



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ
I ŚRODOWISKA

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

Część II

PROJEKT WYTYCZNYCH

(Egzemplarz do konsultacji)

Wersja V.10. z dn. 07.02.2017 r.

Gdańsk Listopad 2016

**Opracowanie wykonano na zlecenie:
Ministerstwa Infrastruktury i Budownictwa**

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

Spis treści:

1. PODSTAWY FORMALNE	1
2. PODSTAWOWE POJĘCIA I DEFINICJE	2
3. ZAŁOŻENIA.....	4
4. PRACE PRZYGOTOWAWCZE I ANALIZY POMOCNICZE	6
5. DOBÓR PRZEKROJU POPRZECZNEGO DROGI.....	16
6. USTALENIE SPOSOBU ETAPOWANIA ROZBUDOWY DROGI DO PRZEKROJU DOCELOWEGO	31
7. PODSUMOWANIE.....	35
8. PRZYKŁADY	36

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.

2.2 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.

2.3 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.

2.4 Miarami warunków ruchu są:

- natężenie ruchu N lub natężenie krytyczne N_{kr} – miara wielkości ruchu (pojazdów/pas/h),
- gęstość potoku K – miara wielkości ruchu (pojazdów/pas/km/h),
- prędkość przejazdu VP – miara sprawności i płynności ruchu (km/h),
- stopień wykorzystania przepustowości X – miara sprawności urządzeń drogowych.

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

- 1) Odcinki strategiczne dróg stanowiące połączenia międzynarodowe, międzyregionalne, międzymetropolitalne łączące stolicy 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.

2.6 Miarodajnymi natężeniami ruchu przyjmowanymi do określania warunków ruchu są:

- dobowe – Średni Dobowy Ruch Roczny– SDRR (pojazdów/dobę),
- godzinowe – N_{50} – natężenie ruchu zarejestrowane w 50 godzinie (licząc kolejno od natężeń największych) w ciągu roku.

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/km²), 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 (≥ 200 osób/km²), 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 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).

3.2 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.

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

3.4 Analizę ustalania liczby pasów ruchu i szerokości przekroju poprzecznego dróg wykonuje się 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.

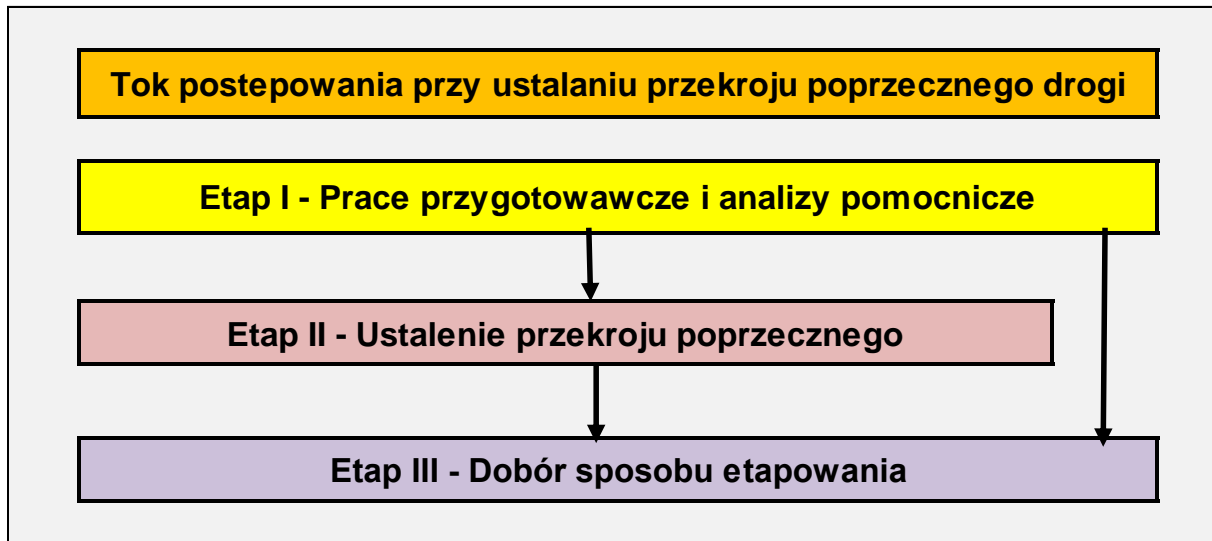
3.4.1 Faza projektowania wstępnego obejmuje analizy, które powinny być prowadzone dla strategicznych odcinków dróg, np. w ramach Studium Sieciowego (SS). Zakres prowadzonych wówczas analiz obejmuje między innymi wytyczne dla rozwiązań planistycznych, takie jak: własności użytkowe elementów rozpatrywanej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

3.4.2 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.

3.4.3 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.

