

**WYTYCZNE POSZERZENIA JEZDNI  
O DODATKOWE PASY RUCHU  
W ZALEŻNOŚCI OD PRZEWIDYWANEGO  
NATEŻENIA RUCHU DROGOWEGO**

---

Standard   Przygotowanie inwestycji  
Projektowanie dróg  
Budowa dróg

---

Opracowanie dostępne na stronie [www.mib.bip.gov.pl](http://www.mib.bip.gov.pl) w zakładce „Wzorce i standardy”.



## MINISTERSTWO INFRASTRUKTURY I BUDOWNICTWA

Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa  
Departament Dróg Publicznych  
ul. T. Chałubińskiego 4/6, 00-928 Warszawa  
tel. (22) 630 17 00; [www.mib.gov.pl](http://www.mib.gov.pl)

### **Opracowanie wykonano na zlecenie**

Skarbu Państwa – Ministra Infrastruktury i Budownictwa  
w ramach umowy nr DDP-U-118/2016 z dnia 3 października 2016 r.

### **Wykonawca:**



**POLITECHNIKA  
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ  
I ŚRODOWISKA

### **Zespół autorski:**

Dr hab. inż. Kazimierz Jamroz, prof. PG – kierownik projektu  
Dr inż. Wojciech Kustra – autor prowadzący  
Dr hab. inż. Jan Kempa, prof. UTP  
Dr hab. Krzysztof Grzelec  
Dr inż. Lech Michalski, doc. PG  
Dr inż. Tomasz Dybicz  
Dr inż. Krzysztof Ostrowski  
Dr inż. Remigiusz Wojtal  
Mgr inż. Tomasz Mackun

### **Autorzy współpracujący:**

Prof. dr hab. inż. Stanisław Gaca  
Dr hab. inż. Piotr Olszewski, prof. PW  
Dr inż. Marcin Budzyński  
Mgr inż. Marek Bujalski  
Mgr inż. Marcin Nietupski  
Mgr inż. Aleksandra Romanowska  
Mgr inż. Paweł Włodarek  
Mgr inż. Marek Szewczuk  
Inż. Eliza Ciszewska  
Inż. Anna Wensierska



**MINISTER  
INFRASTRUKTURY I BUDOWNICTWA**

Warszawa, dnia 31 lipca 2017 r.

DDP.4.033.8.2016.GK.16  
NK: 12/17/17

**R E K O M E N D A C J A**

Na podstawie art. 17 ust. 3 ustawy z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. z 2016 r. poz. 1440, z późn. zm.) rekomenduję do stosowania w zakresie przygotowania inwestycji, budowy oraz przebudowy dróg publicznych klas A, S, GP i G, jako standard, opracowanie pt.:

**„Wytyczne poszerzenia jezdni o dodatkowe pasy ruchu w zależności od przewidywanego natężenia ruchu drogowego”,**

wykonane przez Politechnikę Gdańską, pod kierownictwem dr hab. inż. Kazimierza Jamroza, prof. PG, na zlecenie Skarbu Państwa – Ministra Infrastruktury i Budownictwa.

Przedmiotowe opracowanie nie stanowi przepisów techniczno-budowlanych, w rozumieniu art. 7 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2016 r. poz. 290, z późn. zm.), i – zgodnie z art. 17 ust. 4 ustawy o drogach publicznych – przeznaczone jest do dobrowolnego stosowania.

7 upoważnienia  
MINISTRA  
INFRASTRUKTURY I BUDOWNICTWA  
Jerzy Szmit  
Wiceprezident Rady Ministrów



## Spis treści:

<b>1. PODSTAWY FORMALNE .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PODSTAWOWE POJĘCIA I DEFINICJE.....</b>	<b>2</b>
<b>3. ZAŁOŻENIA.....</b>	<b>4</b>
<b>4. DOBÓR TYPU PRZEKROJU DROGI W FAZIE PROJEKTOWANIA WSTĘPNEGO</b>	<b>19</b>
<b>5. DOBÓR TYPU PRZEKROJU DROGI W FAZIE PRZYGOTOWANIA DOKUMENTACJI DO UZYSKANIA DECYZJI ADMINISTRACYJNYCH .....</b>	<b>28</b>
<b>6. DOBÓR TYPU PRZEKROJU DROGI W FAZIE UTRZYMANIA DROGI .....</b>	<b>37</b>
<b>7. PODSUMOWANIE .....</b>	<b>39</b>
<b>8. PRZYKŁADY .....</b>	<b>40</b>



## **1. PODSTAWY FORMALNE**

1.1. Niniejsze „Wytyczne poszerzenia jezdni o dodatkowe pasy ruchu w zależności od przewidywanego natężenia ruchu drogowego”, zwane dalej „Wytycznymi”, zostały opracowane na zamówienie Ministerstwa Infrastruktury i Budownictwa.

1.2. Potrzeba opracowania w/w Wytycznych wynika z konieczności uporządkowania obszaru przygotowania inwestycji drogowych, w tym także określenia zasad pozostawiania rezerw terenu pod dodatkowe pasy ruchu przewidzianych w projektach budowy dróg ekspresowych i autostrad.

1.3. Obecne przepisy techniczno-budowlane nie regulują ani kwestii poszerzenia jezdni o kolejne pasy ruchu w miarę wzrostu natężenia ruchu i pogarszania się warunków ruchu, ni kwestii pozostawiania rezerw terenu pod kolejne pasy ruchu.

1.4. W celu osiągnięcia wysokiej jakości projektów dróg przygotowano projekt niniejszych Wytycznych, które zawierają zasady ustalania dodatkowych typów przekroju drogowego, a w szczególności liczby jezdni i liczby pasów ruchu na jezdniach ruchu na różnych poziomach zarządzania infrastrukturą drogową (planistycznym, projektowym i operacyjnym).

## 2. PODSTAWOWE POJĘCIA I DEFINICJE

2.1. Drogi wielojezdniowe złożone z dwu lub więcej jezdni równoległych budowane są w celu zapewnienia przepływu dużych potoków pojazdów.

2.2. Autostrady i drogi ekspresowe stanowią szczególny przypadek dróg wielojezdniowych, specjalnie zaprojektowanych i wybudowanych dla ruchu samochodowego w celu zapewnienia przepływu dużych potoków ruchu przy najmniejszych kosztach eksploatacji, z zapewnieniem jednolitych warunków ruchu dla wszystkich użytkowników tej drogi tj. właściwego poziomu obsługi i bezpieczeństwa oraz odpowiedniej szybkości i komfortu jazdy na średnich i długich dystansach.

2.3. Warunki ruchu są to warunki, w jakich odbywa się ruch pojazdów (lub uczestników ruchu po analizowanej drodze). Warunki te mogą być: bardzo dobre – w przypadku jazdy swobodnej z prędkością pożądaną, w stanie niewymuszonym, a także bardzo uciążliwe – w przypadku jazdy zależnej od innych pojazdów, w stanie wymuszonym. Warunki uciążliwe nie są akceptowane przez kierujących pojazdami. Do oceny warunków ruchu stosuje się różne metody i różne kryteria w celu identyfikacji poziomu warunków występujących na drodze i wyboru optymalnego rozwiązania.

2.4. Poziom swobody ruchu (PSR) definiowany jest jako jakościowa miara warunków ruchu uwzględniająca: sprawność i płynność ruchu albo komfort użytkowników dróg. W metodzie HCM przyjęto sześć klas warunków ruchu zwanych poziomami swobody ruchu PSR (level of service LOS), oznaczonych literami od A do F, przy czym klasa A odpowiada najlepszym, a klasa F najgorszym warunkom ruchu.

2.5. Miarami warunków ruchu są:

- natężenie ruchu  $N$  – miara wielkości ruchu,
- gęstość potoku  $K$  – miara wielkości ruchu,
- prędkość przejazdu  $VP$  – miara sprawności i płynności ruchu,
- stopień wykorzystania przepustowości  $X$  – miara sprawności urządzeń drogowych.

2.6. W odniesieniu do odcinków dróg poddanych analizie w niniejszych Wytycznych można zastosować podział na:

- 1) Odcinki strategiczne dróg stanowiące połączenia międzynarodowe, międzyregionalne, międzymetropolitalne łączące stolice województw lub duże miasta; są to odcinki dróg o długości ponad 50 km.
- 2) Odcinki sieciowe dróg stanowiące ważne elementy sieci drogowej; odcinki autostrady lub drogi ekspresowej będące wynikiem podziału wyznaczonego przez przecięcia z autostradami, drogami ekspresowymi lub ważnymi drogami krajowymi, a także obwodnice dużych miast lub aglomeracji; są to odcinki dróg o długości 10 – 50 km.
- 3) Odcinki międzywęzłowe, czyli jednorodne odcinki dróg stanowiące połączenia między węzłami na autostradzie lub drodze ekspresowej; odcinki dróg o długości 2 – 20 km.

2.7. Obszar położenia drogi. Analizowana droga może przebiegać przez obszar zamiejski i obszar aglomeracji miejskich, które mają istotny wpływ na funkcjonowanie tej drogi.

- Obszar zamiejski to obszar gminy o małej i średniej gęstości zaludnienia ( $< 200$  osób/km<sup>2</sup>), z dużymi odstępami między węzłami na analizowanej drodze i dużym udziałem ruchu tranzytowego (dalekobieżnego) w potoku pojazdów na analizowanej drodze.
- Obszar aglomeracji miejskich to obszar gminy o dużej gęstości zaludnienia ( $\geq 200$  osób/km<sup>2</sup>), z małymi odległościami między węzłami na analizowanej drodze i dość dużym udziałem ruchu regionalnego i lokalnego w potoku pojazdów na analizowanej drodze.



2.8. Obszar wpływu analizowanej drogi na warunki, bezpieczeństwo i koszty ruchu w sieci dróg współpracujących jest to obszar obejmujący sieci dróg krajowych, dróg wojewódzkich i ważniejszych dróg powiatowych współpracujących z analizowaną drogą, na których wystąpią istotne zmiany przepływu potoków ruchu (zmiany natężeń ruchu) po oddaniu analizowanej drogi do użytku.

### 3. ZAŁOŻENIA

3.1. Cel i przedmiot wytycznych. Głównym celem Wytycznych jest przedstawienie jednolitych zasad ustalania liczby jezdni i liczby pasów ruchu w przekroju drogi na różnych poziomach zarządzania infrastrukturą drogową (planistycznym, projektowym i operacyjnym).

3.1.1. Celami pośrednimi są:

- osiągnięcie wysokiej jakości projektów dróg,
- uporządkowanie obszaru przygotowania inwestycji drogowych w zakresie ustalania rezerw terenu pod dodatkowe pasy ruchu przewidzianych do budowy dróg,
- dostarczenie narzędzia ułatwiającego podejmowanie optymalnych decyzji dotyczących ustalenia docelowego przekroju poprzecznego i etapowania budowy.

3.1.2. Przedmiotem wytycznych są dwujezdniowe drogi klasy A, S, GP i G: planowane lub istniejące, poddane modernizacji lub przebudowie.

3.2. Fazy cyklu życia obiektu drogowego. Analizę ustalania typu przekroju poprzecznego drogi (tj. liczbę jezdni i liczbę pasów ruchu) wykonuje się w różnych fazach cyklu życia obiektu drogowego (w ramach przygotowania różnych stadiów dokumentacji oraz w trakcie procesu utrzymania drogi). Przyjmuje się trzy fazy ustalania przekroju poprzecznego dróg w cyklu życia drogi [1]: fazę projektowania wstępnego, fazę uzyskania decyzji administracyjnych i fazę utrzymania drogi.

3.2.1. Faza projektowania wstępnego obejmuje analizy, które powinny być prowadzone dla strategicznych odcinków dróg, np. w ramach Studium Sieciowego (SS). Zakres prowadzonych wówczas analiz obejmuje między innymi wytyczne dla rozwiązań planistycznych, takie jak: własności użytkowe elementów rozpatrywanej sieci drogowej (klasa drogi, **przekrój poprzeczny**, nośność nawierzchni obiektów drogowych, przepustowość, dostępność, prędkość podróży), pożądane powiązania drogowe wraz z ich klasą).

3.2.2. Faza uzyskania decyzji administracyjnych – analiza powinna być prowadzona dla sieciowych odcinków dróg w celu wykonania opracowań projektowych na potrzeby uzyskania:

- 1) Decyzji o Środowiskowych Uwarunkowaniach (DŚU), w tym Studium korytarzowego wraz z analizą wielokryterialną (SK) jako podstawowego dokumentu projektowego kompleksowo przedstawiającego nowe zamierzenie inwestycyjne drogowe oraz Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego (STEŚ). Opracowanie polega na wykonaniu kompletnego studium dla wariantów wybranych w wyniku opracowania w SK w ramach, których prowadzi się także **analizy uściślające elementy przekroju poprzecznego drogi**.
- 2) Zezwolenia na Realizację Inwestycji Drogowej (ZRID), w tym: Koncepcji programowej (KP), Projektu Budowlanego (PB). W ramach tych opracowań wykonuje się szczegółowe projekty obiektów i **wymiaruje się dokładnie elementy przekroju poprzecznego drogi**.

3.2.3. Faza utrzymania drogi – analiza powinna być prowadzona okresowo dla odcinków międzywęzłowych dróg (np. po wykonaniu Generalnego Pomiaru Ruchu), w celu określenia aktualnych warunków ruchu i **podjęcia decyzji o budowie lub zaniechaniu budowy dodatkowego pasa ruchu** w przekroju drogi.

3.3. Procedura postępowania. Analizy prowadzone w poszczególnych fazach różnią się zakresem i poziomem dokładności. Pełny tok (procedura) postępowania przy ustalaniu przekroju poprzecznego drogi składa się z trzech etapów: prace przygotowawcze i analizy pomocnicze, dobór typu przekroju drogi i ustalenie sposobu etapowania.

3.4 Prace przygotowawcze i analizy pomocnicze (etap I). Celem tego etapu prac jest określenie klasy planowanej drogi, jej położenia i obszaru wpływu analizowanego odcinka drogi na sieć dróg

współpracujących, zidentyfikowanie możliwych wariantów budowy drogi w przekroju poprzecznym i zebranie dla przyjętego odcinka drogi i obszaru analizy wszystkich danych wyjściowych. Wyróżniono cztery niezbędne elementy obejmujące:

- określenie celu i zakresu analizy.
- określenie klasy drogi i obszaru jej wpływu.
- zidentyfikowanie przyjętych do analiz, wariantów drogi w przekroju poprzecznym.
- zebranie danych wyjściowych do obliczeń.

3.4.1 Określenie celu i zakresu analizy. Celem analizy może być dobór tylko liczby pasów ruchu w przekroju planowanej w przyszłości drogi klasy A, S, GP lub G albo określenie roku, w jakim należy poszerzyć drogę o dodatkowy pas ruchu. Jest to istotne działanie, gdyż wyznacza dalszą procedurę prowadzenia prac i użyte metody analizy.

3.4.1.1 W zależności od przyjętej fazy prowadzone analizy charakteryzują się różnym stopniem dokładności i różnym zapotrzebowaniem na dane. Biorąc to pod uwagę przyjęto dwie metody prowadzenia analiz: metodę uproszczoną i metodę szczegółową (stosowaną dla doboru przekroju w pozostałych fazach).

3.4.1.2 Metoda uproszczona charakteryzuje się dużym stopniem ogólności, gdyż przygotowana jest do stosowania dla doboru przekroju poprzecznego drogi w fazie projektowania wstępnego. W tej fazie projektowania występuje mała dostępność do danych, zatem w metodzie tej operuje się danymi zagregowanymi.

3.4.1.3 Metoda szczegółowa charakteryzuje się dużym stopniem dokładności, gdyż przygotowana jest do stosowania dla doboru przekroju poprzecznego drogi w fazie przygotowania dokumentacji do decyzji administracyjnych i w fazie utrzymania drogi. W tych fazach projektowania występuje duża dostępność do danych, zatem w metodzie tej operuje się danymi szczegółowymi.

3.4.2 Określenie klasy drogi i obszaru jej wpływu. Klasę drogi na analizowanym odcinku ruchu należy przyjąć zgodnie z aktualnym Programem Budowy Dróg Krajowych [6]. Obszarem wpływu planowanej drogi na funkcjonowanie sieci dróg współpracujących jest korytarz o szerokości  $2R$  (co najmniej  $R$  po każdej stronie osi planowanej drogi) i długości  $L + 2R$  (tj. odcinek planowanej drogi powiększony po obu końcach o dodatkową długość  $R$ ). Wartość  $R$  jest uzależniona od typu obszaru i klasy drogi. Orientacyjne wymiary obszaru wpływu przedstawia tablica 3.1 [3].

Tablica 3.1

Orientacyjne wymiary obszaru wpływu planowanej drogi na brd

Klasa drogi	Obszar	Orientacyjny zasięg obszaru wpływu R
A	zamiejski, aglomeracyjny	do 50 km
S		do 30 km
GP, G	miejski	obszar całego miasta
	zamiejski	do 10 km
	korytarz obwodnicy miejscowości	do 10 km, w tym obszar miejscowości, dla której planowana jest obwodnica

Źródło: Opracowanie własne

3.4.3 Zidentyfikowanie wariantów budowy drogi w przekroju poprzecznym. Kolejnym krokiem analizy jest identyfikacja możliwych do zastosowania przekrojów poprzecznych analizowanych dróg. Liczba wariantów jest ograniczona i sprowadza się do kilku, które wymagają określenia:

- liczby jezdni,
- liczby pasów ruchu na każdej z jezdni.

3.4.3.1 Do prowadzenia analiz wariantów przekroju dróg dwu- i wielojezdniowych ustalono klasyfikację przekrojów dróg, którą przedstawiono w tablicy 3.2. Symbol przekroju poprzecznego charakteryzuje: klasę drogi, liczbę jezdni, liczbę pasów ruchu występujących na jezdniach w jednym

kierunku, obszar, przez który droga przebiega (podział na obszary może różnicować szczegółowe parametry przekroju poprzecznego).

Tablica 3.2

Klasyfikacja typu przekrojów dróg wielojezdniowych

Typ przekroju poprzecznego drogi TPD	Klasa drogi KD	Liczba jezdni $L_j$	Liczba pasów ruchu w jednym kierunku $L_{pr}$
A2/2	Autostrada	2	2
A2/3		2	3
A2/4		2	4
A4/4-5		4	2+2, 2+3, 3+2
S2/2	Droga ekspresowa	2	2
S2/3		2	3
S2/4		2	4
S4/4-5		4	2+2, 2+3, 3+2
GP2/2z	Droga główna ruchu przyspieszonego	2	2
GP2/2m		2	2
GP2/3z		2	3
GP2/3m		2	3
GP2/4m		2	4
GP4/4-5m	4	2+2, 3+2	
G2/2z	Droga główna	2	2
G2/2m		2	2
G2/3z		2	3
G2/3m		2	3

Oznaczenia: z – przekrój zamiejski, m – przekrój miejski (uliczny), 2+2 oznacza dwie jezdnie po dwa pasy ruchu w jednym kierunku (razem 4 pasy ruchu w jednym kierunku) itp.

Źródło: Opracowanie własne

3.4.3.2 Zróżnicowanie typów przekrojów dróg wynika z wielu parametrów, takich jak: klasa drogi, prędkość sieciowa (prędkość pożądana), liczba jezdni, liczby pasów ruchu, szerokość i wyposażenie pasa dzielącego, szerokość opasek, szerokość pobocza itp. Na rysunkach 3.1 - 3.5 zilustrowano różne typy przekrojów dróg wielojezdniowych i wielopasowych, które mogą być zastosowane na drogach klasy A, S, GP i G w Polsce.

3.4.3.3 Prędkość sieciowa  $V_{sp}$  jest to pożądana prędkość podróży pomiędzy ośrodkami osadniczymi. Prędkość ta zależy od rangi ośrodków osadniczych oraz odległości pomiędzy nimi i stanowi podstawę do wyznaczania funkcji i klasy drogi, w tym samym standardów technicznych połączeń drogowych i węzłów. W tablicy 3.3 przedstawiono propozycje określania prędkości pożądanej  $V_{sp}$  na drogach różnych kategorii w Polsce.

3.4.3.4 Parametry geometryczne przyjętego przekroju poprzecznego drogi zależą od jej klasy i należy przyjmować je zgodnie z WT [5].

