW**),
- the density of injured (**GR**),
- the density of seriously injured (**GCR**),

Wartości te określamy przy pomocy poniższych tabel (od Tabeli 9 do Tabeli 20), 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),
- lokalizacja (województwo), dotyczy ciągów jednojezdniowych,
- obszar zabudowany (**z**) / obszar niezabudowany (**n**)³⁰.

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} we wzorze przedstawionym w Tabeli 19 dokumentu głównego).

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:

$$a_{crt} = GCR \cdot L \cdot f_{HP}$$

- the density of fatalities (**GZ**).

The above mentioned indicators are presented in the tables below (from Table 9 to Table 20), derived from the road safety indicators method, using the following inputs:

- types of investment (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),
- traffic forecast, Average Annual Daily Traffic (AADT),
- location (region), applies to single carriageway roads,
- built-up area (**z**) / undeveloped area (**n**)³⁰.

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 – section length in km, f_{HP} – factor of impact of forecast horizon.

The number of accidents a_{wt} corresponds also to the number of accidents with material losses (a_{mt} in the formula presented in Table 19 of the main document).

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 – section 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 – section length in km, f_{HP} – factor of impact of forecast horizon.

gdzie: L – długość w km; GCR – gęstość ciężko rannych [osób/ km/rok], f_{HP} – współczynnik wpływu horyzontu prognozy.

Liczbę lekko rannych (a_{lt}) należy wyliczyć jako różnicę $a_{rt} - a_{crt}$.

Wartości zestawione w tabelach (od Tabeli 10 do Tabeli 20) dotyczą roku 2010. Dla roku bazowego oraz celów prognostycznych należy odpowiednio uwzględnić wartości współczynnika wpływu horyzontu prognozy (Tabela 9) zawartego w powyższych wzorach. Współczynnik ten uwzględnia zmiany w rozwoju społeczno—gospodarczym Polski oraz planowane działania 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.

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 – section length in km, f_{HP} – factor of impact of forecast horizon.

Number of slightly injured (a_{lt}) should be calculated as $a_{rt} - a_{crt}$ difference.

The values shown in the tables below (from Table 10 to Table 20) correspond to the year 2010. For the base year and purpose of forecasting, the time horizon factor (Table 9) 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 RS indicators

The following tables refer to two types of investments:

- linear investments, road sections (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; these estimates may be used for CBA purposes. However, interpolation is also possible, particularly in case of slight variations in AADT values.

³⁰ Metoda dotyczy dróg zamiejskich w obszarach zabudowanych lub niezabudowanych.

The method refers to non-urban roads on built-up or undeveloped areas

Ciągi drogowe dwujezdniowe

Koszty skutków wypadków drogowych dla ciągów drogowych dwujezdniowych dla wariantów Wn i W0 wylicza się jako sumy kosztów lekko rannych, ciężko rannych, ofiar śmiertelnych oraz strat materialnych.

Tabela 10. Gęstość wypadków drogowych (GW) dla ciągów drogowych dwujezdniowych [wypadki/km/rok]

SDR	S1/2+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	S1/2+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

Dual carriageway road sections

Accident costs on dual carriageway roads sections for Wn and W0 options are calculated as the sum of costs of slightly injured, seriously injured, fatalities and material losses.

Table 10. The density of road traffic accidents (GW) for dual carriageway roads [accidents/km/year]

AADT	S1/2 +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 undeveloped areas

** Applies to built-up areas

Table 11. The density of injured (GR) for dual carriageway roads [persons/km/year]

AADT	S1/2 +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 RS indicators

* Applies to undeveloped areas

** Applies to built-up areas

Tabela 12. Gęstość zabitych w wypadkach drogowych (GZ) dla ciągów drogowych dwujezdniowych [osób/ km/ rok]

SDR	S1/2+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	S1/2+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 wylicza się jako sumy kosztów lekko rannych, ciężko rannych, ofiar śmiertelnych oraz strat materialnych.

W przypadku ciągów drogowych jednojezdniowych, gęstość wypadków $GW^{(1)}$ należy wyliczyć 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	S1/2 +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 RS indicators

* Applies to undeveloped areas

** Applies to built-up areas

Table 13. The density of seriously injured (GCR) for dual carriageway roads [persons/km/year]

AADT	S1/2+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 RS indicators

* Applies to undeveloped 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 slightly injured, seriously injured, fatalities and material losses.

In the case of single carriageway roads, the density of accidents $GW^{(1)}$ should be calculated in accordance with the following formula, which takes into account the factor of the road regional location $f^{(1)}_{LDW}$:

$$GW^{(1)} = gw * f^{(1)}_{LDW}$$

Tabela 14. Współczynnik 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
powyżej 20 000	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	GR		
	S	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
powyżej 20 000	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	
		Undeveloped 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
above 20 000	0.413	0.665	1.004

Source: Own calculations based on the method of RS indicators

Table 15. Road location factor $f^{(1)}_{LDW}$.

Voivodeship	$f^{(1)}_{LDW}$	Voivodeship	$f^{(1)}_{LDW}$
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

Table 16. Densities of injured (GR) on single carriageway roads [persons/km/year]

AADT	GR		
	S1	GP1, G1 undeveloped area	GP, G1 built-up area
(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
above 20 000	1.113	2.246	2.882

Source: Own calculations based on the method of RS 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
powyżej 20 000	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_n i W₀ wylicza 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
powyżej 20 000	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
powyżej 20 000	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 undeveloped area	GP1, G1 built-up area	
(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
above 20 000	0.217	0.562	0.766	0.291

Source: Own calculations based on the method of RS indicators

Single carriageway bypasses

Accident costs on single carriageway bypasses for W_n and W₀ options are calculated as the sum of the costs of injured, seriously injured, fatalities and material losses.

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
above 20 000	0.262	0.393	0.476

Source: Own calculations based on the method of RS 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
above 20 000	0.307	0.561	1.602

Source: Own calculations based on the method of RS 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
powyżej 20 000	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 , 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
powyżej 20 000	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 19 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
above 20 000	0.050	0.067	0.103

Source: Own calculations based on the method of RS 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
above 20 000	0.096	0.128	0.197

Source: Own calculations based on the method of RS indicators

The total costs of road accidents are then calculated using the formula presented in Table 19 of the main document.