3.5 Analizy prowadzone w poszczególnych fazach różnią się zakresem i poziomem dokładności. Tok postępowania przy ustalaniu przekroju poprzecznego dróg obejmuje trzy etapy. Schemat procedury przedstawiono na rys. 3.1.



Rys. 3.1 Tok postępowania przy ustalaniu przekroju poprzecznego drogi.

Źródło: Opracowanie własne

3.5.1 Etap I – Prace przygotowawcze i analizy pomocnicze; 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. Szczegółowy opis przedstawiono w rozdz. 4.

3.5.2 Etap II – Ustalenie przekroju poprzecznego drogi; celem analizy jest ustalenie docelowego kształtu (zakresu) przekroju poprzecznego analizowanego odcinka drogi (liczba jezdni i liczba pasów ruchu na jezdniach) na poszczególnych poziomach postępowania wraz ze wskazaniem konieczności etapowania dochodzenia do tego przekroju. Szczegółowy opis przedstawiono w rozdz. 5.

3.5.3 Etap III – Dobór sposobu etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego; celem analizy jest wskazanie optymalnego sposobu etapowania rozbudowy przekroju do rozwiązania docelowego, biorąc pod uwagę różne aspekty i uwarunkowania. Szczegółowy opis przedstawiono w rozdz. 6.

3.6 Każdy z etapów obejmuje kilka następujących po sobie kroków szczegółowych, których ranga może się zmieniać w zależności od poziomu ustalania przekroju poprzecznego oraz rodzaju planowanej inwestycji drogowej

3.7 Końcowym rezultatem prowadzonych analiz jest wskazanie docelowego kształtu (zakresu) przekroju poprzecznego planowanej drogi oraz wskazanie najkorzystniejszego wariantu etapowania dochodzenia do przekroju docelowego z wykorzystaniem analizy wielokryterialnej.

4. PRACE PRZYGOTOWAWCZE I ANALIZY POMOCNICZE

4.1 Prace przygotowawcze są I etapem do przeprowadzenia analiz dotyczących doboru przekroju poprzecznego drogi. Procedura prowadzenia prac przygotowawczych składa się z siedmiu kroków:

- K.1. Określenie celu i zakresu analizy.
- K.2. Określenie klasy drogi i obszaru jej wpływu.
- K.3. Zidentyfikowanie przyjętych do analiz, wariantów drogi w przekroju poprzecznym.
- K.4. Zebranie danych wyjściowych do obliczeń.
- K.5. Oszacowanie miarodajnych parametrów ruchu drogowego.
- K.6. Ocena funkcjonowania drogi.
- K.7. Określenie możliwych sposobów etapowania rozbudowy przekroju

4.2 Określenie celu i zakresu analizy (Krok K.1). 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.

4.3 Określenie klasy drogi i obszaru jej wpływu (Krok K.2). Klasę drogi na analizowanym odcinku ruchu należy przyjąć zgodnie z aktualnym Programem Budowy Dróg Krajowych [5]. Granice obszaru wpływu analizowanej drogi powinny w jednoznaczny sposób określać początki i końce analizowanych dróg, a tym samym zakres danych opisujących te drogi, niezbędny do przeprowadzenia prognoz ruchu i przeprowadzenia wymaganych ocen wpływu planowanej drogi na bezpieczeństwo ruchu, otoczenie i koszty. 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 tabela 4.1 [2].

Tablica 4.1

Orientacyjne wymiary obszaru wpływu planowanej drogi na brd

Klasa drogi	Obszar	Orientacyjny zasięg obszaru wpływu R
A	zamiejski,	do 50 km
S	aglomeracyjny	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

4.4 Zidentyfikowanie wariantów budowy drogi w przekroju poprzecznym (Krok K.3). 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 każdej z jezdni.

4.4.1 Do prowadzenia analiz wariantów przekroju dróg dwu- i wielojezdniowych ustalono klasyfikację przekrojów dróg, którą przedstawiono w tabeli 4.2. Symbol przekroju poprzecznego charakteryzuje: klasę drogi, liczbę jezdni, liczbę pasów ruchu występujących na

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

Tabl. 4.2.

Klasyfikacja 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	3
GP2/3z		2	3
GP2/3m		2	4
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

4.4.2 Różnicowanie 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 4.1 - 4.5 zilustrowano różne typy przekrojów dróg wielojezdniowych i wielopasowych.

4.4.3 Prędkość sieciowa V_{sp} jest to pożądana prędkość podróży pomiędzy ośrodkami osadniczymi. Prędkość ta zależy od rangi ośrodków i odległości pomiędzy nimi. Wyznacza funkcję i klasę drogi, tym samym standardy techniczne połączeń drogowych i węzłów. W tabelicy 4.3 przedstawiono propozycje określania prędkości pożądanej V_{sp} na drogach różnych kategorii w Polsce.