Tablica 3.3

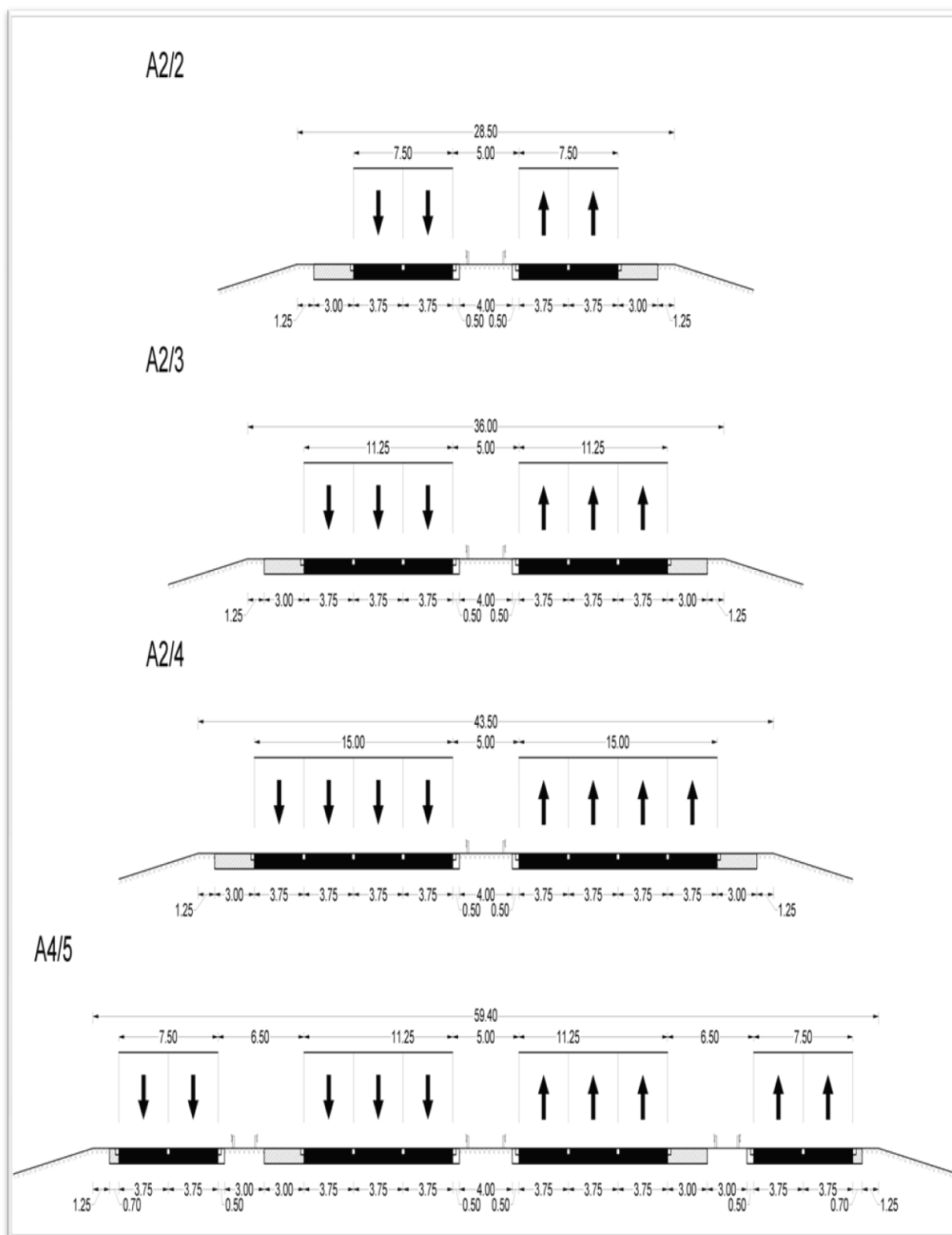
Zestawienie prędkości sieciowych podróży  $V_{sp}$  w zależności od rodzaju ruchu i klasy drogi dla samochodów osobowych

Rodzaj ruchu	Klasa drogi	Standardowa długość podróży $L_p$ (km)	Klasy warunków ruchu PSR	Prędkość sieciowa $V_{sp}$ (km/h) dla samochodów osobowych	Prędkość dopuszczalna $V_d$ (km/h)
Międzynarodowy, międzymetropolitalny, międzyaglomeracyjny	A	100-500	C (D)	100-120	140
Krajowy	S	50-300	C (D)	80-100	120
Międzyregionalny	GP	30-150	C (D)	60-90	70/100
Regionalny	G	20-80	D (E)	40-70	50/100

Źródło: Opracowanie własne

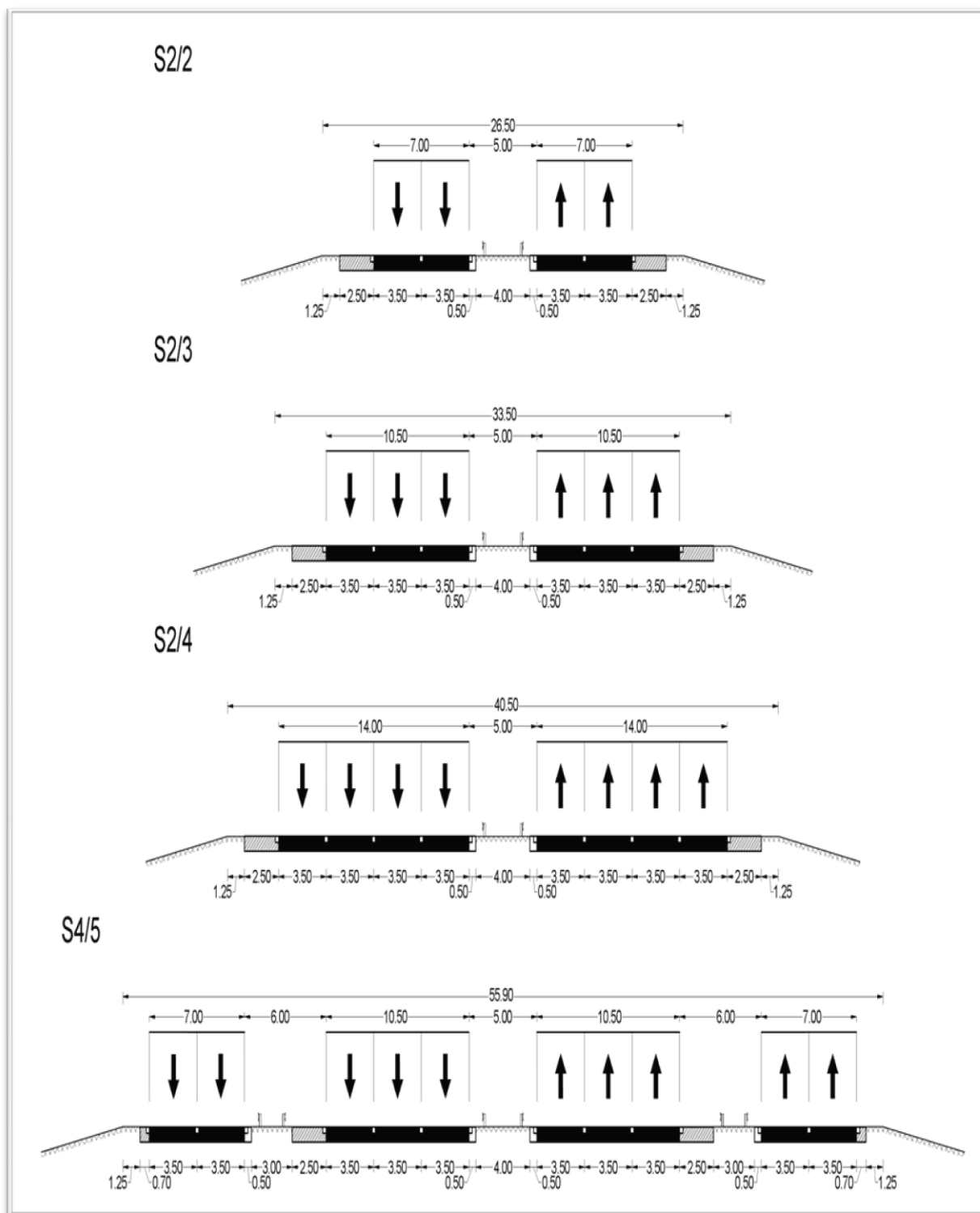
3.4.4 Zebrań danych wyjściowych niezbędnych do przeprowadzenia dalszych analiz. Zakres zbioru niezbędnych danych wyjściowych zależy od fazy sporządzania dokumentacji [1, 2]. W szczególności dane wejściowe powinny obejmować:

- 1) charakterystykę miejsca planowanej inwestycji w sieci drogowej: opis terenu i uwarunkowań lokalnych, charakterystykę odcinka, obszar wpływu wraz z jego granicami naniesiony na mapę analizowanego obszaru,
- 2) analizę stanu istniejącego: charakterystykę sieci drogowej powiązanej z istniejącą drogą (drogi krajowe, wojewódzkie i ważniejsze drogi powiatowe), ocenę miejsca planowanej drogi w hierarchii sieci i powiązań z nią,
- 3) dostępne dane o wypadkach i ofiarach wypadków drogowych w odniesieniu do analizowanej drogi i analizowanego obszaru z ostatnich 3 lat,
- 4) charakterystyka planowanej drogi: podstawowe parametry projektowe drogi: klasa techniczna, rodzaj terenu, przekrój poprzeczny, prędkość projektowa (miarodajna).
- 5) liczbę i charakterystykę wariantów planowanej drogi.



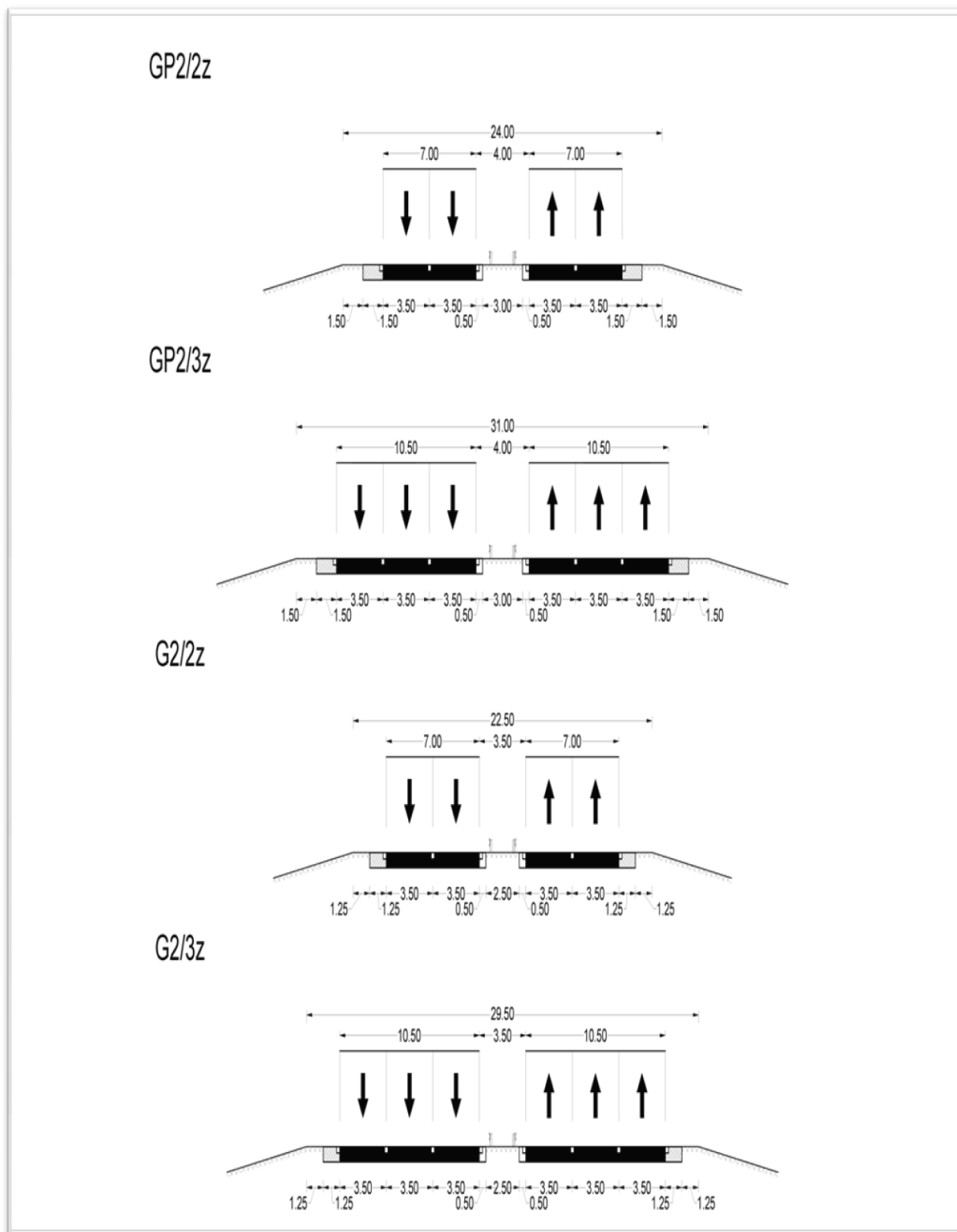
Rys. 3.1 Schematy uwzględnianych w analizach typów przekroju poprzecznego autostrad.

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 3.2 Schematy uwzględnianych w analizach typów przekroju poprzecznego dróg ekspresowych

Źródło: Opracowanie własne

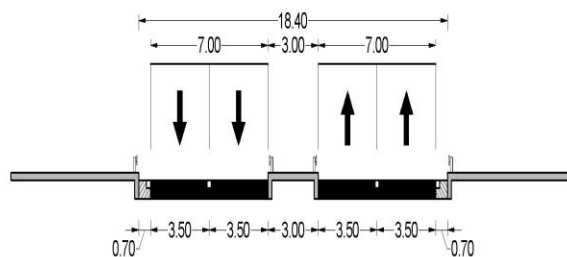


Rys. 3.3 Schematy uwzględnianych w analizach typów przekroju poprzecznego dróg głównych GPz i Gz na obszarach miejskich

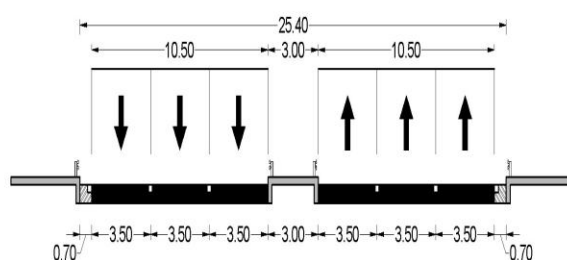
Źródło: Opracowanie własne



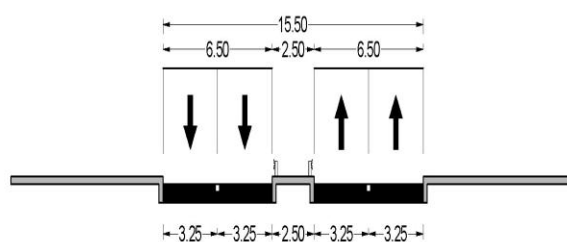
GP2/2m



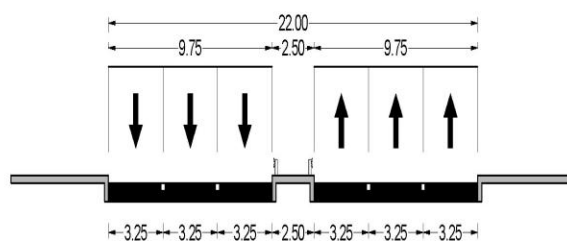
GP2/3m



G2/2m



G2/3m



Rys. 3.4 Schematy uwzględnianych w analizach typów przekroju poprzecznego dróg głównych GPm i Gm na obszarach miejskich

Źródło: Opracowanie własne

a)



b)



c)



d)



Rys. 3.5 Przykłady wybranych dróg dwu – i wielojedzniowych o różnych przekrojach poprzecznych w Polsce: a) autostrada A1 (A2/2), b) droga ekspresowa S6 (S4/5) c) droga główna ruchu pospiesznego (GP2/2), droga krajowa nr 22, d) ulica główna o ruchu pospiesznym GP2/2 w Gdańsku.

Źródło: Opracowanie własne

3.4.5 Przyjęcie i oszacowanie miarodajnych parametrów ruchu drogowego na analizowanej drodze lub jej odcinku w stanie istniejącym i w przyjętym okresie prognozy.

3.4.5.1 Miarodajnymi okresami  $R_n$  służącymi do doboru przekroju poprzecznego drogi są charakterystyczne lata przyjmowane do analiz w zależności od rodzaju analizy i fazy cyklu życia obiektu, które przedstawiono w tabelicy 3.4.

3.4.5.2 Parametry ruchu (natężenie ruchu, prędkość potoku, gęstość potoków pojazdów itp.) stosowane w analizach przyjmuje się na podstawie pomiarów lub prognoz ruchu dla miarodajnego roku i miarodajnej godziny.

3.4.5.3 Miarodajnymi natężeniami ruchu przyjmowanymi do analiz są:

- średnioroczne dobowe natężenie ruchu (średni dobowy ruch roczny)  $SDRR_n$ , –w roku miarodajnym,
- miarodajne godzinowe natężenie ruchu (natężenie ruchu w godzinie 50-tej)  $N_{50,n}$  – w roku miarodajnym.

3.4.5.4 Średnioroczne dobowe natężenie ruchu (średni dobowy ruch roczny)  $SDRR_n$ , jest to uśrednione natężenie dobowe ze wszystkich dni roku miarodajnego, przyjmowane na podstawie badań ruchu (np. GPR) lub prognoz ruchu. Natężenie to może być wyrażone w pojazdach rzeczywistych (P/24h) lub w pojazdach umownych (E/24h).

Natężenie ruchu w pojazdach umownych można obliczyć na podstawie zależności (3.1):

$$SDRR_{n,E} = \frac{SDRR_{n,P}}{f_c} \quad (3.1)$$

przy czym:

$$f_c = \frac{1}{1 + p_c \cdot (E_c - 1)} \quad (3.2)$$

gdzie:

$SDRR_{n,E}$  – średni dobowy ruch roczny w roku miarodajnym w pojazdach umownych (E/24h),

$SDRR_{n,P}$  – średni dobowy ruch roczny w roku miarodajnym w pojazdach rzeczywistych (P/24h),

$f_c$  – współczynnik przeliczeniowy pojazdów ciężarowych na pojazdy umowne,

$p_c$  – udział pojazdów ciężarowych w potoku pojazdów,

$E_c$  - współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężarowych, należy przyjmować w przypadku stosowania metody ogólnej  $E_c=1,5$ ; natomiast w przypadku stosowania metody szczegółowej, do czasu opracowania polskiej metody obliczania przepustowości, współczynnik  $E_c$  należy przyjmować zgodnie z metodą HCM.

3.4.5.5 Miarodajne godzinowe natężenie ruchu (natężenie ruchu w godzinie 50-tej)  $N_{50,n}$  – w roku miarodajnym należy przyjmować na podstawie badań ruchu (np. na podstawie ciągłego pomiaru ruchu w stacjach pomiarowych) lub prognoz ruchu, albo oszacować na podstawie zależności (3.3):

$$N_{50,n,P} = \frac{k_m \cdot SDRR_{n,P}}{L_{pp}} \quad (3.3)$$

Natężenie ruchu  $N_{50,n,E}$  w pojazdach umownych można obliczyć na podstawie zależności (3.4):

$$N_{50,n,E} = \frac{N_{50,n,P}}{f_c} \quad (3.4)$$

Natomiast w przypadku oceny sprawności analizowanego odcinka drogi i warunków ruchu, w okresie krótszym niż godzina należy wziąć pod uwagę natężenie oszacowane według zależności (3.5):

$$N_{50,n,E,m} = \frac{N_{50,n,P}}{k_{15}} \quad (3.5)$$

gdzie:

$N_{50,n,E}$  – natężenie ruchu w godzinie 50 – tej w miarodajnym roku, w pojazdach umownych (E/24h),

$N_{50,n,P}$  – natężenie ruchu w godzinie 50 – tej w miarodajnym roku w pojazdach rzeczywistych (P/24h),

$N_{50,n,E,m}$  – natężenie ruchu w godzinie 50 – tej w miarodajnym roku, w pojazdach umownych (E/24h), przyjmowane do obliczeń warunków ruchu.

$f_c$  – współczynnik przeliczeniowy pojazdów ciężarowych na pojazdy umowne,

$p_c$  – udział pojazdów ciężarowych w potoku pojazdów,

$E_c$  - współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężarowych, należy przyjmować w przypadku stosowania metody ogólnej  $E_c=1,5$ ; natomiast w przypadku stosowania metody szczegółowej, do czasu opracowania polskiej metody obliczania przepustowości, współczynnik  $E_c$  należy przyjmować zgodnie z metodą HCM,

$k_m$  – współczynnik udziału miarodajnego natężenia ruchu w godzinie 50 od natężenia średniorocznego dobowego, współczynnik ustalono na podstawie danych historycznych, przyjęto:  $k_m = 0,09$  dla całego przekroju drogi, natomiast  $k_m = 0,12$  dla jednej jezdni,

$L_{pp}$  – liczba pasów ruchu w przekroju drogi,

$k_{15}$  – wskaźnik nierównomierności ruchu w godzinie, do szacowania przyjmuje się wartości 0,9 – 1,0 w zależności od natężenia ruchu drogowego.

Tablica 3.4

Zestawienie miarodajnych okresów  $R_n$  stanowiących podstawę do analiz doboru przekroju poprzecznego drogi

Rodzaj analizy	Faza cyklu życia drogi		
	Projektowanie wstępne	Uzyskanie decyzji administracyjnych	Utrzymanie drogi
Dobór przekroju docelowego	$R_{30}$	$R_{30}$	–
Dobór przekroju początkowego	$R_{1,10}$	$R_{1,10}$	$R_a$
Ustalenie konieczności etapowania	$R_{10}$	$R_{10,15,20,25}$	$R_{(a+5)}$

Źródło: Opracowanie własne

Oznaczenia w tabeli 3.4:

$R_1$  – oznacza pierwszy rok po oddaniu nowej lub przebudowanej drogi do ruchu,

$R_{30}$  – oznacza trzydziesty rok po oddaniu nowej lub przebudowanej drogi do ruchu,

$R_n$  – oznacza n-ty rok po oddaniu nowej lub przebudowanej drogi do ruchu,

$R_a$  – oznacza aktualny rok eksploatacji drogi (natężenie i inne parametry ruchu przyjęte na podstawie wyników GPR lub innych dostępnych wyników badań ruchu),

$R_{a+5}$  – oznacza okres 5 lat po przeprowadzonym GPR.

3.4.5.6 Dane z pomiarów ruchu. W analizach stanu istniejącego lub w czasie cyklicznego monitorowania funkcjonowania dróg korzysta się z danych o ruchu pomierzonych bezpośrednio na drodze. Proponuje się korzystanie w tym przypadku z danych uzyskiwanych w ramach Generalnego Pomiaru Ruchu, a przy braku na danym odcinku z pomiarów GPR dane z Stacji Ciągłych Pomiarów Ruchu (SCPR), które są publikowane na stronach GDDKiA.