4.4.4 Parametry geometryczne przyjętego przekroju poprzecznego drogi szybkiego ruchu zależą od jej klasy i należy przyjmować je zgodnie z WT [4].

a)



b)



c)



d)



Rys. 4.1 Przykłady wybranych dróg dwu – i wielojazdniowych 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.

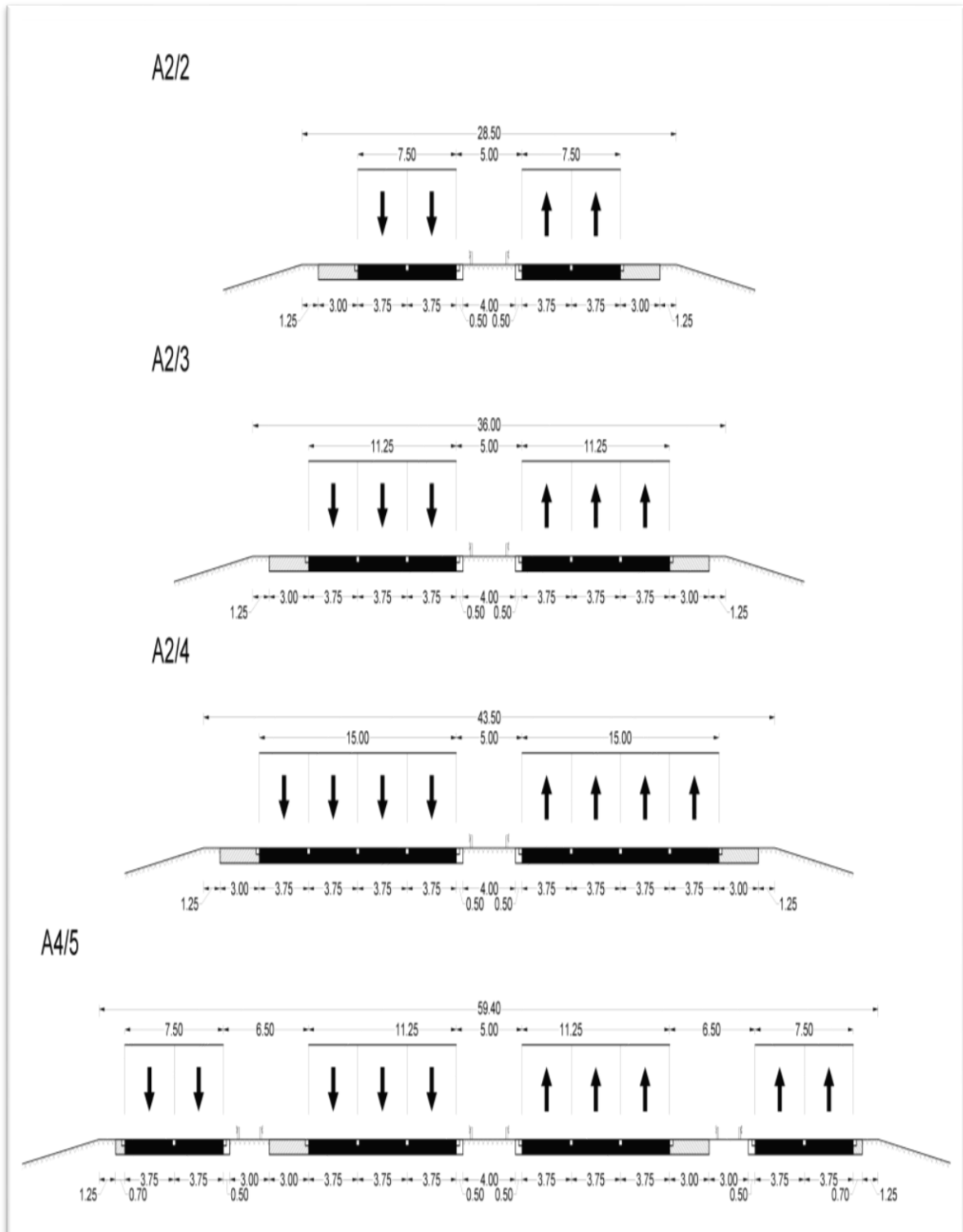
Źródło: Opracowanie własne

Tablica 4.3

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

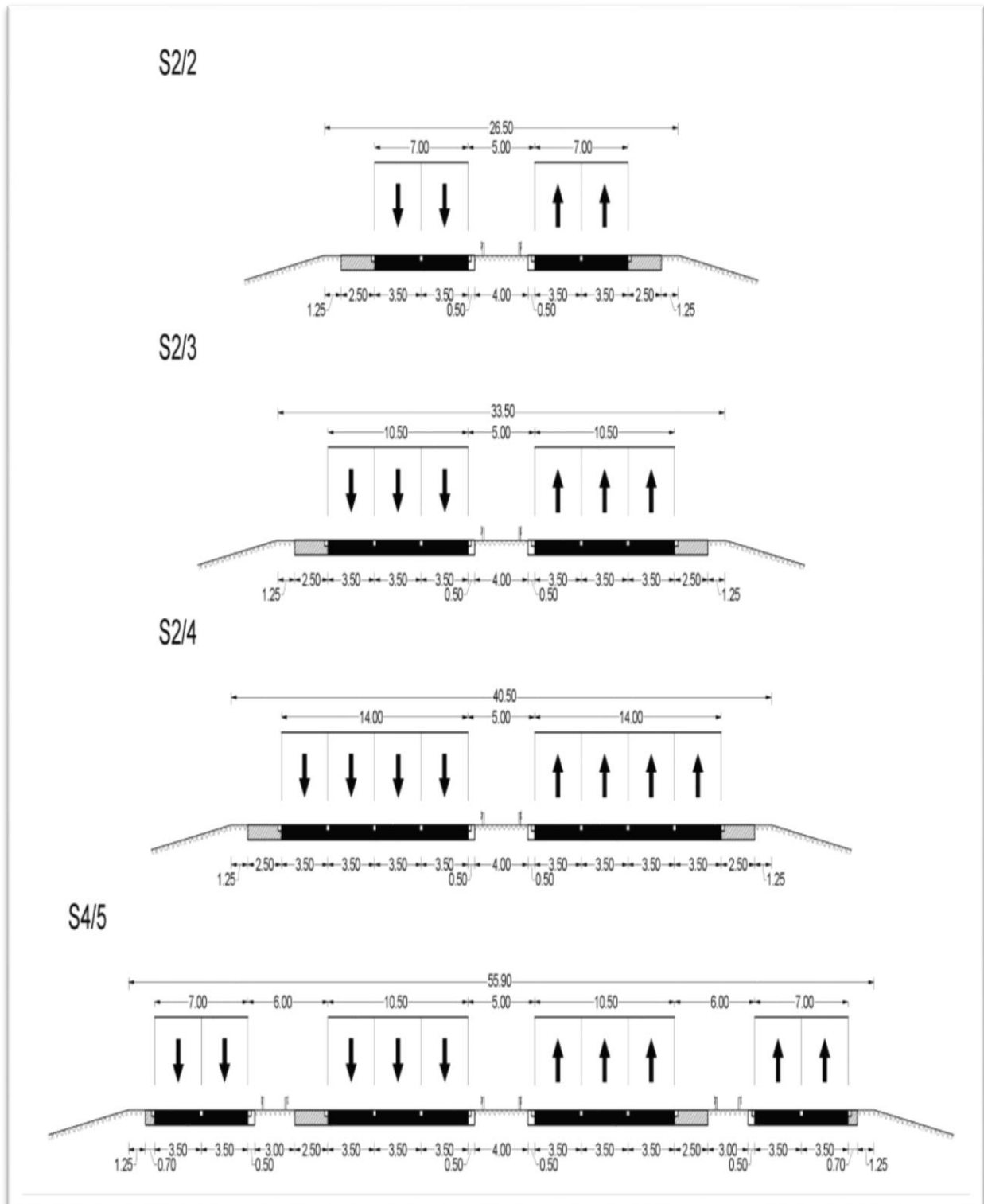
Rodzaj ruchu	Klasa drogi	Standardowa długość podróży L_p (km)	Klasy warunków ruchu PSR	Prędkość sieciowa V_{sp} (km/h) dla samochodów osobowych	Prędkość dopuszczalna V_d (km/h)
Międzynarodowy, międzymetropolitalny, międzyaglomeracyjny	A	100 - 500	C (D)	100 – 120	140
Krajowy	S	50 - 300	C (D)	80 - 100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