3.4.5.7 Dane z prognoz ruchu. Większość analiz ruchu prowadzonych jest dla przyszłych okresów ruchu, dlatego istotnym elementem są prognozy ruchu. Dokładność prognoz ruchu jest bardzo ważnym wyznacznikiem trafności podejmowanych decyzji o doborze przekroju poprzecznego drogi. Dlatego prognozy ruchu powinny być opracowywane za pomocą dobrze skalibrowanego krajowego modelu ruchu. Krajowy model ruchu drogowego powinien uwzględniać modele sieci drogowej zaplanowane w poszczególnych stanach prognostycznych. Wymagane do obliczeń parametry ruchu, np.: natężenie ruchu, prędkość potoku, gęstość potoku pojazdów należy prognozować dla miarodajnego roku i miarodajnej godziny przyjętej dla poszczególnych faz prowadzenia analiz. Natomiast dane o ruchu na potrzeby analizy i oceny wpływu planowanej drogi na bezpieczeństwo ruchu, środowisko i koszty ruchu, muszą być zestawione dla kolejnych lat w okresie analizy.

3.5 Dobór typu przekroju poprzecznego drogi (etap II). Celem analizy jest ustalenie docelowego i początkowego typu przekroju poprzecznego analizowanego odcinka drogi (liczba jezdni i liczba pasów ruchu na jezdniach) w poszczególnych fazach postępowania. Wyróżniono cztery niezbędne elementy analizy obejmujące:

- przyjęcie kryteriów doboru typu przekroju poprzecznego drogi,
- ocena funkcjonowania analizowanej drogi w przypadku zastosowania proponowanego typu przekroju,
- ustalenie typu przekroju,

3.5.1. Przyjęcie kryteriów doboru przekroju poprzecznego. Przyjęto dwie grupy kryteriów doboru przekroju poprzecznego drogi: podstawowe i pomocnicze.

3.5.1.1 Podstawowym kryterium doboru przekroju poprzecznego drogi jest poziom swobody ruchu PSR na analizowanym odcinku ocenianej drogi w roku miarodajnym.

3.5.1.1.1 Analizowany odcinek drogi, z wybranym typem przekroju poprzecznego powinien charakteryzować się warunkami ruchu nie gorszymi niż zalecane (na drogach planowanych lub projektowanych) albo dopuszczalne (na drogach istniejących), które zestawiono w tablicy 3.5 zestawiono.

Tablica 3.5

Zestawienie zalecanych i dopuszczalnych czasowo poziomów swobody ruchu stanowiących podstawowe kryterium doboru przekroju poprzecznego drogi

Warunki stosowania (poziom swobody ruchu)	Klasa drogi			
	Autostrady i drogi ekspresowe (A i S)		Główne ruchu przyspieszonego i główne (GP i G)*	
	obszar		obszar	
	zamiejski	aglomeracji miejskich	zamiejski	miejski
Zalecane ( $PSR_{zal}$ )	C	D	C	D
Dopuszczalne czasowo* ( $PSR_{dop}$ )	D	E	D	E

\*) tylko na drogach Istniejących. Źródło: Opracowanie własne.

3.5.1.1.2 Zalecane poziomy warunków ruchu (zestawione w tabl. 3.4) należy stosować w analizach doboru przekroju poprzecznego drogi w fazach: projektowania wstępnego i uzyskania decyzji administracyjnych, natomiast dopuszczalne czasowo poziomy warunków ruchu można przyjmować wyjątkowo w fazie utrzymania drogi (na okres nie dłuższy niż przez 5 lat od okresu prowadzenia analizy).

3.5.1.2 Pomocnicze kryteria doboru przekroju poprzecznego drogi należy stosować w przypadku, gdy zalecane poziomy swobody ruchu PSR spełniają dwa lub więcej typów przekroju poprzecznego drogi. Kryteriami pomocniczymi doboru typu przekroju poprzecznego są: efektywność funkcjonalna i efektywność ekonomiczna.

3.5.1.2.1 Miarami efektywności funkcjonalnej są miary oceny MOE takie jak: czas podróży TP, liczba wypadków LW, liczba ofiar śmiertelnych i ciężko rannych LZCR, objętość emitowanych spalin SP, zużycie paliwa ZP, koszty ruchu KR itp.

3.5.1.2.2 Miarą efektywności ekonomicznej ocenia się za pomocą wskaźnika kosztu wykonania zadania, liczonego jako średni koszt wykonania pracy przewozowej SKP.

3.5.2. Ocena funkcjonowania analizowanej drogi w przypadku zastosowania proponowanego typu przekroju. W celu oceny funkcjonowania analizowanej drogi o wybranym do analiz typie przekroju poprzecznego, należy wykonać wiele analiz pomocniczych:

- 1) ocenę warunków ruchu na analizowanej drodze,
- 2) ocenę wpływu analizowanej drogi na brd,
- 3) oszacowanie wpływu analizowanej drogi na środowisko,
- 4) oszacowanie kosztów budowy i eksploatacji analizowanej drogi,
- 5) oszacowanie kosztów ruchu, w tym także dodatkowych kosztów ruchu ponoszonych w czasie etapowej budowy dodatkowych jezdni lub pasów ruchu.

3.5.2.1 Do oceny warunków ruchu korzysta się z metody HCM [6]. Podstawą oceny są Poziomy Swobody Ruchu PSR w zakresie od A do F. Poziomy swobody ruchu ustalane są dla natężenia

miarodajnego (natężenie w godzinie pięćdziesiątej -  $N_{50}$ ). Poziom (klasę) warunków ruchu ustala się w zależności od: gęstości potoku pojazdów  $K$ , prędkości potoku  $VP$ , natężenia krytycznego  $N_{kr}$  lub stopnia wykorzystania przepustowości  $X$  przyjętych jako graniczne dla poszczególnych poziomów warunków ruchu. Szczegółowa procedura obliczania PSR na drogach w Polsce będzie opracowywana w ramach aktualnie trwającego programu badawczego RID-2B<sup>1</sup>. Do czasu opracowania nowej polskiej metody oceny warunków ruchu należy korzystać z metod dostępnych [6].

3.5.2.2 Do oceny poziomu bezpieczeństwa ruchu na analizowanej drodze i w obszarze wpływu analizowanej drogi na brd można skorzystać z procedur opracowanych w metodzie oceny wpływu analizowanej drogi na bezpieczeństwo sieci dróg współpracujących [3], z procedur przedstawionych w metodyce JASPERS [3] lub z wyników analiz prowadzonych w ramach prowadzonego projektu drogowego.

3.5.2.3 Do oceny wpływu analizowanej drogi na środowisko można skorzystać z procedur przedstawionych w metodyce JASPERS [4] lub z wyników analiz prowadzonych w ramach prowadzonego projektu.

3.5.2.4 Do oceny wpływu analizowanej drogi na koszty ruchu można skorzystać z procedur przedstawionych w metodyce JASPERS [3] lub z wyników analiz prowadzonych w ramach prowadzonego projektu drogowego, z wcześniej przeprowadzonych analiz tego rodzaju.

3.5.3. Ustalenie typu przekroju drogi. Ostatecznie ze zbioru przyjętych do analizy typów przekroju poprzecznego **przyjmuje się** do dalszej analizy ten typ przekroju poprzecznego  $TPD_k$ , który spełnia bezwzględnie kryterium podstawowe (tj. zalecany lub dopuszczalny poziom PSR) oraz najlepiej spełnia kryteria pomocnicze (efektywności funkcjonalnej i ekonomicznej). Kryteria efektywności funkcjonalnej i ekonomicznej bierzemy pod uwagę, gdy różnice dla dwóch lub więcej typów przekroju poprzecznego uzyskano ten sam poziom warunków ruchu (PSR).

3.6 Określenie możliwych sposobów etapowania rozbudowy przekroju poprzecznego. Celem analizy jest wskazanie optymalnego sposobu etapowania rozbudowy przekroju do rozwiązania docelowego, biorąc pod uwagę różne aspekty i uwarunkowania.

3.6.1 Zakres analiz. Analiza dotycząca ustalenia sposobu etapowania dochodzenia do przekroju docelowego drogi może być wykonywana w trzech fazach cyklu życia drogi. W ramach prowadzonych analiz należy ustalić:

- 1) konieczność przebudowy przekroju (dobudowy dodatkowych jezdni lub pasów ruchu),
- 2) rodzaj scenariusza przebudowy drogi do przekroju docelowego,
- 3) optymalny sposób etapowania.

3.6.2 Ustalenie konieczności przebudowy przekroju drogi. Jeżeli typ przekroju początkowego i docelowego drogi różnią się liczbą jezdni lub liczbą pasów ruchu konieczne jest ustalenie sposobu etapowania dochodzenia do przekroju docelowego.

3.6.3. Ustalenie rodzaju scenariusza przebudowy do przekroju docelowego. Sposoby przebudowy przekroju poprzecznego drogi od przekroju początkowego do przekroju docelowego zależą od przewidywanego czasu zmiany przekroju i dostępności rezerw terenu.

3.6.3.1. W zależności od uwarunkowań technicznych, ekonomicznych, terenowych należy określić (wytypować) możliwe scenariusze etapowej rozbudowy przekroju poprzecznego od przekroju początkowego (bazowego) do przekroju docelowego.

3.6.3.2. Można przewidzieć pięć podstawowych scenariuszy rozbudowy przekroju poprzecznego drogi:

- 1) scenariusz  $SE_0$  – budowa lub rozbudowa przekroju drogi bez zapewnionych rezerw terenowych;

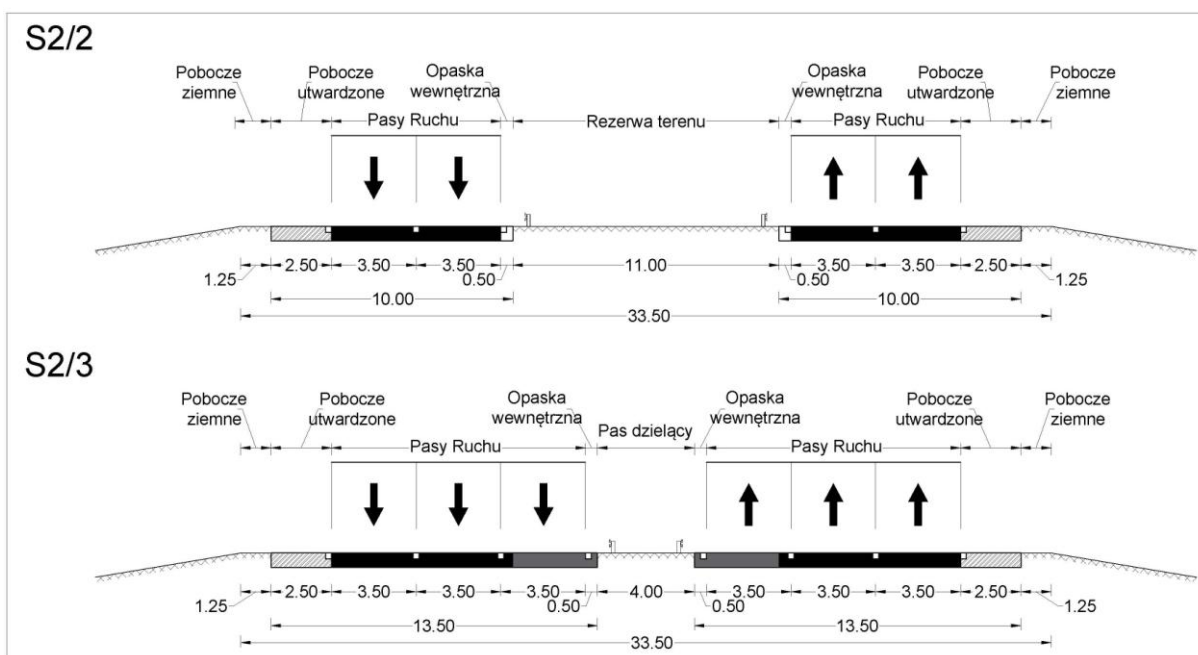
---

<sup>1</sup> Szczegółowa procedura obliczania PSR na drogach w Polsce jest przedmiotem prac prowadzonych aktualnie w ramach programu badawczego RID-2B „Nowoczesne metody obliczania przepustowości i oceny warunków ruchu dla dróg poza aglomeracjami miejskimi, w tym dla dróg szybkiego ruchu” realizowanego przez Konsorcjum Politechniki Krakowskiej, Politechniki Gdańskiej oraz Politechniki Warszawskiej.

- 2) scenariusz SE<sub>1</sub> – budowa drogi o przekroju docelowym, bez konieczności pozostawiania rezerw terenowych;
- 3) scenariusz SE<sub>2</sub> - budowa lub rozbudowa drogi do przekroju docelowego, poprzez dobudowę dodatkowych pasów ruchu po wewnętrznej stronie jezdni, tj. na terenie zarezerwowanym w poszerzonym pasie dzielącym jezdnie o przeciwnych kierunkach ruchu (rys. 3.6);
- 4) scenariusz SE<sub>3</sub> - budowa lub rozbudowa drogi do przekroju docelowego, poprzez dobudowę dodatkowych pasów ruchu lub jezdni po zewnętrznej stronie istniejącej jezdni, tj. na terenie zarezerwowanym w poboczu z dostosowaniem (budową) obiektów inżynierskich do przekroju docelowego (rys. 3.7);
- 5) scenariusz SE<sub>4</sub> - budowa dodatkowych pasów ruchu lub dodatkowych jezdni w ramach rezerwy terenu zostawionej po stronie zewnętrznej istniejących jezdni, bez dostosowania (budowy) obiektów inżynierskich do przekroju docelowego.

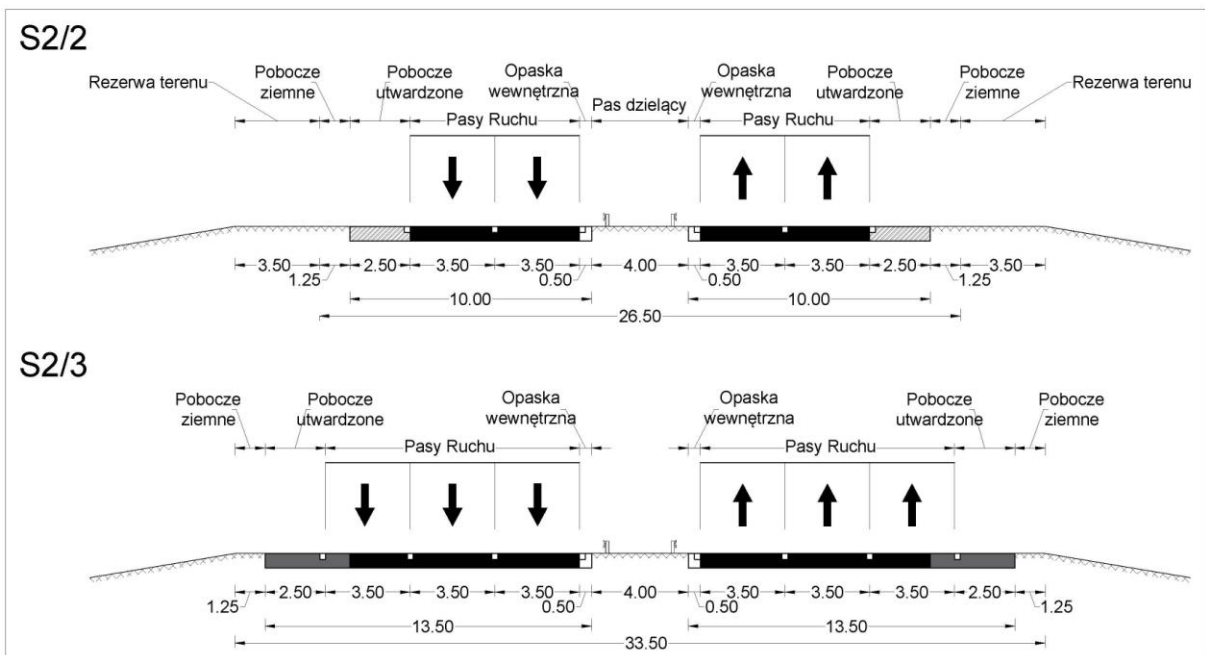
3.6.3.3. Do analiz należy wybrać zbiór scenariuszy dochodzenia do przekroju docelowego.

3.6.4. Ustalenie rodzaju scenariusza przebudowy do przekroju docelowego. W zależności od fazy cyklu życia obiektu drogowego, w której ustala się sposób etapowania korzysta się z: metody uproszczonej, (w celu wstępnego ustalenia możliwych scenariuszy rozbudowy odcinka drogi do przekroju docelowego) lub metody szczegółowej (w celu wyboru optymalnego scenariusza (sposobu i zakresu) etapowania rozbudowy analizowanego odcinka drogi do przekroju docelowego).



Rys. 3.6 Schemat przedstawiający realizację scenariusza SE<sub>2</sub> rozbudowy przekroju poprzecznego drogi.

Źródło: opracowanie własne



Rys. 3.7 Schemat przedstawiający realizację scenariusza SE<sub>3</sub> rozbudowy przekroju poprzecznego drogi.

Źródło: opracowanie własne



## 4. DOBÓR TYPU PRZEKROJU DROGI W FAZIE PROJEKTOWANIA WSTĘPNEGO

4.1 W fazie projektowania wstępnego (np. w trakcie opracowywania Studium Sieciowego Dróg), do doboru przekroju poprzecznego drogi stosuje się metodę uproszczoną. Metoda uproszczona obejmuje w swym zakresie: prace przygotowawcze i analizy pomocnicze, dobór typu przekroju drogi i ustalenie sposobu etapowania.

4.2 Prace przygotowawcze i analizy pomocnicze. Celem tego etapu prac jest określenie klasy planowanej drogi, jej położenia, zidentyfikowanie możliwych wariantów budowy drogi w przekroju poprzecznym i zebranie dla przyjętego odcinka drogi i obszaru analizy wszystkich danych wyjściowych. Bardzo istotnym działaniem jest przyjęcie miarodajnych parametrów ruchu, których wartości przyjmuje się na podstawie prognoz ruchu wykonanych za pomocą matematycznego modelu ruchu. Zgodnie z zapisami przedstawionymi w tabelicy 3.4 do przeprowadzenia analiz niezbędne są prognozowane wartości średniorocznego dobowego (średniego dobowego ruchu rocznego  $SDRR_n$ ) prognozowanego dla pierwszego ( $R_1$ ), dziesiątego ( $R_{10}$ ) i trzydziestego ( $R_{30}$ ) roku od oddania do ruchu analizowanego odcinka drogi.

4.3 Dobór typu przekroju poprzecznego drogi. Celem analizy jest ustalenie docelowego i początkowego typu przekroju poprzecznego analizowanego odcinka drogi (liczba jezdni i liczba pasów ruchu na jezdniach). Uproszczona metoda analizy obejmuje: przyjęcie kryteriów doboru typu przekroju poprzecznego drogi, ocenę funkcjonowania analizowanej drogi w przypadku zastosowania proponowanego typu przekroju, ustalenie typu przekroju.

4.3.1 Kryteria doboru typu przekroju drogi. W metodzie uproszczonej zastosowanie mają kryteria: podstawowe (zalecany poziom swobody ruchu PSR na analizowanym odcinku ocenianej drogi w roku miarodajnym) i pomocnicze (wybrane miary efektywności funkcjonalnej określające: bezpieczeństwo ruchu, sprawność drogi i ekonomikę ruchu. Kryteria pomocnicze stosowane są w przypadku, gdy zalecane poziomy swobody ruchu PSR spełniają dwa lub więcej typów przekroju poprzecznego drogi.

4.3.2 Ocena funkcjonowania analizowanej drogi w przypadku zastosowania proponowanego typu przekroju. Biorąc pod uwagę przyjęte kryteria w metodzie uproszczonej prowadzi się: ocenę warunków ruchu na analizowanej drodze, ocenę wpływu analizowanej drogi na brd, ocenę sprawności drogi oraz ocenę wpływu analizowanego odcinka drogi na ekonomikę ruchu.

4.3.2.1 Ocena warunków ruchu w metodzie uproszczonej, polega na sprawdzeniu czy warunki ruchu oszacowane sposobem uproszczonym za pomocą średniego dobowego ruchu rocznego  $SDRR_n$  (średniodobowego natężenia ruchu) w roku miarodajnym  $R_n$  mieszczą się w klasie warunków zalecanych.

4.3.2.1.1 Zgodnie z przyjętymi założeniami na planowanym odcinku drogi z wybranym typem przekroju poprzecznego, powinny występować warunkami ruchu nie gorsze niż:  $PSR = C$  dla dróg znajdujących się na obszarach zamiejskich i  $PSR = D$  dla dróg znajdujących się na obszarach aglomeracji miejskich. Sprawdzenie tego wymagania polega porównaniu prognozowanego natężenia ruchu  $SDRR_n$  w analizowanym roku miarodajnym z natężeniami granicznymi  $N_{gr}$ , zgodnie z równaniem (4.1).

$$N_{gr,TPD}^{min} < SDRR_n \leq N_{gr,TPD}^{max} \quad (4.1)$$

gdzie:

$SDRR_n$  – średni dobowy ruch roczny w roku miarodajnym prognozy  $R_n$  (E/dobę),

$N_{gr,TPD}^{min}$  – natężenie graniczne lewego przedziału dopuszczalnych natężeń dla analizowanego typu przekroju drogi TPD z tablicy 4.1, (E/dobę),

$N_{gr,TPD}^{max}$  – natężenie graniczne prawego przedziału dopuszczalnych natężeń dla analizowanego typu przekroju drogi TPD z tablicy 4.1; (E/dobę),

TPD – typ przekroju poprzecznego drogi (tablica 3.2).

4.3.1.1.2 Wartości liczbowe natężeń granicznych  $N_{gr}$  (zestawione w tabl. 4.1) obliczono z uwzględnieniem wartości granicznych natężeń ruchu dla zalecanych poziomów swobody ruchu PSR (zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w tabl. 3.5). Zakresy zalecanych natężeń granicznych dla wybranych przekrojów dróg zilustrowano na diagramach przedstawionych na rysunkach 4.1 – 4.2.