Źródło: Opracowanie własne



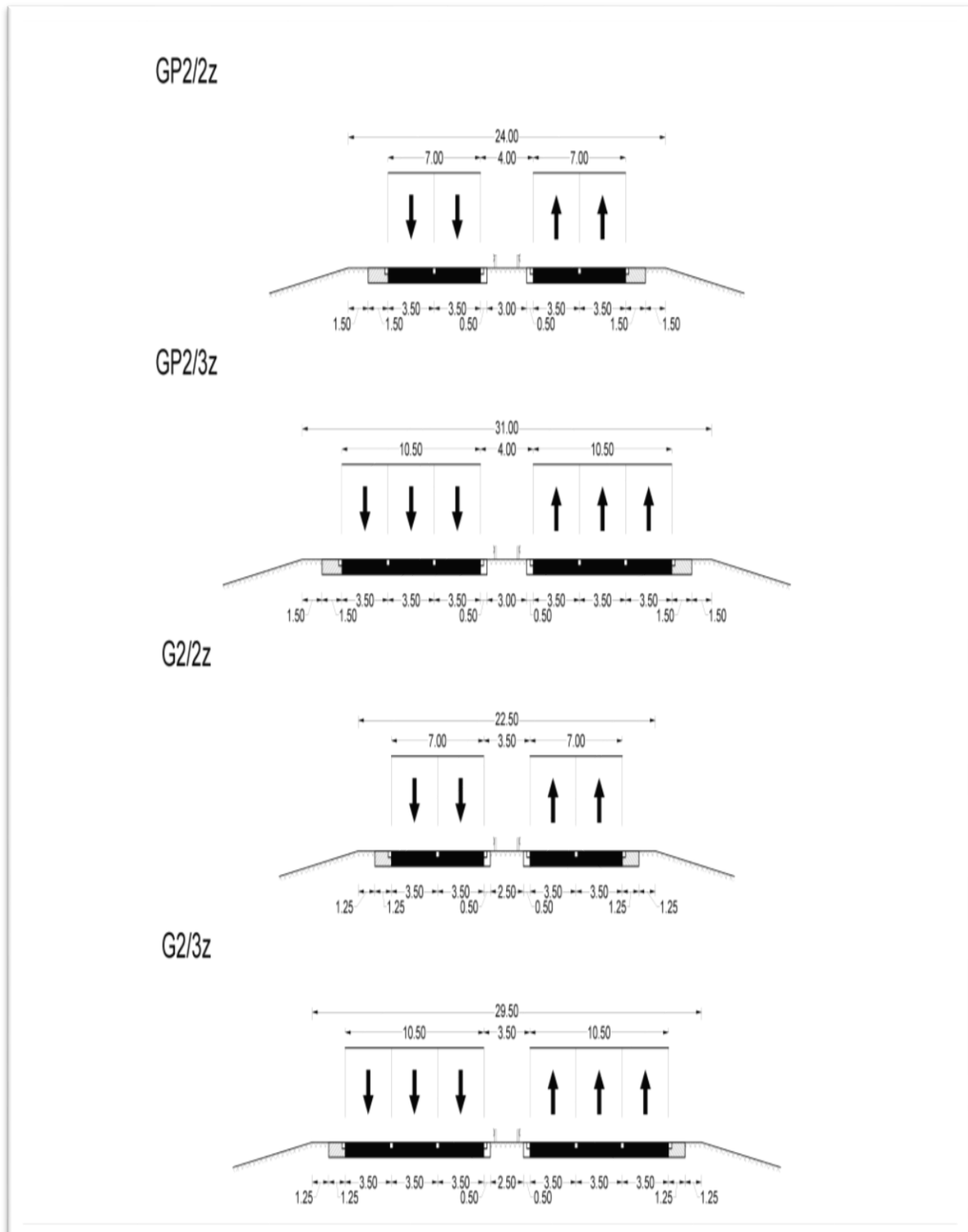
Rys. 4.2 Schematy przyjętych do analiz typów przekroju poprzecznego autostrad.

Źródło: Opracowanie własne



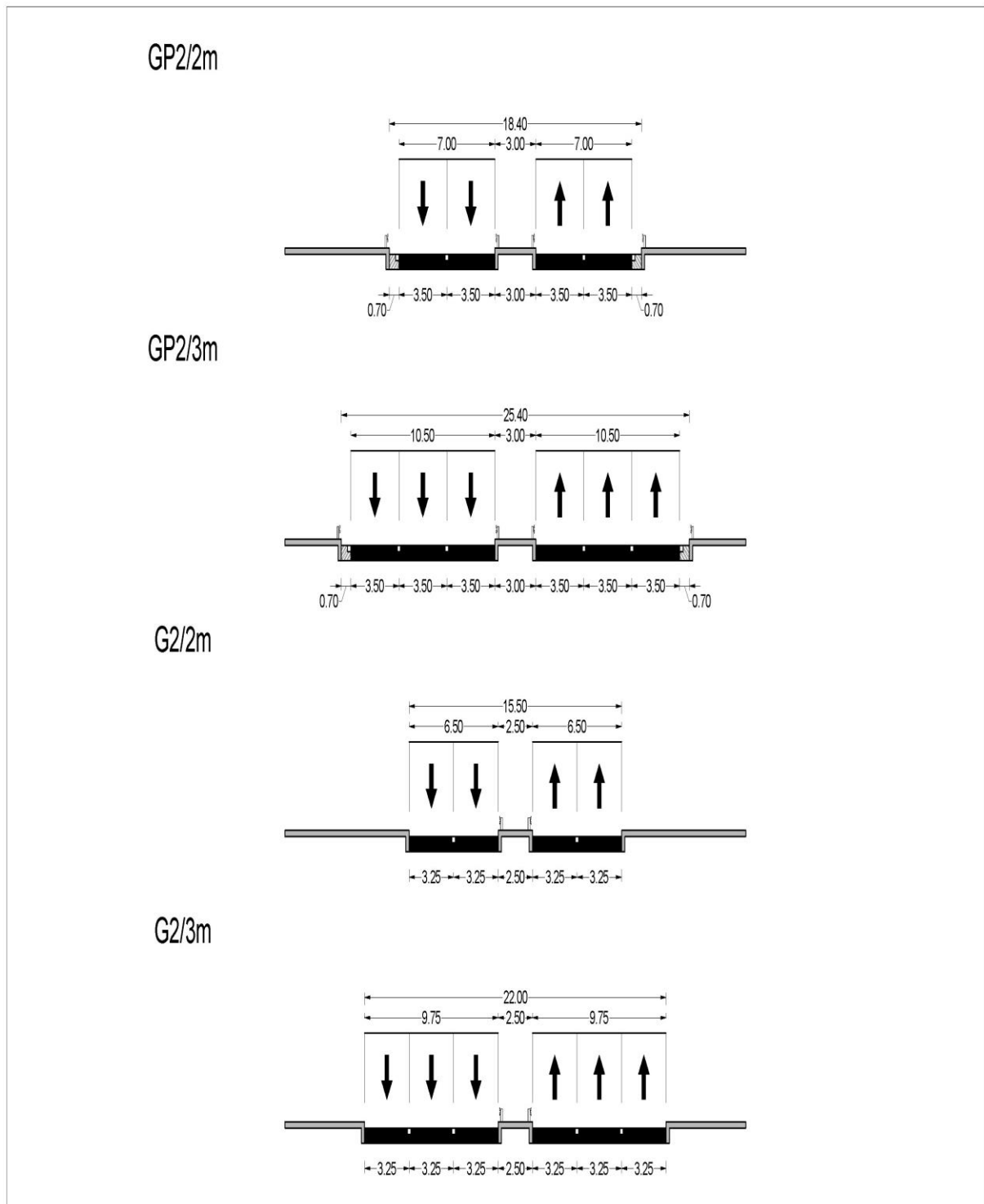
Rys. 4.3 Schematy przyjętych do analiz typów przekroju poprzecznego dróg ekspresowych

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 4.4 Schematy przyjętych do analiz typów przekroju poprzecznego dróg głównych GPz i Gz na obszarach miejskich

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 4.5 Schematy przyjętych do analiz typów przekroju poprzecznego dróg głównych GPm i Gm na obszarach miejskich

Źródło: Opracowanie własne

4.4.5 Sposoby przebudowy przekroju poprzecznego drogi szybkiego ruchu od przekroju początkowego do przekroju docelowego zależą od przewidywanego czasu koniecznej zmiany przekroju i dostępności rezerw terenu. Biorąc to pod uwagę, można przewidzieć trzy scenariusze dobudowy pasów ruchu:

- brak konieczności dobudowy dodatkowych pasów ruchu,
- dobudowa dodatkowych pasów ruchu na poszerzonym (w celu zachowania rezerw terenu) pasie dzielącym jezdnie,
- dobudowa dodatkowych pasów ruchu po stronie zewnętrznej istniejących jezdni.

4.5 Zebranie danych wyjściowych niezbędnych do przeprowadzenia dalszych analiz (Krok K.4) zależy od fazy sporządzania dokumentacji [1]. W szczególności dane wejściowe powinny obejmować:

- 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.
- 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.
- Dostępne dane o wypadkach i ofiarach wypadków drogowych w odniesieniu do analizowanej drogi i analizowanego obszaru z ostatnich 3 lat.
- Charakterystyka planowanej drogi: podstawowe parametry projektowe drogi: klasa techniczna, rodzaj terenu, przekrój poprzeczny, prędkość projektowa (miarodajna).
- Liczbę i charakterystykę wariantów.

4.6 Oszacowanie parametrów ruchu drogowego (Krok K.5) na analizowanej drodze lub jej odcinku w stanie istniejącym i w przyjętym okresie prognozy. Do oceny funkcjonowania analizowanej drogi niezbędne są podstawowe dane o ruchu: natężenie ruchu, gęstość i prędkość potoków pojazdów. Miarodajne parametry ruchu: natężenie, prędkość, gęstość przyjmuje się dla miarodajnego roku i miarodajnej godziny. Dane o parametrach ruchu mogą pochodzić z pomiarów ruchu lub z prognoz ruchu. Dane o ruchu muszą być zestawione dla kolejnych lat w okresie analizy.

4.6.1 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.

4.6.2 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.

4.7 Ocena funkcjonowania analizowanej drogi (Krok K.6). W celu oceny funkcjonowania analizowanej drogi należy wykonać wiele analiz pomocniczych, do których zaliczyć należy:

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

4.7.1 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 jest opracowywana w ramach aktualnie trwającego 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.