Tablica 4.1

Zestawienie wartości granicznych natężeń ruchu (dla założonych poziomów swobody ruchu zgodnie z tabl. 3.5) przyjętych do określania typu przekroju poprzecznego TPD

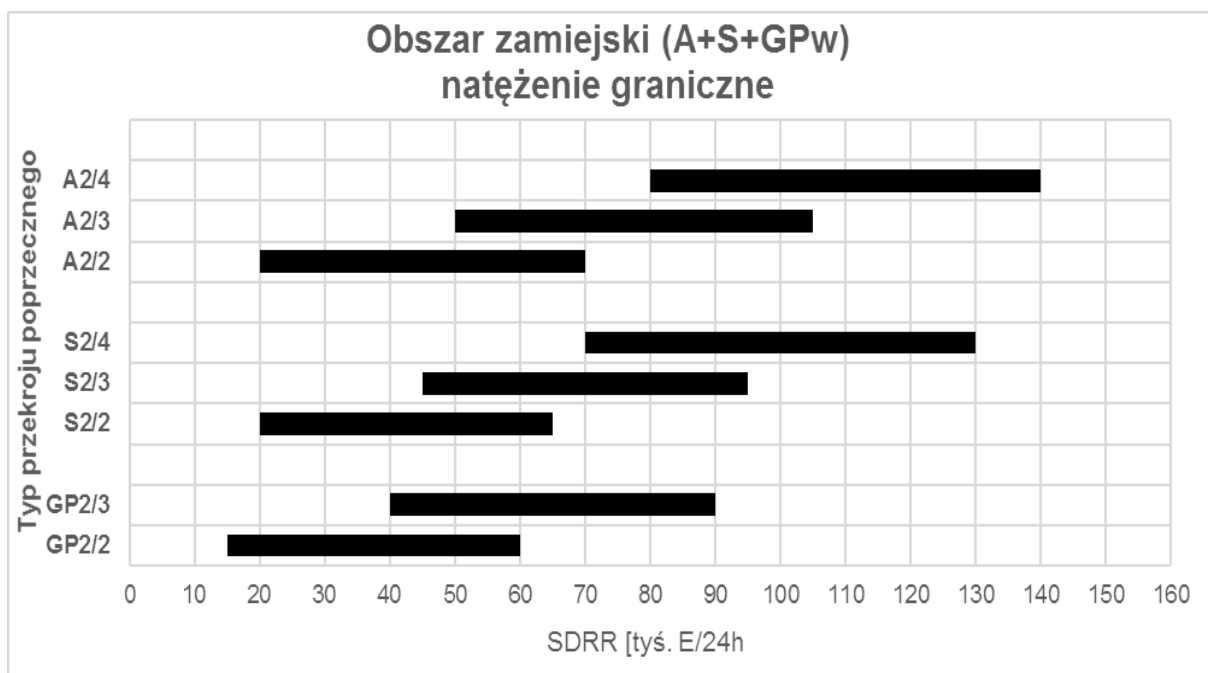
Droga	Typ przekroju poprzecznego drogi TPD	Zakres stosowania przekroju			
		Graniczne natężenia ruchu $N_{gr}$ (tys. E/dobę)			
		Obszar			
		Zamiejski		Aglomeracji miejskich (miejski)	
		$N_{gr,min}$	$N_{gr,max}$	$N_{gr,min}$	$N_{gr,max}$
Autostrada A	A2/2	20	70	20	80
	A2/3	50	105	65	120
	A2/4	80	140	95	160
Droga ekspresowa S	S2/2	20	65	20	80
	S2/3	45	95	60	110
	S2/4	70	130	90	155
Główna ruchu pośpiesznego GP (z węzłami)	GP2/2	15	60	15	65
	GP2/3	40	90	50	100
	GP2/4	-	-	75	130
Główna ruchu pośpiesznego GP* (ze skrzyżowaniami z sygnalizacją świetlną)	GP2/2	15	45	15	40
	GP2/3	30	65	30	60
	GP2/4	-	-	45	80
Główna G** (ze skrzyżowaniami z sygnalizacją świetlną)	G2/2	15	35	15	35
	G2/3	25	55	25	50

\*) W przypadku dróg klasy GP, na których występują skrzyżowania z sygnalizacją świetlną zastosowano współczynniki zmniejszające natężenie graniczne w stosunku do dróg z węzłami: na obszarach zamiejskich  $W_s = 0,7$ , na obszarach miejskich  $W_s = 0,6$ ,

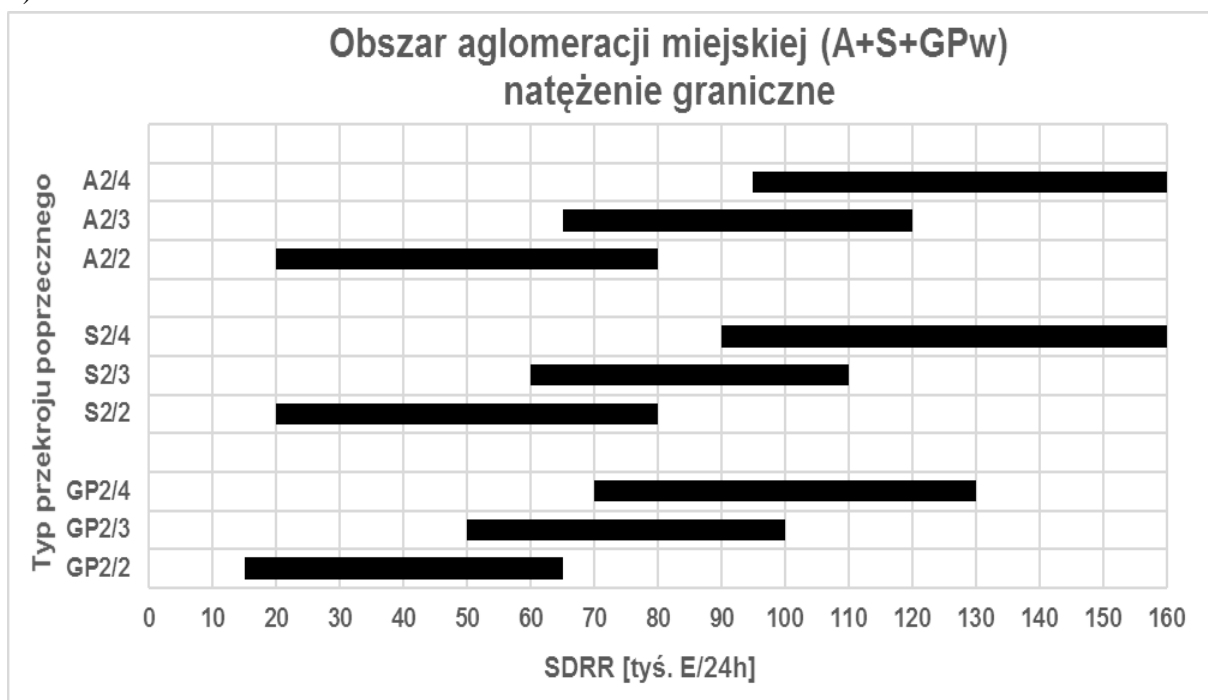
\*\*\*) W przypadku dróg klasy G, na których występują skrzyżowania z sygnalizacją świetlną zastosowano współczynniki zmniejszające natężenie graniczne w stosunku do dróg z węzłami: na obszarach zamiejskich  $W_s = 0,6$ , na obszarach miejskich  $W_s = 0,5$ .

Źródło: Opracowanie własne

a)



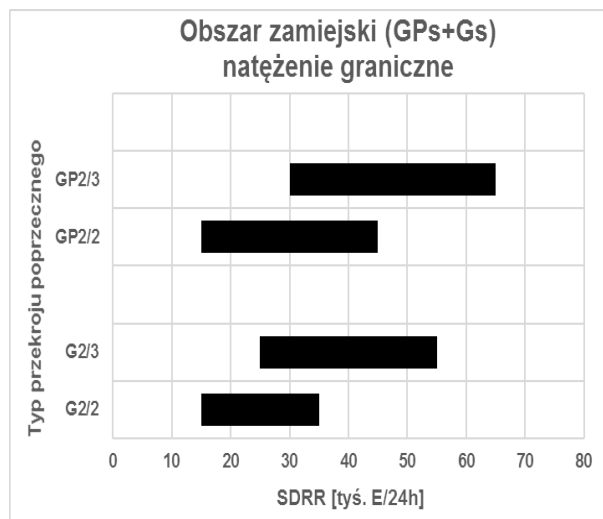
b)



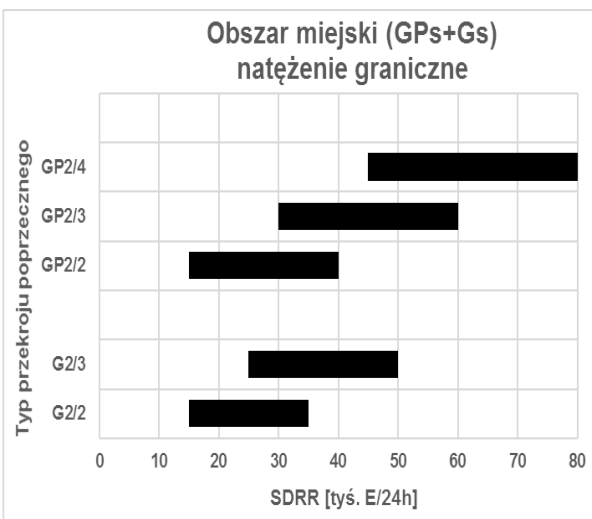
Rys. 4.1 Zestawienie wartości granicznych natężeń ruchu dla poszczególnych typów przekroju wielojezdniowej autostrady (A), drogi ekspresowej (S) i drogi głównej o ruchu przyspieszonym (GPw) z węzłami: a) na obszarach zamiejskich, b) na obszarach aglomeracji miejskich.

Źródło: Opracowanie własne

a)



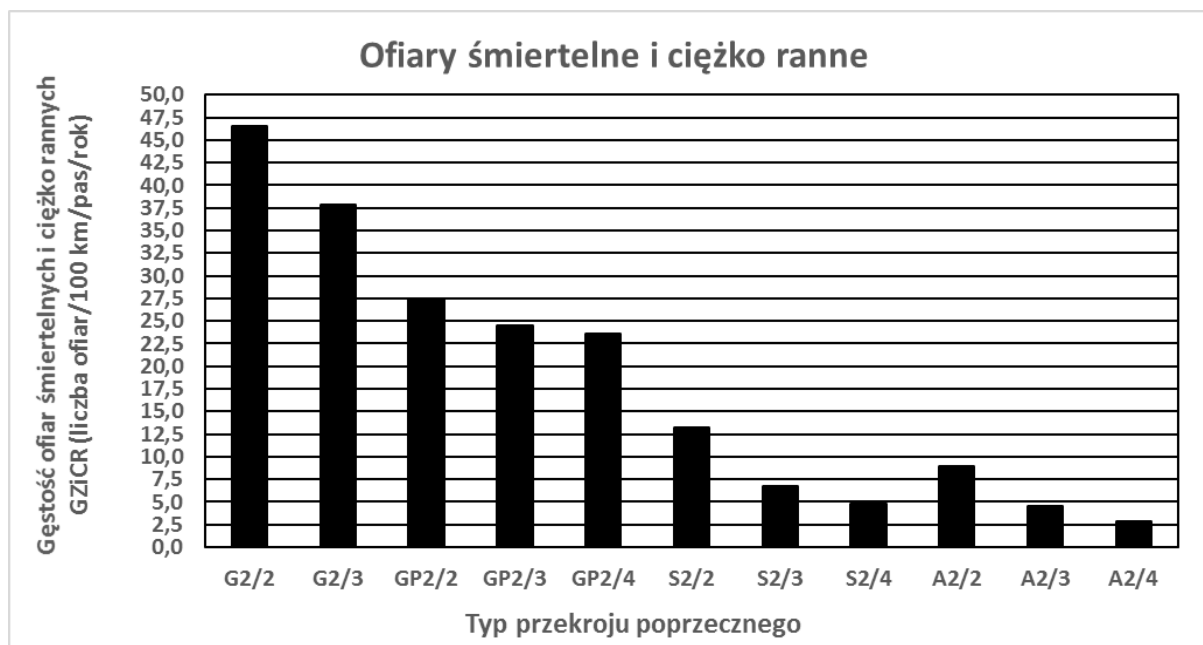
b)



Rys. 4.2 Zestawienie wartości granicznych natężeń ruchu dla poszczególnych typów przekroju wielojezdniowej drogi głównej o ruchu przyśpieszonym (GPs) i drogi głównej (Gs) ze skrzyżowaniami z sygnalizacją: a) na obszarach zamiejskich, b) na obszarach miejskich.

Źródło: Opracowanie własne.

4.3.2.2 Ocena bezpieczeństwa ruchu dla poszczególnych typów przekroju drogi w metodzie uproszczonej polega na przyjęciu średniej gęstości ofiar śmiertelnych i ciężko rannych GZiCR oszacowanych dla poszczególnych typów przekrojów dróg przy natężeniu ruchu SDRR = 70 tys./E/dobę na podstawie wykresu przedstawionego na rys. 4.3. Przedstawiony wykres wskazuje, że im wyższa klasa drogi i im większa liczba pasów ruchu na jezdni, tym mniejszy jest poziom zagrożenia poważnymi wypadkami drogowymi.



Rys. 4.3 Wykres rozkładu średnich gęstości ofiar śmiertelnych i ciężko rannych liczonych dla 100 km odcinka drogi w zależności od zastosowanego typu przekroju poprzecznego drogi.

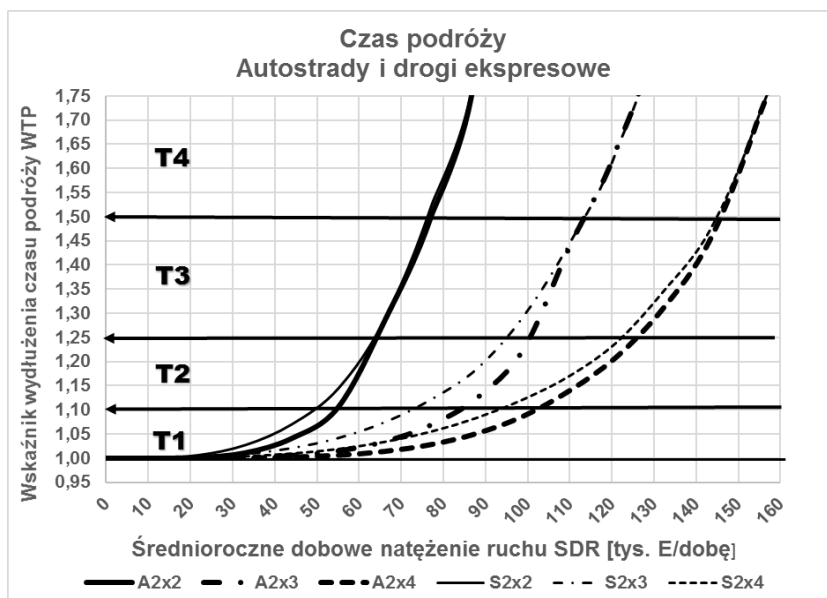
Źródło: Opracowanie własne.

4.3.2.3 Sprawność drogi dla poszczególnych typów przekroju drogi w metodzie uproszczonej ocenia się wykorzystując przedstawione na rys. 4.4 wykresy wskaźników wzrostu czasu podróży WTP i klasy

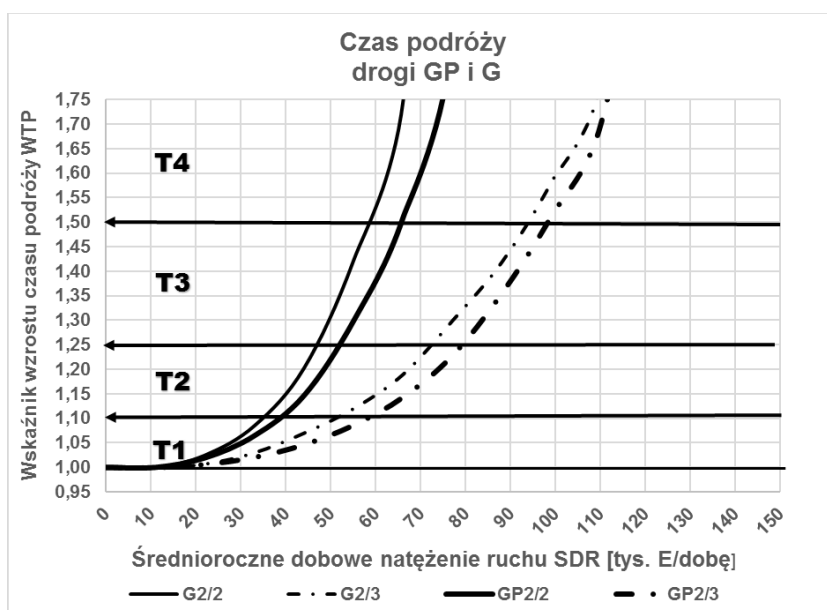
zatłoczenia T. Wskaźnik ten został obliczony jako miara stanu zatłoczenia i wynikających z tego strat czasu ponoszonych przez uczestników ruchu na wzorcowych odcinkach autostrad (A) i dróg ekspresowych (S) oraz dróg głównych (GP i G) od wielkości średniorocznego, dobowego natężenia ruchu SDRR<sub>n</sub>.

4.3.2.3.1. Przedstawione wykresy wskazują, że po przekroczeniu pewnej granicy natężenia ruchu SDRR dla każdego typu przekroju poprzecznego (głównie liczby pasów ruchu) wskaźnik wzrostu czasu podróży WTP zaczyna gwałtownie przyrastać.

a)



b)



Rys. 4.4 Wykres zmienności wskaźnika wydłużenia czasu podróży WTP na wzorcowym odcinku autostrady lub drogi ekspresowej w zależności od zastosowanego typu przekroju poprzecznego drogi: a) autostrady i drogi ekspresowe, b) drogi główne o ruchu przyspieszonym i główne.

Źródło: Opracowanie własne.

4.3.2.3.2 Wyróżniono cztery klasy zatłoczenia drogi:

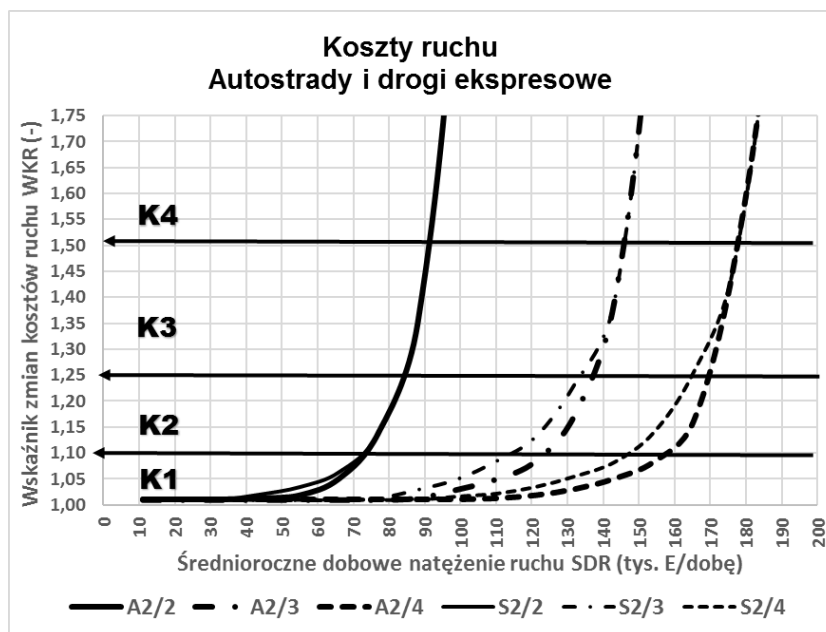
- klasa T<sub>1</sub> – małe zatłoczenie – wydłużenie czasu podróży do 10 % (WTP ≤ 1,1),
- klasa T<sub>2</sub> – średnie zatłoczenie – wydłużenie czasu podróży do 25 % (1,1 < WTP ≤ 1,25),

- klasa  $T_3$  – duże zatłoczenie – wydłużenie czasu podróży do 50 % ( $1,25 < WTP \leq 1,5$ ),
- klasa  $T_4$  – bardzo duże zatłoczenie – wydłużenie czasu podróży ponad 50 % ( $WTP > 1,5$ ).

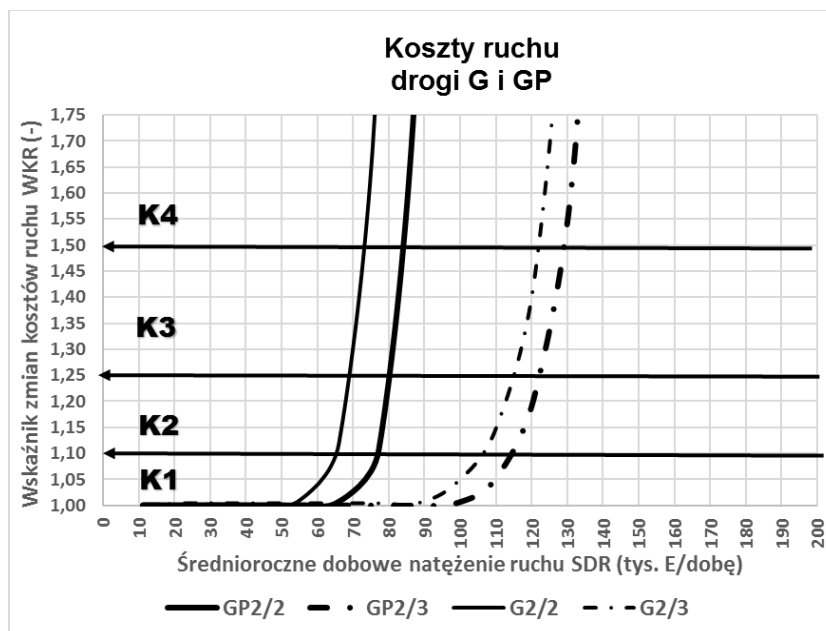
4.3.2.4 Ekonomikę ruchu dla poszczególnych wariantów typu przekroju drogi w metodzie uproszczonej należy ocenić wykorzystując przedstawiony na rys. 4.5 wskaźnik wzrostu kosztów ruchu WKR i klasy kosztów ruchu K. Wskaźnik ten został obliczony jako miara kosztów ruchu ponoszonych przez uczestników ruchu na wzorcowych odcinkach autostrad (A) i dróg ekspresowych (S) oraz dróg głównych (GP i G) od wielkości średniorocznego, dobowego natężenia ruchu  $SDRR_n$ .