4.7.2 Do oceny poziomu bezpieczeństwa 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 [2] lub z wyników analiz prowadzonych w ramach prowadzonego projektu drogowego.

4.7.3 Do oceny wpływu analizowanej drogi na środowisko można skorzystać z procedur przedstawionych w metodyce JASPERS [3] lub z wyników analiz prowadzonych w ramach prowadzonego projektu.

4.7.4 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.

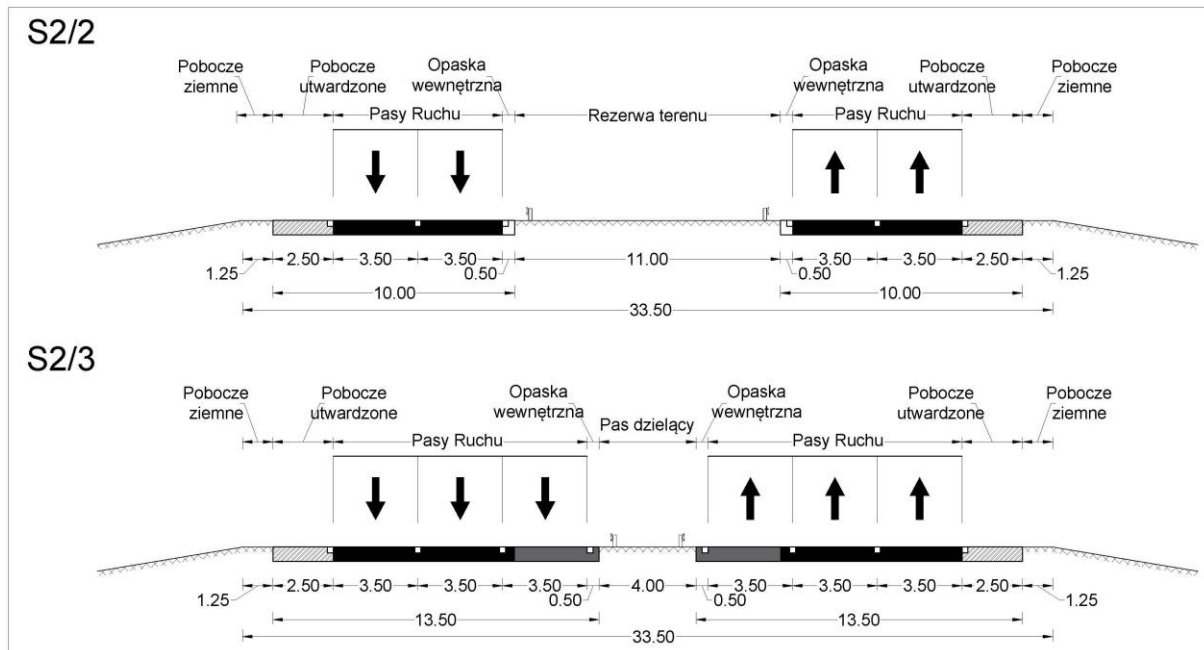
4.8. Określenie możliwych sposobów etapowania rozbudowy przekroju poprzecznego drogi (Krok K.7). W zależności od uwarunkowań technicznych, ekonomicznych, terenowych należy określić (wytypować) możliwe scenariusze etapowej rozbudowy przekroju poprzecznego od przekroju początkowego (bazowego) do przekroju docelowego.

4.8.1 Sposoby przebudowy przekroju poprzecznego drogi od przekroju początkowego do przekroju docelowego zależą od przewidywanego czasu zmiany przekroju i dostępności rezerw terenu.