4.3.2.4.1 Przedstawione wykresy wskazują, że po przekroczeniu pewnej granicy natężenia ruchu  $SDRR$  dla każdego typu przekroju poprzecznego (głównie liczby pasów ruchu) wskaźnik wzrostu kosztów ruchu WKR zaczyna gwałtownie przyrastać.

a)



b)



Rys. 4.5 Wykresy zmienności wskaźnika zmian kosztów drogowych i kosztów ruchu WKR na wzorcowym odcinku autostrady lub drogi ekspresowej w zależności od zastosowanego typu przekroju poprzecznego drogi: a) autostrady i drogi ekspresowe, b) drogi główne o ruchu przyspieszonym i główne.

Źródło: Opracowanie własne.

#### 4.3.2.4.2 Wyróżniono cztery klasy kosztów ruchu:

- klasa  $K_1$  – optymalne koszty ruchu – zwiększenie kosztów w stosunku do warunków optymalnych do 10 % ( $WKR \leq 1,10$ ),
- klasa  $K_2$  – znaczne koszty ruchu – zwiększenie kosztów w stosunku do warunków optymalnych do 25 % ( $1,10 < WKR \leq 1,25$ ),
- klasa  $K_3$  – duże koszty ruchu – zwiększenie kosztów w stosunku do warunków optymalnych do 50% ( $1,25 < WKR \leq 1,50$ ),
- klasa  $K_4$  – bardzo duże koszty ruchu – zwiększenie kosztów w stosunku do warunków optymalnych o ponad 50% ( $WKR > 1,50$ ).

4.3.3 Ustalenie typu przekroju drogi. Ostatecznie ze zbioru przyjętych do analizy typów przekroju poprzecznego **przyjmuje się** do dalszej analizy ten typ przekroju poprzecznego TPD, który spełnia bezwzględnie kryterium podstawowe (tj. zalecany poziom PSR) oraz najlepiej spełnia kryteria pomocnicze (efektywności funkcjonalnej).

4.3.3.1 W ten sposób dobiera się docelowy i początkowy typ przekroju poprzecznego drogi.

W przypadku, gdy zalecany poziom warunków ruchu spełniają dwa lub więcej wariantów typu przekroju poprzecznego zastosowanie ma kryterium pomocnicze. Wybrany do dalszych analiz wariant typu przekroju poprzecznego drogi powinien charakteryzować się:

- 1) najniższym stopniem zagrożenia, najniższa wartość wskaźnika gęstości ofiar śmiertelnych i ciężko rannych  $GZCR_{min}$ ,
- 2) największą sprawnością odcinka drogi, najniższa wartość wskaźnika zmian kosztów ruchu WKR, ale stopień zatłoczenia nie gorszy niż w klasie  $T_2$ ,
- 3) najlepszą ekonomiką ruchu na odcinku drogi, najniższa wartość wskaźnika wydłużenia czasu podróży WTP, ale poziom kosztów ruchu nie gorszy niż w klasie  $K_2$ .

4.3.3.2 Typ docelowego przekroju poprzecznego drogi TPD dobiera się na podstawie prognozowanego dobowego natężenia ruchu SDRR oszacowanego dla 30 roku ( $R_{30}$ ) od oddania drogi do ruchu.

4.3.3.3 Typ początkowego przekroju poprzecznego drogi TPD dobiera się na podstawie prognozowanego dobowego natężenia ruchu SDRR oszacowanego dla pierwszego ( $R_1$ ) i dziesiątego ( $R_{10}$ ) roku od oddania drogi do ruchu. W przypadku, gdy typ przekroju TPD dla obu okresów miarodajnych ( $R_1$  i  $R_{10}$ ):

- a) jest taki sam, to ten przekrój należy przyjąć jako typ początkowego przekroju poprzecznego analizowanej drogi,
- b) różni się, to należy przyjąć jako początkowy, przekrój o większej liczbie pasów ruchu.

4.4 Określenie etapowania rozbudowy przekroju poprzecznego. Celem analizy jest wskazanie optymalnego sposobu etapowania rozbudowy przekroju do rozwiązania docelowego, biorąc pod uwagę różne aspekty i uwarunkowania. W zależności od uwarunkowań technicznych, ekonomicznych, terenowych należy ustalić: konieczność etapowania przebudowy przekroju, określić możliwe scenariusze etapowej rozbudowy przekroju poprzecznego od przekroju początkowego (bazowego) do przekroju docelowego i ustalić optymalny sposób etapowania.

4.4.1 Ustalenie konieczności przebudowy przekroju drogi. Ustalenie konieczności przebudowy lub rozbudowy przekroju poprzecznego drogi ustala się w trakcie analiz dotyczących doboru typu przekroju poprzecznego drogi.

- a) jeżeli takie analizy zostały wykonane, należy przyjąć na ich podstawie: przekrój docelowy, przekrój początkowy oraz potencjalny rok wykonania poszerzenia.
- b) jeżeli takie analizy nie zostały wcześniej wykonane, należy je przeprowadzić zgodnie z procedurą przedstawioną w rozdz. 4.3.

Jeżeli typ przekroju początkowego i docelowego drogi różnią się liczbą jezdni lub liczbą pasów ruchu konieczne jest ustalenie sposobu etapowania dochodzenia do przekroju docelowego.

4.4.2 Ustalenie rodzaju scenariusza przebudowy do przekroju docelowego. Biorąc pod uwagę dostępność rezerw terenu i wstępnie przewidywany czas zmiany przekroju poprzecznego drogi należy wstępnie wybrać scenariusze przebudowy przekroju poprzecznego drogi od przekroju początkowego do przekroju docelowego ze zbioru scenariuszy przedstawionych w rozdz. 3.6.

4.4.3 Ustalenie optymalnego sposobu etapowania przebudowy drogi do przekroju docelowego. W fazie projektowania wstępny optymalny sposób etapowania przebudowy przekroju drogi korzysta się z metody uproszczonej.

4.4.3.1 Dla zbioru wytypowanych scenariuszy etapowania przebudowy drogi na analizowanym odcinku drogi określa się (szacuje na podstawie prognoz) wielkości średniego dobowego ruchu rocznego  $SDRR_{30}$  w 30-tym roku od oddania drogi do użytku.

4.4.3.2 Optymalny scenariusz ustala się na podstawie porównania prognozowanego średniego dobowego ruchu rocznego  $SDRR_{30}$  w 30 - tym roku od oddania drogi do użytku z natężeniami granicznymi  $N_{gr}^j$  ustalonymi dla poszczególnych klas dróg, typów przekroju poprzecznego drogi i charakteru obszaru, po którym droga przebiega, zestawionymi w tablicy 4.2.

Tablica 4.2

Zestawienie wartości granicznych natężeń ruchu dla wybranych scenariuszy sposobu etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego

Droga	Typu przekroju poprzecznego drogi TPD		Scenariusze sposobu etapowania rozbudowy przekroju poprzecznego drogi					
			Obszar					
	Początkowy	Docelowy	Zamiejski			Aglomeracji miejskich (miejski)		
			SE <sub>1</sub>	SE <sub>2</sub> , SE <sub>3</sub>	SE <sub>4</sub>	SE <sub>1</sub>	SE <sub>2</sub> , SE <sub>3</sub>	SE <sub>4</sub>
			Graniczne natężenia ruchu (tys. E/dobę)					
			$N_{gr}^1$	$N_{gr}^{2,3}$	$N_{gr}^4$	$N_{gr}^1$	$N_{gr}^{2,3}$	$N_{gr}^4$
Autostrada A	A2/2	A2/3	70	50	30	80	65	40
	A2/3	A2/4	105	80	50	120	95	60
Droga ekspresowa S	S2/2	S2/3	65	45	30	80	60	35
	S2/3	S2/4	95	70	40	110	90	55
Droga główna ruchu przyspieszonego GP (z węzłami)	GP2/2	GP2/3	60	40	25	65	50	30
	GP2/3	GP2/4	-	-	-	100	75	45
Droga główna ruchu przyspieszonego GP (ze skrzyżowaniami z sygnalizacją świetlną)	GP2/2	GP2/3	45	-	20	40	-	20
	GP2/3	GP2/4	65	-	-	60	-	30
Droga główna G (ze skrzyżowaniami z sygnalizacją świetlną)	G2/2	G2/3	35	-	15	35	-	15

Źródło: Opracowanie własne.

4.4.3.3 Do dalszych prac przyjmuje się jeden z kilku analizowanych scenariuszy rozbudowy przekroju poprzecznego od przekroju początkowego do docelowego według zasad przedstawionych w pkt. 4.5.3.3.1 – 4.5.3.3.4.



4.4.3.3.1 Scenariusz SE<sub>0</sub> (brak konieczności pozostawienia rezerw terenu), przyjmuje się, gdy miarodajne natężenie ruchu SDRR<sub>30</sub> jest mniejsze od natężenia granicznego N<sup>4</sup><sub>gr</sub>, tj. gdy zachodzi zależność (4.2):

$$SDRR_{30} < N_{gr}^4 \quad (4.2)$$

4.4.3.3.2 Scenariusz SE<sub>1</sub> (budowa przekroju docelowego), przyjmuje się gdy nie istnieje konieczność pozostawienia rezerw terenu, gdy miarodajne natężenie ruchu SDRR<sub>30</sub> jest większe od natężenia granicznego N<sup>1</sup><sub>gr</sub>, tj. gdy zachodzi zależność (4.3):

$$SDRR_{30} \geq N_{gr}^1 \quad (4.3)$$

4.4.3.3.3 Scenariusze SE<sub>2</sub>, SE<sub>3</sub> (budowa przekroju początkowego z pozostawieniem rezerwy terenu w pasie dzielącym lub na zewnątrz z jednoczesnym dostosowaniem obiektów inżynierskich do przewidywanego przekroju docelowego), przyjmuje się, gdy miarodajne natężenie ruchu SDRR<sub>30</sub> jest większe od natężenia granicznego N<sup>2,3</sup><sub>gr</sub>, tj. gdy zachodzi zależność (4.4):

$$SDRR_{30} \geq N_{gr}^{2,3} \quad (4.4)$$

4.5.3.3.4 Scenariusz SE<sub>4</sub> (budowa przekroju początkowego z pozostawieniem rezerwy terenu pod dodatkowe pasy ruchu na zewnątrz, ale bez budowy obiektów inżynierskich dostosowanych do przewidywanego przekroju docelowego), przyjmuje się, gdy miarodajne natężenie ruchu SDRR<sub>30</sub> jest większe od natężenia granicznego N<sup>4</sup><sub>gr</sub>, tj. gdy zachodzi zależność (4.5):

$$SDRR_{30} \geq N_{gr}^4 \quad (4.5)$$

gdzie:

SDRR<sub>30</sub> – średni dobowy ruch roczny w 30 roku od oddania drogi do ruchu R<sub>30</sub> (E/dobę), ustalone na podstawie prognoz ruchu,

N<sup>1</sup><sub>gr</sub> – natężenie graniczne<sup>2</sup> (przedstawione w tabelicy 4.2), wyznaczające zakres stosowania scenariusza SE<sub>1</sub> (E/dobę),

N<sup>2,3</sup><sub>gr</sub> – natężenie graniczne<sup>3</sup> (przedstawione w tabelicy 4.2), wyznaczające zakres stosowania scenariusza SE<sub>2</sub>, SE<sub>3</sub> (E/dobę),

N<sup>4</sup><sub>gr</sub> – natężenie graniczne<sup>4</sup> (przedstawione w tabelicy 4.2), wyznaczające zakres stosowania scenariusza SE<sub>4</sub> i SE<sub>0</sub> (E/dobę).

<sup>2</sup> N<sup>1</sup><sub>gr</sub> - odpowiada natężeniu granicznemu N<sub>gr,max</sub> z tabelicy 4.1,

<sup>3</sup> N<sup>2,3</sup><sub>gr</sub> - stanowi ok. 75 % wielkości natężenia granicznego N<sub>gr,max</sub> z tabelicy 4.1 (drobne różnice wynikają z zaokrągleń),

<sup>4</sup> N<sup>4</sup><sub>gr</sub> - stanowi ok. 50 % wielkości natężenia granicznego N<sub>gr,max</sub> z tabelicy 4.1 (drobne różnice wynikają z zaokrągleń).

## 5. DOBÓR TYPU PRZEKROJU DROGI W FAZIE PRZYGOTOWANIA DOKUMENTACJI DO UZYSKANIA DECYZJI ADMINISTRACYJNYCH

5.1 W fazie przygotowania dokumentacji do uzyskania decyzji administracyjnych (np. w trakcie opracowywania Studium Korytarzowego, STEŚ, Koncepcji Programowej), do weryfikacji lub doboru typu przekroju poprzecznego drogi stosuje się metodę szczegółową. Metoda szczegółowa w swym zakresie obejmuje: prace przygotowawcze i analizy pomocnicze, dobór typu przekroju drogi i ustalenie sposobu etapowania.

5.2 Prace przygotowawcze i analizy pomocnicze. Celem tego etapu prac jest określenie klasy planowanej drogi, jej położenia, zidentyfikowanie możliwych wariantów budowy drogi w przekroju poprzecznym i zebranie dla przyjętego odcinka drogi i obszaru analizy wszystkich danych wyjściowych. Bardzo istotnym działaniem jest przyjęcie miarodajnych parametrów ruchu, których wartości przyjmuje się na podstawie prognoz ruchu wykonanych za pomocą matematycznego modelu ruchu. Przy zbieraniu danych należy wykorzystać wszystkie dane, informacje, wyniki badań i analiz prowadzonych w ramach prowadzonych prac projektowych.

5.2.1 Miarodajne parametry ruchu w metodzie szczegółowej, stosowanej w tej fazie cyklu życia drogi (prace projektowe dla celów przygotowywania dokumentacji do decyzji administracyjnych), przyjmuje się na podstawie prognoz ruchu. Zgodnie z zapisami przedstawionymi w tabelicy 3.4 do przeprowadzenia analiz niezbędne są dane obejmujące prognozowane wartości parametrów ruchu w pierwszym ( $R_1$ ), kolejnych okresach pięcioletnich ( $R_{(10,15,20,25)}$ ) i trzydziestym ( $R_{30}$ ) roku od oddania do ruchu analizowanego odcinka drogi.

5.2.2 Dla potrzeb prowadzenia analiz niezbędne są różne parametry ruchu dla okresu miarodajnego. Konieczne jest zatem w pierwszej kolejności ustalenie parametrów ruchu dla pięćdziesiątej godziny w roku miarodajnym: natężenie ruchu  $N_{50}$ , gęstość potoku pojazdów  $K_{50}$ , prędkość potoku pojazdów  $VP_{50}$ , stopień wykorzystania przepustowości  $X_{50}$ . Parametry ruchu na analizowanym odcinku drogi, należy określić na podstawie prognoz ruchu wykonanych za pomocą krajowego, matematycznego modelu ruchu.

5.3 Dobór typu przekroju poprzecznego drogi. Celem analizy jest ustalenie docelowego i początkowego typu przekroju poprzecznego analizowanego odcinka drogi (liczba jezdni i liczba pasów ruchu na jezdniach). Szczegółowa metoda analizy obejmuje: przyjęcie kryteriów doboru typu przekroju poprzecznego drogi, ocenę funkcjonowania analizowanej drogi w przypadku zastosowania proponowanego typu przekroju, ustalenie typu przekroju.

5.3.1 Kryteria doboru typu przekroju drogi. W metodzie szczegółowej zastosowanie mają kryteria: podstawowe (zalecany poziom swobody ruchu PSR na analizowanym odcinku ocenianej drogi w godzinie miarodajnej i w roku miarodajnym) i pomocnicze (wybrane miary efektywności funkcjonalnej określające: bezpieczeństwo ruchu, sprawność drogi, wpływ drogi na środowisko naturalne i ekonomikę ruchu oraz efektywności ekonomicznej określającej koszt wykonania zadania). Kryteria pomocnicze stosowane są w przypadku, gdy dwa lub więcej wariantów typu przekroju poprzecznego drogi spełnia zalecane poziomy swobody ruchu PSR.

5.3.2 Ocena funkcjonowania analizowanej drogi w przypadku zastosowania proponowanego typu przekroju. Biorąc pod uwagę przyjęte kryteria w metodzie szczegółowej prowadzi się: ocenę warunków ruchu na analizowanej drodze, ocenę wpływu analizowanej drogi na brd, ocenę sprawności drogi, ocenę wpływu analizowanej drogi na środowisko, ocenę wpływu analizowanego odcinka drogi na ekonomikę ruchu oraz określenie kosztów wykonania zadania.

5.3.2.1 Ocena warunków ruchu w metodzie szczegółowej, polega na oszacowaniu miarodajnych parametrów ruchu, określeniu poziomu swobody ruchu PSR, sprawdzeniu czy warunki ruchu

występujące na planowanej lub projektowanej drodze sposób w roku miarodajnym  $R_n$  mieszczą się w klasie warunków zalecanych.

5.3.2.1.1 Zgodnie z przyjętymi założeniami na planowanym lub projektowanym odcinku drogi z wybranym typem przekroju poprzecznego, powinny występować warunkami ruchu nie gorsze niż: PSR = C dla dróg znajdujących się na obszarach zamiejskich i PSR = D dla dróg znajdujących się na obszarach aglomeracji miejskich.

5.3.2.1.2 Na analizowanych odcinkach dróg należy zidentyfikować miejsca krytyczne, tj. miejsca o najgorszych warunkach ruchu lub najmniejszej przepustowości (np. wzniesienie o dużym pochyleniu podłużnym, zwężenie jezdni). W tych miejscach w pierwszej kolejności należy przeprowadzić analizę możliwości zastosowania różnych działań zwiększających przepustowość i poprawiających warunki ruchu, następnie należy przystąpić do analiz poszerzenia przekroju drogi.

5.3.2.1.3 Określenie poziomu swobody ruchu na analizowanym odcinku drogi, o wybranym typie przekroju poprzecznego, polega na porównaniu parametrów ruchu (przyjętych jako miary poziomów swobody ruchu PSR) określonych (oszacowanych) dla 50-tej godziny w roku miarodajnym z parametrami granicznymi dla poszczególnych poziomów swobody ruchu PSR (od A do F). Wartości graniczne poszczególnych miar warunków ruchu odpowiadających poszczególnym poziomom swobody ruchu PSR zamieszczono: w tabelicy 5.1 – dla autostrad, w tabelicy 5.2 – dla dróg ekspresowych, a w tabelicy 5.3 – dla dróg głównych o ruchu pospiesznym GP (z węzłami).

Tablica 5.1

Zestawienie wartości granicznych parametrów ruchu dla poszczególnych poziomów warunków ruchu wg metody HCM dla autostrad

Autostrada – obszar zamiejski (VS = 140km/h)				
Poziom swobody ruchu PSR <sub>i</sub>	Gęstość potoku pojazdów K	Prędkość potoku pojazdów VP	Natężenie krytyczne N <sub>kr</sub>	Stopień wykorzystania przepustowości X
	[E/km/pas]	[km/h]	[E/h/pas]	[-]
A	7	120	800	0,34
B	11	119	1300	0,55
C	16	110	1750	0,74
D	22	99	2100	0,89
E	28	88	2350	1,00
F	>28	<88	>2350	>1,00
Autostrada – obszar aglomeracji miejskiej (VS = 100 km/h)				
A	7	109	650	0,29
B	11	109	1150	0,51
C	16	103	1600	0,71
D	22	91	2000	0,89
E	28	81	2250	1,00
F	>28	<81	>2250	>1,00

Źródło: opracowanie. własne na podstawie [7]

Tablica 5.2

Zestawienie wartości granicznych parametrów ruchu dla poszczególnych poziomów warunków ruchu wg metody HCM dla dróg ekspresowych

Droga ekspresowa – obszar zamiejski (VS = 120km/h)				
Poziom swobody ruchu PSRi	Gęstość potoku pojazdów K	Prędkość potoku pojazdów VP	Natężenie krytyczne Nkr	Stopień wykorzystania przepustowości X
	[E/km/pas]	[km/h]	[E/h/pas]	[-]
A	7	105	700	0,30
B	11	105	1150	0,50
C	16	102	1550	0,67
D	22	93	1950	0,85
E	28	82	2300	1,00
F	>28	<82	>2300	>1,00
Droga ekspresowa – obszar aglomeracji miejskiej (VS = 100 km/h)				
A	7	96	650	0,30
B	11	96	1050	0,48
C	16	96	1450	0,66
D	22	90	1800	0,82
E	28	82	2200	1,00
F	>28	<82	>2200	>1,00

Tablica 5.3

Zestawienie wartości granicznych parametrów ruchu dla poszczególnych poziomów warunków ruchu wg metody HCM dla dwujezdniowych dróg klasy GP z węzłami\*

Droga główna o ruchu przyspieszonym – obszar zamiejski (VS = 100km/h)				
Poziom swobody ruchu PSRi	Gęstość potoku pojazdów K	Prędkość potoku pojazdów VP	Natężenie krytyczne Nkr	Stopień wykorzystania przepustowości X
	[E/km/pas]	[km/h]	[E/h/pas]	[-]
A	7	97	650	0,29
B	11	97	1050	0,47
C	16	97	1550	0,69
D	22	91	1950	0,87
E	28	81	2250	1,00
F	>28	>81	>2250	>1,00
Droga główna o ruchu przyspieszonym – obszar miejski (VS = 70km/h)				
A	7	69	450	0,24
B	11	69	750	0,39
C	16	69	1100	0,58
D	22	68	1500	0,79
E	28	67	1900	1,00
F	>28	>67	>1900	>1,00

- zalecany poziom swobody ruchu, 
  - buszczalny, czasowo poziom swobody ruchu,

Źródło: opracowanie. własne na podstawie [7]

5.3.2.2 Ocena bezpieczeństwa ruchu dla poszczególnych typów przekroju drogi w metodzie szczegółowej polega na oszacowaniu wpływu analizowanego odcinka drogi z przyjętym wariantem typu przekroju drogi na brd na analizowanej drodze i w sieci dróg współpracujących na obszarze wpływu i w okresie obliczeniowym. Miarami bezpieczeństwa mogą być: liczba wypadków LW, liczba ofiar śmiertelnych LZ, liczba ofiar rannych LR, koszty wypadków KW. Do oszacowania wartości liczbowych przyjętych miar bezpieczeństwa ruchu na analizowanej drodze i w sieci dróg współpracujących można skorzystać z procedur opracowanych w metodzie oceny wpływu analizowanej drogi na bezpieczeństwo sieci dróg współpracujących [3], z procedur przedstawionych w

metodyce JASPERS [3] lub z wyników analiz prowadzonych w ramach prowadzonego projektu drogowego.

5.3.2.3 Sprawność drogi dla poszczególnych typów przekroju drogi w metodzie szczegółowej ocenia się wykorzystując łączny czas podróży TP (obliczony jako miarę stanu zatłoczenia i wynikających z tego strat ponoszonych przez wszystkich uczestników ruchu). Do oszacowania wartości liczbowych czasu podróży TP na analizowanej drodze i w sieci dróg współpracujących można skorzystać z procedur przedstawionych w metodyce JASPERS [3] lub z wyników analiz prowadzonych w ramach prowadzonego projektu drogowego.

5.3.2.4 Wpływ na środowisko poszczególnych typów przekroju drogi w metodzie szczegółowej ocenia się wykorzystując objętość emitowanych spalin SP (obliczony jako miara ekologiczna). Do oszacowania wartości liczbowych objętości emitowanych spalin SP na analizowanej drodze i w sieci dróg współpracujących można skorzystać z procedur przedstawionych w metodyce JASPERS [3] lub z wyników analiz prowadzonych w ramach prowadzonego projektu drogowego.

5.3.2.4 Ekonomikę ruchu dla poszczególnych wariantów typu przekroju drogi w metodzie szczegółowej ocenia się wykorzystując koszty ruchu KR (obliczone jako suma kosztów ruchu ponoszonych przez wszystkich uczestników ruchu). Do oszacowania wartości liczbowych kosztów ruchu KR na analizowanej drodze i w sieci dróg współpracujących można skorzystać z procedur przedstawionych w metodyce JASPERS [3] lub z wyników analiz prowadzonych w ramach prowadzonego projektu drogowego.

5.3.2.5 Koszty wykonania zadania dla poszczególnych wariantów typu przekroju drogi w metodzie szczegółowej ocenia się wykorzystując średni koszt wykonania pracy przewozowej SKP (obliczony jako iloraz sumy kosztów funkcjonowania drogi i pracy przewozowej na analizowanym obszarze i w analizowanym okresie).

5.3.2.5.1 Średni koszt wykonania pracy przewozowej SKP oblicza się za pomocą wzoru 5.1:

$$SKP_{j,k} = \frac{KFD_{j,k}}{PPS_{j,k}} \quad (5.1)$$

przy czym:

$$KFD_{j,k} = \sum_{i=1}^n (KD_{i,j,k} + KR_{i,j,k}) \quad (5.2)$$

$$PPS_{j,k} = \sum_{i=1}^n (PP_{i,j,k}) \quad (5.3)$$

gdzie:

$SKP_{j,TPD}$  – średni koszt wykonania pracy przewozowej na analizowanym odcinku drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego TPD, w okresie analizy  $n$  lat (mld zł / mld pkm),

$KFD_{j,TPD}$  – sumaryczne, zdyskontowane koszty funkcjonowania analizowanego odcinka drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego TPD, w okresie analizy  $n$  lat (mld zł / n lat),

$PPS_{j,TPD}$  – sumaryczna praca przewozowa pojazdów na analizowanym odcinku drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego TPD, w okresie analizy  $n$  lat (mld pkm / n lat),

$KD_{i,j,TPD}$  – zdyskontowane, łączne koszty budowy i utrzymania analizowanego odcinka drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego TPD, w  $i$  – tym roku (mld zł / rok),

$KR_{i,j,TPD}$  – zdyskontowane, łączne koszty ruchu (koszty czasu podróży, koszty eksploatacji pojazdów, koszty wypadków, koszty środowiska) na analizowanym odcinka drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego TPD, w  $i$  – tym roku (mld zł/ rok),

$PP_{i,j,TPD}$  – praca przewozowa pojazdów na analizowanym odcinka drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego TPD, w  $i$  – tym roku (mld pkm/ rok),

5.3.2.5.2 Do oszacowania wartości liczbowych kosztów KD i KR oraz pracy przewozowej PP na analizowanej drodze i w sieci dróg współpracujących można skorzystać z procedur przedstawionych w metodyce JASPERS [3] lub z wyników analiz prowadzonych w ramach prowadzonego projektu drogowego.

5.3.3 Ustalenie typu przekroju drogi. Procedura ustalenia liczby jezdni i liczby pasów ruchu tj. doboru typu przekroju poprzecznego obejmuje: dobór typu przekroju docelowego oraz dobór typu przekroju początkowego. Typ docelowego przekroju poprzecznego drogi TPD dobiera się na podstawie prognozowanego dobowego natężenia ruchu SDRR oszacowanego dla 30 roku ( $R_{30}$ ) od oddania drogi do ruchu. Natomiast typ początkowego przekroju poprzeczny drogi TPD dobiera się na podstawie prognozowanego dobowego natężenia ruchu SDRR oszacowanego dla pierwszego ( $R_1$ ) i dziesiątego ( $R_{10}$ ) roku od oddania drogi do ruchu.

5.3.3.1 Ze zbioru przyjętych do analizy wariantów typów przekroju poprzecznego **przyjmuje się** do dalszej analizy ten typ przekroju poprzecznego TPD, który spełnia bezwzględnie kryterium podstawowe (tj. zalecany poziom PSR) oraz najlepiej spełnia kryteria pomocnicze (efektywności funkcjonalnej i efektywności ekonomicznej).

5.3.3.2 Na podstawie przeprowadzonej oceny warunków ruchu ze zbioru przyjętych do analizy typów przekroju poprzecznego:

1) **przyjmuje się** do dalszej analizy te typy przekroju poprzecznego  $TPD_k$ , które spełniają zalecane warunki ruchu tj. obliczony poziom swobody ruchu  $PSR_i$  jest taki sam lub lepszy niż zalecany w przypadku planowanej drogi (5.4):

2)

$$PSR_{i,j,TPDp,m} \leq PSR_{zal,j} \quad (5.4)$$

3) **odrzuca się** te typy przekroju poprzecznego  $TPD_k$ , dla których na analizowanym odcinku drogi w roku miarodajnym warunki ruchu nie spełniają zalecanych, tj. poziom swobody ruchu  $PSR_i$  jest gorszy niż zalecany w przypadku planowanej drogi (5.5):

4)

$$PSR_{i,j,TPDp,m} > PSR_{zal,j} \quad (5.5)$$

gdzie:

$PSR_{i,j,TPD,m}$  – poziom swobody ruchu  $i$  określony dla analizowanego odcinka drogi  $j$  o wybranym typie przekroju poprzecznego (TPD)  $k$  oraz miarodajnego roku prognozy  $m$ ;

$PSR_{zal,j}$  – zalecany poziom swobody ruchu dla analizowanego odcinka planowanej drogi  $j$ , z tabl. 5.1.

5.3.3.3 W przypadku, gdy dwa lub więcej wariantów typu przekroju poprzecznego spełnia kryterium podstawowe (zalecany poziom swobody ruchu PSR) stosuje się kryteria pomocnicze.

5.3.3.4 Na podstawie przeprowadzonej analizy miar oceny efektywności funkcjonalnej MOE ze zbioru przyjętych do analizy typów przekroju poprzecznego do dalszych prac projektowych zaleca się przyjmować optymalny typ przekroju poprzecznego  $TPD_{opt}$ , dla którego zbiór przyjętych miar oceny efektywności funkcjonalnej  $MOE_{k,m}$  (określane według zależności 5.6) prezentuje najkorzystniejsze wyniki.

$$TPD_{opt} = TDP_p \text{ dla którego } p = \min\{MOE_{k,m}\} \quad (5.6)$$

gdzie:

$TPD_{opt}$  – optymalny, zalecany do dalszych prac planistycznych i projektowych typ przekroju poprzecznego drogi;

$TPD_p$  – numer typu przekroju poprzecznego drogi  $p$  (ze zbioru analizowanych przekrojów) przyjęty do dalszych analiz na podstawie oceny efektywności funkcjonalnej;

$MOE_{p,r}$  –  $r$  - ta miara oceny efektywności funkcjonalnej odcinków dróg o typie przekroju poprzecznego  $TPD_p$ .

5.3.3.5 Na podstawie przeprowadzonej analizy miar oceny efektywności ekonomicznej ze zbioru przyjętych do analizy typów przekroju poprzecznego do dalszych prac projektowych zaleca się optymalny typ przekroju poprzecznego  $TPD_{opt}$ , dla którego uzyskano najmniejsze sumaryczne koszty funkcjonowania drogi  $KFD_{j,k}$  w przyjętym do analizy czasie (wzór 5.7):

$$TPD_{opt} = TDP_p \text{ dla którego } p = \min\{KFD_{j,p}\} \quad (5.7)$$

gdzie:

$TPD_{opt}$  – optymalny, zalecany do dalszych prac planistycznych i projektowych typ przekroju poprzecznego drogi;

$TPD_p$  – typ przekroju poprzecznego drogi  $k$  (ze zbioru analizowanych przekrojów) przyjęty do dalszych analiz na podstawie oceny efektywności funkcjonalnej;

$KFD_{j,p}$  – sumaryczne, zdyskontowane koszty funkcjonowania analizowanego odcinka drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego  $p$ , w okresie analizy  $n$  lat (mln zł).

5.3.3.6 W ten sposób dobiera się docelowy i początkowy typ przekroju poprzecznego drogi.

W przypadku przekroju początkowego, gdy typ przekroju  $TPD$  dla obu okresów miarodajnych ( $R_1$  i  $R_{10}$ ):

- a) jest taki sam, to ten przekrój należy przyjąć jako typ początkowego przekroju poprzecznego analizowanej drogi,
- b) różni się, to należy przyjąć jako początkowy, przekrój o większej liczbie pasów ruchu.

5.3.3.7 W przypadku, gdy z prowadzonych analiz wynika, że na analizowanym odcinku należy zastosować przekrój jezdni z czterema pasami ruchu w jednym kierunku, można poszukiwać rozwiązania alternatywnego tj. zamiast przekroju czteropasowego należy dodatkowo przeanalizować następujące warianty rozwiązania:

- 1) rozbudowę układu dróg równoległych, które przejmą zwiększony ruch,
- 2) budowę dodatkowej jezdni równoległej do jezdni głównej, pełniącej dodatkowo funkcję drogi zbiorczo-rozdzielającej ruch pojazdów (np. między blisko położonymi węzłami),
- 3) zastosowanie rozwiązań ITS umożliwiających czasowe (w godzinach szczytu) wykorzystanie pasów awaryjnego postoju do ruchu pojazdów.

Dopiero gdy nie ma takich możliwości rozbudowy układu dróg współpracujących, należy stosować przekrój z jezdniami czteropasowymi, ale na jak najkrótszych odcinkach.

5.4 Określenie etapowania rozbudowy przekroju poprzecznego. Celem analizy jest wskazanie optymalnego sposobu etapowania rozbudowy przekroju do rozwiązania docelowego, biorąc pod uwagę różne aspekty i uwarunkowania. W zależności od uwarunkowań technicznych, ekonomicznych, terenowych należy ustalić: konieczność etapowania przebudowy przekroju, określić możliwe scenariusze etapowej rozbudowy przekroju poprzecznego od przekroju początkowego (bazowego) do przekroju docelowego i ustalić optymalny sposób etapowania.

5.4.1 Ustalenie konieczności przebudowy przekroju drogi. Ustalenie konieczności przebudowy lub rozbudowy przekroju poprzecznego drogi ustala się w trakcie analiz dotyczących doboru typu przekroju poprzecznego drogi:

- a) jeżeli takie analizy zostały wykonane, należy przyjąć na ich podstawie: przekrój docelowy, przekrój początkowy oraz potencjalny rok wykonania poszerzenia,
- b) jeżeli takie analizy nie zostały wcześniej wykonane, należy je przeprowadzić zgodnie z procedurą przedstawioną w rozdz. 5.3.

5.4.1.1 Jeżeli typ przekroju początkowego i docelowego drogi różnią się liczbą jezdni lub liczbą pasów ruchu konieczne jest ustalenie sposobu etapowania dochodzenia do przekroju docelowego.

5.4.1.2 Potencjalny rok wykonania poszerzenia określa się na podstawie analizy warunków ruchu w poszczególnych latach (lub co pięć lat) w okresie 10 do 30 roku od oddania drogi do ruchu.

5.4.1.3 Ostatecznie docelowy typ przekroju poprzecznego drogi i sposób etapowania dochodzenia do przekroju docelowego ustala się na podstawie analizy przyjętych scenariuszy z zastosowaniem procedury przedstawionej w rozdz. 6.

5.4.1.4 Przy małych natężeniach ruchu w początkowym okresie cyklu życia obiektu drogowego można zastosować przekrój drogi z jedną jezdnią<sup>5</sup>.

5.4.2 Ustalenie rodzaju scenariusza przebudowy do przekroju docelowego. Biorąc pod uwagę dostępność rezerw terenu i wstępnie przewidywany czas zmiany przekroju poprzecznego drogi należy wstępnie wybrać scenariusze przebudowy przekroju poprzecznego drogi od przekroju początkowego do przekroju docelowego ze zbioru scenariuszy przedstawionych w rozdz. 3.6. Do wstępnego wyboru scenariusza etapowania przebudowy przekroju drogi można skorzystać z metody uproszczonej (przedstawionej w rozdz. 4.4).

5.4.3 Ustalenie optymalnego sposobu etapowania przebudowy drogi do przekroju docelowego. Analizy prowadzi się dla wybranych wariantów przekroju poprzecznego oraz przyjętych scenariuszy etapowania rozbudowy przekroju poprzecznego (np. budowa docelowego przekroju od początku, zostawienie rezerwy pod dodatkowy pas ruchu i dobudowa dodatkowych pasów ruchu lub jezdni w potencjalnym roku wykonania poszerzenia).

5.4.3.1 Do wyboru optymalnego scenariusza etapowania przebudowy drogi do przekroju docelowego stosuje się metodę szczegółową. Zastosowanie mają tutaj tylko kryteria: pomocnicze, przy czym wiodącym jest kryterium efektywności ekonomicznej natomiast kryteria funkcjonalne pełnią rolę pomocniczą.

5.4.3.2 Podstawowym kryterium wyboru scenariusza etapowania dochodzenia do przekroju docelowego jest zmodyfikowany (w na podstawie wzoru 5.5) wskaźnik kosztu wykonania zadania, który liczony jako średni koszt wykonania pracy przewozowej SKP, za pomocą wzoru 5.8:

$$SKP_{j,TPDp,s} = \frac{KFD_{j,TPDp,s}}{PPS_{j,TPDp,s}} \quad (5.8)$$

przy czym:

$$KFD_{j,TPDp,s} = \sum_{i=1}^n (KD_{i,j,TPDp,s} + KR_{i,j,TPDp,s}) \quad (5.9)$$

<sup>5</sup> Z praktyki projektowej należy wykluczyć stosowanie jednojezdniowych, dwukierunkowych dróg ekspresowych (1x2 pasy ruchu), gdyż są to przekroje dróg o największym ryzyku bycia ofiarą śmiertelną lub ciężko ranną w wypadkach drogowych w Polsce. Jeżeli taki przekrój już wykonano to do czasu jego rozbudowy do przekroju dwujezdniowego nie wolno oznakować tej drogi znakiem „droga ekspresowa”. Ponadto należy sprawdzić czy zapewniona jest odległości dobrej widoczności na wyprzedzanie dla drogi dwupasowej dwukierunkowej.



$$PPS_{j,TPDp,s,l} = \sum_{i=1}^n (PP_{i,j,TPDp,s}) \quad (5.10)$$

gdzie:

- $SKP_{j,TPDp,s}$  – średni koszt wykonania pracy przewozowej na analizowanym odcinku drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego  $TPD_p$  oraz przyjętego scenariusza etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego  $l$ , w okresie analizy  $n$  lat (mln zł / mld pkm),
- $KFD_{j,TPDp,s}$  – sumaryczne, zdyskontowane koszty funkcjonowania analizowanego odcinka drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego  $TPD_p$  oraz przyjętego scenariusza etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego  $s$ , w okresie analizy  $n$  lat (mld zł / n lat),
- $PPS_{j,TPDp,s}$  – sumaryczna praca przewozowa pojazdów na analizowanym odcinku drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego  $TPD_p$  oraz przyjętego scenariusza etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego  $s$ , w okresie analizy  $n$  lat (mld pkm / n lat),
- $KD_{i,TPDp,s}$  – zdyskontowane, łączne koszty budowy i utrzymania analizowanego odcinka drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego  $TPD_p$  oraz przyjętego scenariusza etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego  $s$ , w  $i$  – tym roku (mld zł/rok),
- $KR_{i,TPDp,s}$  – zdyskontowane, łączne koszty ruchu (koszty czasu podróży, koszty eksploatacji pojazdów, koszty wypadków, koszty środowiska) na analizowanym odcinku drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego  $TPD_p$  oraz przyjętego scenariusza etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego  $s$ , w  $i$  – tym roku (mld zł/rok),
- $PP_{i,j,TPDp,s}$  – praca przewozowa pojazdów na analizowanym odcinku drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego  $TPD_p$  oraz przyjętego scenariusza etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego  $s$ , w  $i$  – tym roku (mld pkm/rok),

5.4.3.3 Do dalszych prac projektowych zaleca się optymalny wariant scenariusza etapowania typ przekroju poprzecznego  $SE_{opt}$ , dla którego uzyskano najmniejsze średnie koszty wykonania pracy przewozowej sumaryczne koszty funkcjonowania drogi  $KFD_{j,k}$  w przyjętym do analizy czasie (wzór 5.11):

$$WSE_{opt} = WSE_s \text{ dla którego } s = \min\{SKP_s\} \quad (5.11)$$

gdzie:

- $WSE_s$  – wariant scenariusza etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego,  
 $WSE_{opt}$  – optymalny scenariusz etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego,  
 $s$  – numer scenariusza etapowania do przekroju docelowego.

5.4.3.4 Ostatecznie ze zbioru przyjętych do analizy scenariuszy etapowania rozbudowy przekroju poprzecznego **przyjmuje się** do dalszej analizy ten wariant scenariusza  $WSE_{opt}$  etapowania przekroju poprzecznego, który spełnia bezwzględnie kryterium efektywności ekonomicznej (średni koszt wykonania pracy przewozowej) oraz najlepiej spełnia kryteria efektywności funkcjonalnej. Kryteria efektywności funkcjonalnej bierzemy pod uwagę, gdy różnice między średnimi kosztami wykonania pracy przewozowej  $SKP$  dla dwu lub więcej analizowanych wariantów liczone za pomocą wzoru 5.12 są niewielkie (nie większe niż 5 %).

$$WSKP_s = \frac{SKP_s}{SKP_{min}} \quad (5.12)$$

gdzie:

$WSKP_{,s}$  – współczynnik wzrostu średniego kosztu wykonania pracy przewozowej na analizowanym odcinku drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego TPDp oraz przyjętego wariantu scenariusza etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego  $s$ , w okresie analizy  $n$  lat,

$SKP_s$  – średni koszt wykonania pracy przewozowej na analizowanym odcinku drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego TPDp oraz przyjętego wariantu scenariusza etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego  $s$ , w okresie analizy  $n$  lat (mld zł/ mld pkm),

$SKP_{min}$  – minimalny średni koszt wykonania pracy przewozowej na analizowanym odcinku drogi  $j$ , w przypadku zastosowania typu przekroju poprzecznego TPDp ze zbioru analizowanych wariantów scenariuszy etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego  $s$ , w okresie analizy  $n$  lat (mld zł/ mld pkm).

## 6. DOBÓR TYPU PRZEKROJU DROGI W FAZIE UTRZYMANIA DROGI

6.1. Metoda prowadzenia analiz. W fazie utrzymania drogi, w ramach systematycznej oceny funkcjonowania drogi, powinna być prowadzona cykliczna ocena warunków ruchu (np. w ramach generalnego pomiaru ruchu GPR prowadzonego co 5 lat). W przypadku odcinków międzywęzłowych ocenianych dróg dwu- i wielojezdniowych, w ramach tej oceny należy przeprowadzić analizę konieczności poszerzenia przekroju drogi o dodatkowe pasy ruchu. Do tej analizy stosuje się metodę szczegółową (opisaną w rozdz. 5), która w tym przypadku sprowadza się do: ustalenia miarodajnych parametrów ruchu i kryteriów oceny, weryfikacji typu istniejącego przekroju drogi, określenia możliwości etapowania.

6.2 Prace przygotowawcze i analizy pomocnicze. Celem tego etapu prac jest określenie konieczności przebudowy drogi, zidentyfikowanie możliwych wariantów budowy drogi w przekroju poprzecznym i zebranie dla przyjętego odcinka drogi i obszaru analizy wszystkich danych wyjściowych. Bardzo istotnym działaniem jest przyjęcie miarodajnych parametrów ruchu, których wartości przyjmuje się na podstawie prognoz ruchu wykonanych za pomocą matematycznego modelu ruchu. Przy zbieraniu danych należy wykorzystać wszystkie dane, informacje, wyniki badań i analiz prowadzonych w ramach prowadzonych prac utrzymaniowych.

6.2.1 Miarodajne parametry ruchu przyjmuje się w tym przypadku na podstawie pomiarów ruchu (np. pomiar GPR) i krótkoterminowych prognoz ruchu.

6.2.2 Zgodnie z zapisami przedstawionymi w tabelicy 3.4 do przeprowadzenia analiz niezbędne są wartości parametrów ruchu pomierzone w roku analizy ( $R_a$ ) oraz wartości prognozowanego natężenia na najbliższy lub kolejne okresy pięcioletnie ( $R_{a+5}$ ) od oddania do ruchu analizowanego odcinka międzywęzłowego drogi.

6.2.3 Do oceny warunków ruchu wykorzystuje się wybrane parametry ruchu, których wartości ustala się dla pięćdziesiątej godziny w roku miarodajnym. Parametry ruchu stosowane w metodzie HCM ( $K_{50}$ ,  $N_{50}$ ,  $VP_{50}$ ,  $X_{50}$ ) należy określić na podstawie analizy wyników pomiarów i prognoz ruchu wykonanych za pomocą krajowego, matematycznego modelu ruchu. Główną miarą oceny warunków ruchu jest gęstość pojazdów  $K_{50}$ , pozostałe parametry są miarami pomocniczymi.

6.3 Dobór typu przekroju poprzecznego drogi. Celem analizy jest ustalenie docelowego i początkowego typu przekroju poprzecznego analizowanego odcinka drogi (liczba jezdni i liczba pasów ruchu na jezdniach). Szczegółowa metoda analizy obejmuje: przyjęcie kryteriów doboru typu przekroju poprzecznego drogi, ocenę funkcjonowania analizowanej drogi w przypadku zastosowania proponowanego typu przekroju, ustalenie typu przekroju.

6.3.1 Kryteria doboru typu przekroju drogi. W metodzie szczegółowej zastosowanie mają kryteria: podstawowe (zalecany poziom swobody ruchu PSR na analizowanym odcinku ocenianej drogi w godzinie miarodajnej i w roku miarodajnym) i pomocnicze (wybrane miary efektywności funkcjonalnej określające: bezpieczeństwo ruchu, sprawność drogi, wpływ drogi na środowisko naturalne i ekonomikę ruchu oraz efektywności ekonomicznej określającej koszt wykonania zadania). Kryteria pomocnicze stosowane są w przypadku, gdy dwa lub więcej wariantów typu analizowanego przekroju spełnia zalecany poziom swobody ruchu.

6.3.1.1 Oszacowane parametry ruchu dla 50 – tej godziny dla stanu aktualnego i prognozowanego należy porównać z parametrami granicznymi dla poszczególnych poziomów swobody ruchu  $PSR_i$  zamieszczonymi w tabelicach 5.1 - 5.2 i określić klasę warunków ruchu.

6.3.1.2 Zgodnie z przyjętymi założeniami na eksploatowanym odcinku drogi z wybranym typem przekroju poprzecznego, dopuszcza się czasowo warunki ruchu nie gorsze niż:  $PSR = D$  dla dróg znajdujących się na obszarach zamiejskich i  $PSR = E$  dla dróg znajdujących się na obszarach aglomeracji miejskich.

6.3.1.3 Pozostałe procedury oceny funkcjonowania drogi należy przyjąć zgodnie z zasadami przedstawionymi w rozdz. 5.2.

6.3.2 Weryfikacja typu istniejącego przekroju drogi polega na sprawdzeniu potrzebnej liczby pasów ruchu w przekroju poprzecznym na podstawie oceny poziomu swobody ruchu z zastosowaniem kryterium podstawowego.

6.3.2.1 Ze zbioru przyjętych do analizy wariantów typów przekroju poprzecznego **przyjmuje się** ten typ przekroju poprzecznego TPD, który spełnia bezwzględnie kryterium podstawowe (tj. zalecany poziom PSR) oraz najlepiej spełnia kryteria pomocnicze (efektywności funkcjonalnej i efektywności ekonomicznej).

6.3.2.2 Przeprowadzone analizy pozwalają na podjęcie decyzji o weryfikacji typu przekroju poprzecznego i rozpoczęciu niezbędnych prac przygotowawczych do zmiany typu przekroju poprzecznego. Dla analizowanego odcinka międzywęzłowego zaleca się zatem:

- 1) pozostawienie istniejącego przekroju poprzecznego drogi, w przypadku, gdy na drodze w stanie istniejącym (a) i prognozowanym (a+5) występuje co najmniej zalecany poziom swobody ruchu PSR (C lub D w zależności od klasy drogi i obszaru, przez który przebiega – tabl. 3.5),
- 2) pozostawienie istniejącego przekroju poprzecznego drogi i przystąpienie do szczegółowych prac analitycznych i wstępnych prac projektowych w przypadku, gdy na drodze w stanie istniejącym (a) występuje co najmniej zalecany poziom swobody ruchu PSR, natomiast w stanie prognozowanym (a+5) może wystąpić dopuszczalny czasowo poziom swobody ruchu PSR (D lub E w zależności od klasy drogi i obszaru, przez który przebiega – tabl. 3.5),
- 3) pozostawienie na krótki okres (np. na 5 lat) istniejącego przekroju drogi i rozpoczęcie prac projektowych rozpoczynających proces inwestycyjny, w przypadku uzyskania dla analizowanego odcinka międzywęzłowego dopuszczalnego czasowo poziomu swobody ruchu PSR (D lub E w zależności od klasy drogi i obszaru, przez który przebiega – tabl. 3.5).

6.4 Określenia możliwości etapowania. Gdy potrzebna liczba pasów ruchu w roku ( $R_{a+5}$ ) będzie większa niż aktualnie występująca, istnieje konieczność opracowania sposobu etapowania dochodzenia do przekroju o poszerzonej liczbie pasów ruchu. Należy zatem podjąć decyzję o przystąpieniu do projektowania dodatkowego pasa ruchu, a sposób etapowania opracować wykorzystując zasady przedstawione w rozdz. 5.4.

## 7. PODSUMOWANIE

7.1 Stosowanie procedury przedstawionej w Wytycznych wynika z konieczności uporządkowania obszaru przygotowania inwestycji drogowych, w tym także określenia zasad ustalania typów przekroju drogowego, a w szczególności liczby jezdni i liczby pasów ruchu na różnych poziomach zarządzania infrastrukturą drogową (planistycznym, projektowym i operacyjnym).

7.2 Wyniki przeprowadzonych analiz należy podsumować i przedstawić w sposób syntetyczny. Podsumowanie powinno zawierać:

- a) charakterystykę analizowanego odcinka drogi,
- b) wyniki prac przygotowawczych (m.in.: obszar wpływu, dane wyjściowe, prognozy),
- c) charakterystykę proponowanego przekroju początkowego analizowanego odcinka drogi,
- d) charakterystyka proponowanego przekroju docelowego analizowanego odcinka drogi,
- e) zasady etapowania, tj. sposób dochodzenia od przekroju początkowego do przekroju docelowego,
- f) wymagania i rekomendacje odnośnie dalszych prac planistycznych i projektowych.

7.3 Rekomendacje dla poszczególnych odcinków analizowanej inwestycji powinny zawierać:

- a) typ zalecanego przekroju początkowego i docelowego drogi wraz z uzasadnieniem,
- b) proponowany scenariusz etapowania rozbudowy przekroju poprzecznego do przekroju docelowego,
- c) warianty możliwych rozwiązań.

## 8. PRZYKŁADY

### 8.1 Przykład 1. Faza projektowania wstępnego

Przykład dotyczy odcinka międzyregionalnego planowanej drogi ekspresowej. W ramach Studium Sieciowego opracowywanego dla fragmentu podstawowej sieci dróg zachodzi konieczność dobrania przekroju poprzecznego drogi.

#### Charakterystyka odcinka.

Planowana droga ekspresowa ma znaczenie krajowe. Analizowany odcinek ma długość 150 km i łączy cztery regiony i stanowi istotne połączenie między dwiema autostradami. W połowie analizowanego odcinka planowana droga ekspresowa przechodzi w pobliżu dużego miasta będącego stolicą metropolii i regionu.

#### Etap I – Prace przygotowawcze i analizy pomocnicze.

W ramach prac przygotowawczych i analiz pomocniczych (zgodnie z zaleceniami przedstawionymi w rozdz. 4 wytycznych):

- określono klasę drogi jako droga ekspresowa S przebiegającą na dwóch skrajnych odcinkach (nr 1 i 3) po obszarze zamiejskim oraz na środkowym odcinku (nr 2) po obszarze aglomeracji miejskiej;
- określono układ dróg współpracujących i granice obszaru wpływu planowanej drogi,
- zebrano wszystkie niezbędne dane wyjściowe,
- opracowano wstępne założenia do prognoz ruchu i wykonano prognozy ruchu dla 1, 10 i 30 roku po oddaniu planowanej drogi do ruchu.

#### Etap II – Ustalenie przekroju poprzecznego drogi.

W tej fazie cyklu życia drogi, także w trakcie opracowywania Studium Sieciowego Dróg, do doboru przekroju poprzecznego stosuje się metodę uproszczoną, która zgodnie z zapisami przedstawionymi w rozdz. 4 „Wytycznych ...”, stosowana jest dla strategicznych odcinków sieci drogowej łączącej centra metropolitalne lub aglomeracyjne kraju i obejmuje: ustalenie miarodajnych parametrów ruchu, dobór przekroju docelowego, dobór przekroju początkowego, określenie celowości etapowania lub dochodzenia do docelowego przekroju poprzecznego drogi. Analizy prowadzono metodą uproszczoną.

#### Ustalenie miarodajnych parametrów ruchu.

W wyniku prognoz ruchu ustalono średnioroczne dobowe natężenia ruchu w latach miarodajnych  $SDRR_N$  na wymienionych odcinkach planowanej drogi ekspresowej (tabl. 8.1).

Tablica 8.1

Zestawienie prognozowanych natężeń ruchu na analizowanych odcinkach drogi ekspresowej

Odcinek drogi	Długość L (km)	Obszar	Prognozowane średnioroczne dobowe natężenie ruchu		
			SDRR <sub>1</sub>	SDRR <sub>10</sub>	SDRR <sub>30</sub>
			tys. E/24h	tys. E/24h	tys. E/24h
Nr 1	50	Zamiejski	16,5	20,5	28,9
Nr 2	50	Agglomeracja miejska	55,9	69,7	98,1
Nr 3	50	Zamiejski	37,4	46,6	65,6

Źródło: Opracowanie własne.

### Dobór przekroju docelowego i początkowego drogi.

Porównując prognozowane wielkości średniego dobowego ruchu rocznego  $SDRR_n$  w miarodajnych latach dla analizowanych wariantów przekroju drogi ekspresowej (S2/2, S2/3, S2/4) z natężeniami granicznymi  $N_{gr}$  zestawionymi w tabelicy 4.1, określono warianty scenariusza etapowania typów przekroju poprzecznego dla poszczególnych analizowanych odcinków dróg i zestawiono w tabelicy 8.2.

Tablica 8.2

Zestawienie zbioru wariantów zalecanych typów przekroju poprzecznego na analizowanych odcinkach drogi ekspresowej

Odcinek drogi	Długość L (km)	Obszar	Proponowany typ przekroju poprzecznego			
			Wariant TPDw	Początkowy (R1)	Początkowy (R10)	Docelowy (R30)
Nr 1	50	Zamiejski	1	GP1/2	<b>S2/2</b>	<b>S2/2</b>
Nr 2	50	Agglomeracja miejska	1	S2/2	S2/2	S2/3
			2	S2/2	<b>S2/3</b>	<b>S2/4</b>
Nr 3	50	Zamiejski	1	S2/2	S2/2	S2/3
			2	S2/2	<b>S2/3</b>	<b>S2/3</b>

Źródło: Opracowanie własne.

### Dyskusja wyników:

- 1) Na odcinku nr 1 możliwy do realizacji jest jeden wariant typu przekroju poprzecznego S2/2 zarówno w okresie początkowym jak i docelowym, dlatego ten typ przekroju zaproponowano do dalszych prac planistycznych i projektowych.
- 2) Na odcinku nr 2 możliwe są dwa warianty typu przekroju poprzecznego: S2/2 lub S2/3 jako początkowe i S2/3 i S2/4 jako przekroje docelowe. Na podstawie analizy porównawczej obejmującej porównanie gęstości ofiar wypadków GCRiZ, zmian czasu podróży WTP i zmian kosztów ruchu KRZ (rys. 4.3 – 4.5) wybrano przekrój S2/3 jako początkowy i przekrój S2/4 jako docelowy. Ten typ przekroju poprzecznego zaproponowano do dalszych prac planistycznych i projektowych.
- 3) Na odcinku nr 3 możliwe są dwa warianty typu przekroju poprzecznego: S2/2 lub S2/3 jako przekroje początkowe i S2/3 jako przekrój docelowy. Na podstawie analizy porównawczej obejmującej porównanie gęstości ofiar wypadków GCRiZ, zmian czasu podróży WTP i zmian kosztów ruchu WKR (rys. 4.3 – 4.5) wybrano przekrój S2/3 jako początkowy i docelowy. Ten typ przekroju poprzecznego zaproponowano do dalszych prac planistycznych i projektowych.

### Określenie celowości etapowania dochodzenia do docelowego przekroju poprzecznego drogi.

Na odcinku nr 2 typ przekroju poprzecznego (głównie liczba pasów ruchu) docelowego różni się od typu przekroju początkowego. Występuje zatem konieczność przeprowadzenia analizy celowości i sposobu etapowania dochodzenia do przekroju docelowego.

### **Etap III – Dobór scenariusza etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego.**

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono konieczność etapowania rozbudowy drogi w przekroju poprzecznym na odcinku nr 2. W związku z tym niezbędne jest ustalenie konieczności pozostawienia rezerw terenu pod przekrój docelowy. Należy rozstrzygnąć czy konieczne jest pozostawienie rezerw pod dodatkowe pasy ruchu.

Porównując prognozowane wielkości średniego dobowego ruchu rocznego  $SDRR_{30}$  w 30-tym roku od oddania drogi do użytku z natężeniami granicznymi  $N_{gr}$  zestawionymi w tabelicy 4.2 zaproponowano

scenariusze etapowania rozbudowy drogi do przekroju poprzecznego. Wyniki analiz zestawiono w tablicy 8.3

Tablica 8.3

Zestawienie zalecanych scenariuszy rozbudowy analizowanych odcinków drogi ekspresowej do przekroju docelowego

Odcinek drogi	Długość L (km)	Obszar	Typ przekroju poprzecznego		Zalecany scenariusz etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego
			Początkowy	Docelowy	
Nr 1	50	Zamiejski	S2/2	S2/2	<b>SE<sub>0</sub></b>
Nr 2	50	Aglomeracja miejska	S2/3	S2/4	<b>SE<sub>2</sub> lub SE<sub>3</sub></b>
Nr 3	50	Zamiejski	S2/3	S2/3	<b>SE<sub>1</sub></b>

Źródło: Opracowanie własne.

### Rekomendacje:

- 1) Na odcinku nr 1 zaleca się wybudować drogę ekspresową o przekroju S2/2 (tj. o przekroju docelowym bez pozostawienia rezerw terenu – scenariusz SE<sub>0</sub>).
- 2) Na odcinku nr 2 zaleca się wybudować drogę ekspresową w dwóch etapach: początkowym o przekroju S2/3 (z pozostawieniem rezerwy pod dodatkowe pasy ruchu wraz z budową niezbędnego wyposażenia – scenariusze SE<sub>2</sub> lub SE<sub>3</sub>) i końcowym o przekroju docelowym S2/4. W tym przypadku na kolejnym etapie projektowania należy rozważyć kilka możliwych rozwiązań i wybrać jedno z nich:
  - a) zastosowanie elementów systemu ITS umożliwiających zwiększenie przepustowości (np. okresowe wykorzystywanie do ruchu utwardzonego pobocza),
  - b) budowę przekroju o dwóch jezdniach czteropasowych (S2/4),
  - c) budowę przekroju o jezdniach trzypasowych oraz z dodatkowymi jezdniami dwupasowymi (S4/5),
  - d) rozbudowę przekrojów poprzecznych dróg współpracujących.
  - e) budowę alternatywnych połączeń,
- 3) Na odcinku nr 3 zaleca się wybudować drogę ekspresową w jednym etapie o przekroju docelowym S2/3 (scenariusz SE<sub>1</sub>).



## 8.2 Przykład 2. Faza przygotowania dokumentów do uzyskania decyzji administracyjnych

Przykład dotyczy trzech odcinków międzywęzłowych położonych na planowanej drodze ekspresowej. W ramach Studium Techniczno – Ekonomiczno - Środowiskowego opracowywanego dla tych odcinków zachodzi konieczność weryfikacji doboru przekroju poprzecznego drogi, gdyż w fazie projektowania wstępnego (wykonanego 10 lat wcześniej) dysponowano danymi o ruchu z uproszczonego modelu ruchu.

### Charakterystyka odcinka.

Analizowane odcinki międzywęzłowe mają długość 15, 10 i 20 km. Odcinki nr 1 i nr 3 przebiegają po obszarze zamiejskim, natomiast odcinek nr 2 przebiega po obszarze aglomeracji miejskiej.

### Etap I – Prace przygotowawcze i analizy pomocnicze.

W ramach prac przygotowawczych i analiz pomocniczych (zgodnie z zaleceniami przedstawionymi w rozdz. 4 wytycznych):

- określono klasę drogi jako droga ekspresowa S,
- określono układ dróg współpracujących i granice obszaru wpływu planowanej drogi,
- zebrano wszystkie niezbędne dane wyjściowe,
- opracowano wstępne założenia do prognoz ruchu i wykonano prognozy ruchu dla 1, 10, 15, 20, 25 i 30 roku po oddaniu planowanej drogi do ruchu.

### Etap II – Ustalenie przekroju poprzecznego drogi.

W tej fazie cyklu życia drogi, tj. w trakcie opracowywania STEŚ, do doboru przekroju poprzecznego stosuje się metodę szczegółową, która zgodnie z zapisami przedstawionymi w rozdz. 5 „Wytycznych ...”, stosowana jest dla międzywęzłowych odcinków sieci drogowej łączącej węzły drogowe i obejmuje: ustalenie miarodajnych parametrów ruchu, dobór przekroju docelowego, dobór przekroju początkowego, określenie celowości etapowania lub dochodzenia do docelowego przekroju poprzecznego drogi.

#### Ustalenie miarodajnych parametrów ruchu.

W wyniku prognoz ruchu ustalono niezbędne parametry ruchu dla 50 – tej godziny w roku miarodajnym na wymienionych odcinkach planowanej drogi dla dwóch typów przekroju poprzecznego S2/2 i S2/3, które przedstawiono tabl. 8.4 i 8.5.

Przedstawione wyniki prognoz ruchu wskazują, że wielkości natężeń ruchu dla dwóch analizowanych typów przekroju poprzecznego różnią się. Zastosowanie przekroju drogi ekspresowej S2/3 z trzema pasami ruchu w jednym kierunku w stosunku do przekroju S2/2 spowoduje większe przyciąganie ruchu z innych dróg równoległych. W zależności od odcinka drogi przyrost ten dla jezdni trzypasowej może wynieść 2 – 10 % natężenia ruchu na jezdni dwupasowej.

#### Dobór przekroju docelowego i początkowego drogi.

Porównując prognozowane wielkości parametrów ruchu odpowiadających 50-tej godzinie w miarodajnych latach  $R_n$  na analizowanych odcinkach drogi ekspresowej z parametrami granicznymi zestawionymi w tablicy 5.2, dokonano oceny warunków ruchu w poszczególnych okresach miarodajnych. Porównując otrzymane poziomy swobody ruchu PSR z zalecanymi poziomami ruchu zaproponowano typy przekroju poprzecznego dla poszczególnych odcinków analizowanej drogi ekspresowej. Wyniki analiz zestawiono w tablicy 8.6.

Dyskusja wyników i rekomendacje:

- 1) Na odcinku nr 1 możliwy jest jeden początkowy wariant przekroju poprzecznego. Ze względu na małe natężenia ruchu zaleca się wariant jednojezdniowy. Mimo że droga będzie projektowana

z zastosowaniem parametrów drogi ekspresowej, droga ta powinna być oddana do ruchu jako droga GP1/2. Jako docelowy zalecany jest przekrój dwujezdniowy S2/2. Natomiast w pierwszym etapie należy wykonać jedną jezdnię z pozostawieniem rezerwy terenu pod drugą jezdnię, z obiektami inżynierskimi przystosowanymi do rozbudowy o drugą jezdnię.

- 2) Na odcinku nr 2 możliwy jest jeden wariant typu początkowego przekroju poprzecznego: S2/2 i jeden wariant docelowego typu przekroju poprzecznego drogi S2/3. Możliwe są dwa warianty okresu zmiany typu przekroju. Te typy przekroju poprzecznego zaproponowano do dalszych prac projektowych.
- 3) Na odcinku nr 3 możliwy jest jeden wariant typu przekroju poprzecznego S2/2 zarówno jako przekrój początkowy i docelowy. Ten typ przekroju poprzecznego zaproponowano do dalszych prac projektowych.

Tablica 8.4

Zestawienie prognozowanych natężeń ruchu i miar oceny warunków ruchu dla 50 – tej godziny w roku miarodajnym na analizowanych odcinkach drogi ekspresowej o przekroju S2/2

Odcinek drogi	Rok miarodajny Rn	Przepustowość drogi	Parametr				
		C	SDRR <sub>50•Rn</sub>	N <sub>50•Rn</sub>	K <sub>50•Rn</sub>	VP <sub>50•Rn</sub>	X
		E/h	tys. E/24 h	E/h	E/km	km/h	-
Nr 1	1	2200	15,6	391	3,7	105,1	0,18
	10	2200	19,0	475	4,5	105,1	0,22
	15	2200	22,2	556	5,3	105,1	0,25
	20	2200	23,9	598	5,7	105,1	0,27
	25	2200	25,9	648	6,2	105,1	0,29
	30	2200	28,4	710	6,8	105,1	0,32
Nr 2	1	2200	43,9	1098	10,5	104,2	0,50
	10	2200	57,6	1440	14,1	101,0	0,65
	15	2200	67,7	1692	17,1	95,9	0,77
	20	2200	73,8	1846	19,1	91,7	0,84
	25	2200	78,8	1970	21,0	87,7	0,90
	30	2200	81,5	2037	22,0	85,3	0,93
Nr 3	1	2200	29,3	732	7,0	105,1	0,33
	10	2200	36,6	916	8,7	105,1	0,42
	15	2200	44,1	1103	10,5	104,9	0,50
	20	2200	47,8	1194	11,4	104,4	0,54
	25	2200	52,0	1300	12,5	103,5	0,59
	30	2200	57,7	1442	14,0	101,6	0,66

Źródło: Opracowanie własne.

Tablica 8.5

Zestawienie prognozowanych natężeń ruchu i miar oceny warunków ruchu dla 50 – tej godziny w roku miarodajnym na analizowanych odcinkach drogi ekspresowej o przekroju S2/3

Odcinek drogi	Rok miarodajny Rn	Przepustowość drogi	Parametr					
			C	SDRR <sub>50,n</sub>	N <sub>50,Rn</sub>	K <sub>50,Rn</sub>	VP <sub>50,Rn</sub>	X
			E/h	tys. E/24 h	E/h	E/km	km/h	-
Nr 1	1	2200	15,6	263	2,4	110,1	0,12	
	10	2200	19,4	323	2,9	110,1	0,15	
	15	2200	22,7	378	3,4	110,1	0,17	
	20	2200	24,5	408	3,7	110,1	0,19	
	25	2200	26,6	443	4,0	110,1	0,20	
	30	2200	29,5	492	4,5	110,1	0,22	
Nr 2	1	2200	44,7	745	6,8	109,4	0,34	
	10	2200	59,2	986	9,0	109,4	0,45	
	15	2200	71,6	1194	11,0	108,7	0,54	
	20	2200	80,1	1334	12,3	107,4	0,61	
	25	2200	85,8	1430	13,3	106,1	0,65	
	30	2200	89,4	1489	14,0	105,2	0,68	
Nr 3	1	2200	29,4	491	4,5	110,1	0,22	
	10	2200	36,9	615	5,6	110,1	0,28	
	15	2200	44,2	737	6,7	110,1	0,34	
	20	2200	48,0	800	7,3	110,1	0,36	
	25	2200	52,6	877	8,0	110,1	0,40	
	30	2200	58,9	981	8,9	110,1	0,45	

Źródło: Opracowanie własne.

Tablica 8.6

Zestawienie poziomów swobody ruchu PSR odpowiadających miarodajnym natężeniom ruchu, w miarodajnych okresach na analizowanych odcinkach drogi ekspresowej wraz z proponowanymi typami przekroju drogi TPD

Odcinek drogi	Rok miarodajny Rn	Warunki ruchu PSR				Warianty scenariusza rozbudowy proponowanych typów przekroju TPD <sub>w</sub>		
		Zalecane	Wariant przekroju			1	2	3
			S2/2	S2/3	S2/4			
Nr 1 Zamiejski	1	C	A	A		GP1/2		
	10		A	A		<b>GP1/2</b>		
	15		A	A		S2/2		
	20		A	A		S2/2		
	25		A	A		S2/2		
	30		A	A		<b>S2/2</b>		
Nr 2 Aglomeracja miejska	1	D	B	A		<b>S2/2</b>	<b>S2/2</b>	
	10		C	B		S2/2	S2/2	
	15		D	B		S2/2	S2/2	
	20		D	C		S2/2	S2/3	
	25		D	C		S2/2	S2/3	
	30		E	C		<b>S2/3</b>	<b>S2/3</b>	
Nr 3 Zamiejski	1	C	A	A		<b>S2/2</b>		
	10		B	A		S2/2		
	15		B	A		S2/2		
	20		C	B		S2/2		
	25		C	B		S2/2		
	30		C	B		<b>S2/2</b>		

Źródło: Opracowanie własne.

### Określenie celowości etapowania dochodzenia do docelowego przekroju poprzecznego drogi.

Na odcinku nr 1 i nr 2 typ przekroju poprzecznego (głównie liczba pasów ruchu) docelowego różni się od typu przekroju początkowego. Występuje zatem konieczność przeprowadzenia analizy celowości i sposobu etapowania dochodzenia do przekroju docelowego.

Na odcinku nr 3 nie występuje konieczność etapowania rozbudowy przekroju poprzecznego, ale wstępna analiza potrzeby pozostawienia rezerwy terenu pod dodatkowe pasy ruchu w następnych okresach za pomocą metody uproszczonej wskazuje, że natężenia ruchu w 30 roku od wybudowania drogi będą zbliżone do natężeń granicznych dla poziomu swobody ruchu C, należy zatem rozważyć możliwość poszerzenia przekroju poprzecznego w przyszłości.

### **Etap III – Dobór scenariusza etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego.**

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono konieczność etapowania rozbudowy drogi w przekroju poprzecznym na odcinku nr 1 i nr 2 oraz możliwość rozwoju przekroju poprzecznego o dodatkowe pasy ruchu na odcinku nr 3. W związku z tym niezbędne jest ustalenie konieczności pozostawienia rezerw terenu pod przekrój docelowy.

Wstępne scenariusze etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego (zestawione w tabl. 8.7) zaproponowano porównując prognozowane wielkości średniego dobowego ruchu rocznego  $SDRR_{30}$  w 30-tym roku od oddania drogi do użytku z natężeniami granicznymi  $N_{gr}$  zestawionymi w tabelicy 4.2. Wyniki przeprowadzonych analiz wskazują, że:

- 1) na odcinku nr 1 zalecana jest realizacja budowy drogi według scenariusza  $SE_2$  ( $SE_3$ ) od przekroju GP1/2 do przekroju S2/2, jednakże należy rozpatrzyć możliwość budowy przekroju według scenariusza  $SE_1$ , tj. przekrój docelowy od pierwszego roku,
- 2) na odcinku nr 2 zalecana jest realizacja budowy drogi według scenariusza  $SE_2$  lub  $SE_3$  od przekroju S2/2 do przekroju S3/2, jednakże należy rozpatrzyć możliwość budowy przekroju według scenariusza  $SE_1$ , tj. przekrój docelowy od pierwszego roku,
- 3) na odcinku nr 3 (na co wskazują wyniki wstępnej analizy) zalecana jest realizacja budowy drogi według scenariusza  $SE_1$ , biorąc jednak pod uwagę możliwość znacznego przyrostu ruchu i potencjalną konieczność budowy 3 pasa ruchu pod koniec okresu miarodajnego oraz biorąc pod uwagę wyniki doboru przekroju metoda uproszczoną należy przyjąć pozostawienie rezerwy pod trzeci pas ruchu i realizację inwestycji według scenariusza  $SE_2$  lub  $SE_3$ .

Tablica 8.7

Zestawienie wstępnie wybranych scenariuszy rozbudowy analizowanych odcinków drogi ekspresowej do przekroju docelowego

Odcinek drogi	Długość L (km)	Obszar	Typ przekroju poprzecznego		Zalecane scenariusze etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego
			Początkowy	Docelowy	
Nr 1	15	Zamiejski	GP1/2	S2/2	<b>SE<sub>2</sub></b>
Nr 2	10	Aglomeracja miejska	S2/2	S2/3	<b>SE<sub>2</sub> lub SE<sub>3</sub></b>
Nr 3	20	Zamiejski	S2/2	S2/2 (S2/3)	<b>SE<sub>2</sub> lub SE<sub>3</sub></b>

Źródło: Opracowanie własne.

W celu ustalenia optymalnego sposobu etapowania przeprowadzono szczegółową analizę scenariuszy dochodzenia od przekroju początkowego do przekroju docelowego. Analizę przeprowadzono dla wybranych wariantów przekroju scenariuszy etapowania rozbudowy przekroju poprzecznego drogi. W analizie uwzględniono bezpieczeństwo ruchu, środowisko naturalne, koszty ruchu, dodatkowe koszty ruchu powstałe w czasie prowadzenia przebudowy drogi (w trakcie poszerzania przekroju poprzecznego), koszty budowy drogi, kosztów utrzymania drogi. W tabelicy 8.8 zestawiono oszacowane, sumaryczne, zdyskontowane koszty funkcjonowania drogi w cyklu jej życia KFD,

natomiast w tabelicy 8.9 średni koszt wykonania pracy przewozowej SKP dla poszczególnych scenariuszy etapowania rozbudowy przekroju poprzecznego drogi. Z analizy i porównania średnich kosztów wykonania pracy przewozowej SKP dla analizowanych wariantów rozbudowy przekroju poprzecznego wynika, że:

- na odcinku 1 optymalnym wariantem jest realizacja scenariusza etapowania według drugiego wariantu (SE<sub>2</sub> lub SE<sub>3</sub>), gdyż w przypadku pozostałych wariantów średnie koszty wykonania pracy przewozowej (wskaźnik WSKP) są o ponad 6 % większe;
- na odcinku 2 optymalnym wariantem jest realizacja scenariusza etapowania według pierwszego wariantu (SE<sub>1</sub>), gdyż w przypadku pozostałych wariantów średnie koszty wykonania pracy przewozowej (wskaźnik WSKP) są większe o 5 – 20 %, mimo że koszty drogowe w tym wariantcie będą większe niż w pozostałych wariantach to koszty ruchu będą znacznie mniejsze niż w pozostałych wariantach;
- na odcinku 3 optymalnym wariantem jest realizacja scenariusza etapowania według pierwszego wariantu (SE<sub>2</sub>), w przypadku pozostałych wariantów scenariusze etapowania powodują większe średnie koszty wykonania pracy przewozowej (wskaźnik WSKP większy o 2 – 13 %).

### Rekomendacje:

- 1) na odcinku nr 1 zalecana jest realizacja budowy drogi według scenariuszy SE<sub>2</sub> lub SE<sub>3</sub> od przekroju GP1/2 do przekroju S2/2; przekrój jednojezdniowy powinien być wykonany o parametrach drogi S jednakże ze względu na duże zagrożenie poważnymi wypadkami powinien być użytkowany jako zwykła droga krajowa, rezerwa terenu pod przekrój docelowy powinna być zachowana wraz z wykonaniem obiektów inżynierskich z uwzględnieniem przekroju docelowego,
- 2) na odcinku nr 2 zalecana jest realizacja budowy drogi według scenariusza SE<sub>1</sub> tj. budowa przekroju docelowego S2/3 od pierwszego roku użytkowania drogi.
- 3) na odcinku nr 3 zaleca się wybudować drogę ekspresową w jednym etapie o przekroju docelowym S2/2, z pozostawieniem rezerwy pod trzeci pas od wewnątrz jezdni tj. na poszerzonym pasie dzielącym.

Tablica 7.8

Zestawienie sumarycznych kosztów funkcjonowania analizowanych odcinków międzywęzłowych drogi ekspresowej dla wybranych scenariuszy dochodzenia do przekroju docelowego

Odcinek drogi	Przekrój drogi docelowy/początkowy	Scenariusze etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego		Sumaryczne, zdyskontowane koszty		
				drogowe	ruchu	funkcjonowania drogi
				KD	KR	KFD
		WSE <sub>s</sub>	Scenariusz	mld zł	mld zł	mld zł / 30 lat
Nr 1	S2/2 (GP1/2)	1	SE <sub>1</sub>	0,63	4,59	5,22
		2	SE <sub>2,3</sub>	0,35	4,57	4,92
		3	SE <sub>4</sub>	0,47	4,77	5,24
Nr 2	S2/3 (S2/2)	1	SE <sub>1</sub>	0,82	8,99	9,81
		2	SE <sub>2</sub>	0,61	9,71	10,32
		3	SE <sub>3</sub>	0,62	9,94	10,55
		4	SE <sub>4</sub>	0,67	11,14	11,81
Nr 3	S2/2* (S2/2)	1	SE <sub>2</sub>	1,22	12,88	14,10
		2	SE <sub>3</sub>	1,24	13,19	14,43
		3	SE <sub>4</sub>	1,18	14,78	15,96

)\* z możliwością utrzymania rezerwy terenu dla przekroju S2/3 na końcu analizowanego okresu

Źródło: Opracowanie własne.

Tablica 7.9

Zestawienie średnich kosztów wykonania pracy przewozowej analizowanych odcinków międzywęzłowych drogi ekspresowej dla wybranych scenariuszy dochodzenia do przekroju docelowego

Odcinek drogi	Przekrój drogi docelowy/początkowy	Scenariusz rozbudowy drogi do przekroju docelowego	Koszty funkcjonowania drogi	Praca przewozowa	Średni koszt wykonania pracy przewozowej	Współczynnik wzrostu kosztów	Rekomendowany scenariusz
			KFD	PPS	SKP	WSKP	
			mld zł/30 lat	mld pkm/30 lat	mld zł /mld pkm	-	
Nr 1	S2/2 (GP1/2)	1 (SE <sub>1</sub> )	5,22	3,59	1,456	1,061	SE <sub>2</sub> lub SE <sub>3</sub>
		2 (SE <sub>2,3</sub> )	4,92	3,59	1,372	<b>1,000</b>	
		3 (SE <sub>4</sub> )	5,24	3,59	1,461	1,065	
Nr 2	S2/3 (S2/2)	1 (SE <sub>1</sub> )	9,81	7,36	1,333	<b>1,000</b>	SE <sub>1</sub>
		2 (SE <sub>2</sub> )	10,32	7,36	1,402	1,052	
		3 (SE <sub>3</sub> )	10,55	7,36	1,433	1,074	
		4 (SE <sub>4</sub> )	11,81	7,36	1,605	1,204	
Nr 3	S2/2* (S/2/2)	1 (SE <sub>2</sub> )	14,10	9,76	1,444	<b>1,000</b>	SE <sub>2</sub>
		2 (SE <sub>3</sub> )	14,43	9,76	1,478	1,023	
		3 (SE <sub>4</sub> )	15,96	9,76	1,634	1,132	

)\* z możliwą rezerwą dla przekroju S2/3 na końcu analizowanego okresu

Źródło: Opracowanie własne.

### 8.3 Przykład 3. Faza utrzymania drogi

Przykład dotyczy trzech wybranych odcinków międzywęzłowych położonych na istniejącej autostradzie. W ramach cyklicznego monitorowania funkcjonowania drogi po kolejnym pomiarze ruchu (np. Generalnym Pomiarze Ruchu) przeprowadzono ocenę warunków ruchu i weryfikację typu przekroju poprzecznego na trzech odcinkach autostrady.

#### Charakterystyka analizowanych odcinków.

Analizowane odcinki międzywęzłowe drogi ekspresowej mają następującą charakterystykę:

- 1) odcinek nr 1 ma długość 20 km, położony jest na obszarze wiejskim, ma przekrój 2x2 pasy ruchu,
- 2) odcinek nr 2 ma długość 15 km, położony jest na obszarze aglomeracji miejskiej, ma przekrój 2x2 pasy ruchu,
- 3) odcinek nr 3 ma długość 5 km, położony jest na obszarze aglomeracji miejskiej, ma przekrój 2x3 pasy ruchu.

#### Etap I – Prace przygotowawcze i analizy pomocnicze.

W ramach prac przygotowawczych i analiz pomocniczych (zgodnie z zaleceniami przedstawionymi w rozdz. 6 wytycznych):

- zebrano wszystkie niezbędne dane wyjściowe,
- zebrano wyniki badań ruchu z pomiarów ruchu GPR(a),
- opracowano wstępne założenia do prognoz ruchu i wykonano prognozy ruchu dla 5 roku od wykonanego badania ruchu.

#### Etap II – Ustalenie przekroju poprzecznego drogi.

W tej fazie cyklu życia drogi do weryfikacji doboru przekroju poprzecznego stosuje się metodę szczegółową, która zgodnie z zapisami przedstawionymi w rozdz. 6 „Wytycznych ...”, stosowana jest dla międzywęzłowych odcinków sieci drogowej łączącej sąsiednie węzły drogowe i obejmuje: ustalenie miarodajnych parametrów ruchu, weryfikację przekroju poprzecznego, określenie możliwości dochodzenia do docelowego przekroju poprzecznego drogi.

##### Ustalenie miarodajnych parametrów ruchu.

W wyniku pomiarów ruchu i krótkoterminowych prognoz ruchu ustalono niezbędne parametry ruchu dla 50 – tej godziny w roku miarodajnym na wymienionych odcinkach istniejącej drogi ekspresowej dla istniejącego przekroju poprzecznego, które zestawiono w tabelicy 8.10.

##### Weryfikacja typu przekroju poprzecznego drogi.

Porównując pomierzone i prognozowane wielkości średniego dobowego ruchu rocznego  $SDRR_n$  w miarodajnych latach  $R_n$  dla analizowanych odcinków drogi ekspresowej z parametrami granicznymi zestawionymi w tabelicy 4.1 dokonano oceny warunków ruchu dla stanu istniejącego  $R_{(a)}$  i stanu planowanego za 5 lat  $R_{(a+5)}$ . Wyniki analiz zestawiono w tabelicy 8.11. Porównując otrzymane poziomy swobody ruchu PSR z zalecanymi i dopuszczalnymi poziomami ruchu zaproponowano typy przekroju poprzecznego dla poszczególnych odcinków analizowanej drogi ekspresowej.

Tablica 8.10

Zestawienie prognozowanych natężeń ruchu i miar oceny warunków ruchu dla 50-tej godziny w roku miarodajnym (aktualnym  $R_a$  i prognozowanych  $R_{(a+5)}$ ) na analizowanych odcinkach drogi ekspresowej o przekroju S2/2

Odcinek drogi	Rok miarodajny $R_n$	Przepustowość drogi	Parametr ruchu				
		C	$SDRR_{50 \cdot R_n}$	$N_{50 \cdot R_n}$	$K_{50 \cdot R_n}$	$VP_{50 \cdot R_n}$	$X_{50, R_n}$
		E/h/pas	E/24 h	E/h/pas	E/km/pas	km/h	-
Nr 1	$R_a$	2200	46341	1210	11,5	105,6	0,55
	$R_{(a+5)}$	2200	52980	1380	13,3	105,0	0,63
Nr 2	$R_a$	2200	73937	1927	20,2	94,9	0,88
	$R_{(a+5)}$	2200	84500	2090	22,8	90,0	0,95
Nr 3	$R_a$	2200	127822	2092	23,0	89,3	0,95
	$R_{(a+5)}$	2200	145960	2520	32,1	71,6	1,15

Źródło: Opracowanie własne.

Tablica 8.11

Zestawienie poziomów swobody ruchu PSR dla miarodajnych natężeń ruchu i miar oceny warunków ruchu, w miarodajnych okresach na analizowanych odcinkach drogi ekspresowej wraz z proponowanymi typami przekroju drogi TPD

Odcinek drogi / obszar	Poziom swobody ruchu PSR			Typ przekroju TPD		
	Zalecany (dopuszczalny)	Występujący na drodze		Istniejący	Proponowany	
		Rok miarodajny			Rok miarodajny	
		$R_a$	$R_{(a+5)}$		$R_a$	$R_{(a+5)}$
Nr 1 Zamiejski	C (D)	C	C	S2/2	S2/2	<b>S2/2</b>
Nr 2 Aglomeracja miejska	D (E)	D	E	S2/2	S2/2	<b>S2/3</b>
Nr 3 Aglomeracja miejska	D (E)	E	F	S2/3	S2/4	<b>S2/4</b>

Źródło: Opracowanie własne.

### Rekomendacje:

- 1) Na odcinku nr 1 zaleca się pozostawić istniejący przekrój drogi S2/2.
- 2) Na odcinku nr 2 zaleca się pozostawienie istniejącego przekroju poprzecznego drogi S2/2 i przystąpienie do szczegółowych prac analitycznych i wstępnych prac projektowych pozwalających na rozpoznanie możliwości poszerzenia przekroju poprzecznego drogi w następnych okresach oceny funkcjonowania drogi.
- 3) Na odcinku nr 3 zaleca się pozostawienie na krótki okres czasu (np. na 5 lat) istniejącego przekroju drogi S2/3 i podjęcie prac projektowych rozpoczynających proces inwestycyjny. W trakcie prowadzenia prac projektowych należy rozważyć kilka możliwych rozwiązań i wybrać jedno z nich:
  - a) zastosowanie elementów systemu ITS umożliwiających zwiększenie przepustowości (np. przez okresowe wykorzystywanie do ruchu utwardzonego pobocza),
  - b) budowę przekroju o dwóch jezdniach czteropasowych (S2/4),
  - c) przekroju o jezdniach trzypasowych oraz dodatkowymi jezdniami dwupasowymi (S4/5),
  - d) rozbudowę przekrojów poprzecznego dróg współpracujących.
  - e) budowę alternatywnych połączeń



## 9. LITERATURA

- [1] GDDKiA, *Zarządzenie Nr 17 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 11 maja 2009 r. w sprawie stadiów i składu dokumentacji projektowej dla dróg i mostów w fazie przygotowania zadań*, 2009.
- [2] GDDKiA, *Zarządzenie Nr 58 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 23 listopada 2015 r. w sprawie dokumentacji do realizacji inwestycji*, 2015.
- [3] Jamroz K., Kustra W., Michalski L., *Instrukcja dla audytorów bezpieczeństwa ruchu drogowego - Część I Ocena wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego projektów infrastruktury drogowej, Część II Audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego – Opracowanie na zlecenie GDDKiA*, Politechnika Krakowska, Politechnika Gdańska, 2011.
- [4] Jaspers, *Niebieska księga - infrastruktura Drogowa*, 2015.
- [5] Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa, *Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie*, Polska, 2016.
- [6] Rada Ministrów, *Program budowy dróg krajowych na lata 2014-2023 (z perspektywą do 2025 r.)*, Polska, 2015.
- [7] Transportation Research Board, *Highway Capacity Manual*, 5th Editio, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, 2010.
- [7] Tracz M., Chodur J. i inni: *Metoda obliczania przepustowości rond*, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2004.
- [8] Tracz M., Chodur J. i inni: *Metoda obliczania skrzyżowań z sygnalizacją świetlną*, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2004.
- [9] Chodur J., Gaca S. i inni: *Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań bez sygnalizacji*, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2004.