4.8.2 Biorąc powyższe pod uwagę można przewidzieć pięć podstawowych scenariuszy rozbudowy przekroju poprzecznego drogi:

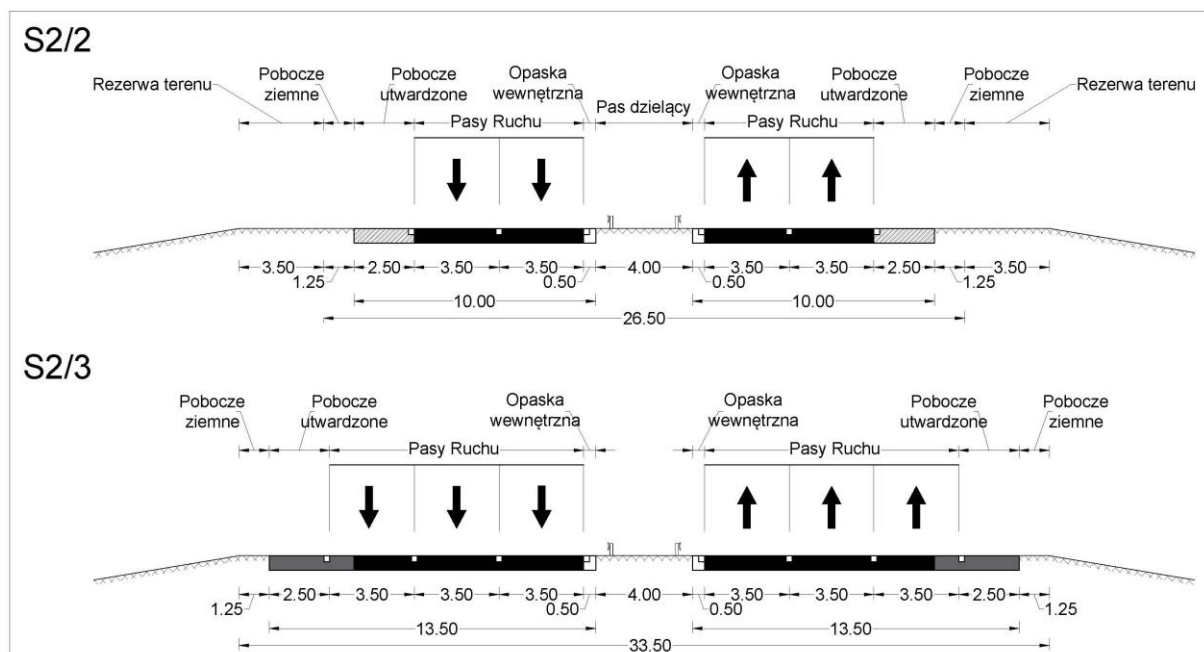
- 1) scenariusz SE_0 – budowa lub rozbudowa drogi bez zapewnionych rezerw terenowych;
- 2) scenariusz SE_1 – budowa drogi o przekroju docelowym bez konieczności pozostawiania rezerw terenowych;
- 3) Scenariusz SE_2 - budowa dodatkowych pasów ruchu na terenie zarezerwowanym w poszerzonym pasie dzielącym jezdnie o przeciwnych kierunkach ruchu (rys. 4.6);
- 4) Scenariusz SE_3 - budowa dodatkowych pasów ruchu lub dodatkowych jezdni po stronie zewnętrznej istniejących jezdni, z dostosowaniem (budową) obiektów inżynierskich do przekroju docelowego (rys. 4.7).

- 5) Scenariusz SE₄ - 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.



Rys. 4.6 Schemat przedstawiający realizację scenariusza SE₂ rozbudowy przekroju poprzecznego drogi.

Źródło: opracowanie własne



Rys. 4.7 Schemat przedstawiający realizację scenariusza SE₃ rozbudowy przekroju poprzecznego drogi.

Źródło: opracowanie własne

5. DOBÓR PRZEKROJU POPRZECZNEGO DROGI

5.1 **Przedmiot analiz.** Dobór przekroju poprzecznego drogi dwu- i wielojezdniowej klasy A, S, GP i G jest przedmiotem II etapu analiz, których celem jest ustalenie docelowych parametrów przekroju poprzecznego analizowanego odcinka drogi, w tym liczby pasów ruchu wraz ze wskazaniem konieczności etapowania dochodzenia do tego przekroju. Klasyfikację przekrojów dróg, ustaloną dla potrzeb niniejszych wytycznych, przedstawiono w tablicy 4.2.

5.2 **Procedura prowadzenia analiz** różni się w zależności od fazy cyklu życia drogi, w której ustala się przekrój.

5.2.1 Analizy dotyczące wyboru typu lub poszerzenia przekroju drogi mogą być wykonywane w trzech fazach cyklu życia drogi, tj. w fazie:

- a) projektowania wstępnego,
- b) uzyskania decyzji administracyjnych,
- c) utrzymania drogi.

5.2.2 W ramach procedury ustalania przekroju poprzecznego drogi konieczne jest:

- a) ustalenie miarodajnych parametrów ruchu,
- b) dobór przekroju początkowego,
- c) dobór przekroju docelowego,
- d) określenie celowości etapowania rozbudowy odcinka drogi do przekroju docelowego.

5.2.3 Zakres analiz może się różnić w poszczególnych fazach cyklu życia drogi.

5.3 **Miarodajne parametry ruchu.** Parametry ruchu (natężenie ruchu, prędkość i gęstość potoków pojazdów) stosowane w analizach przyjmuje się dla miarodajnego roku i miarodajnej godziny.

5.3.1 Miarodajnym natężeniem ruchu przyjętym do analizy jest:

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

Pomiędzy obu natężeniami istnieje zależność:

$$N_{50} = k \cdot SDRR \quad (5.1)$$

Gdzie:

N_{50} – natężenie ruchu pomierzone w 50 godzinie, poczynając od największych w roku,

$SDRR_n$ – średni dobowy ruch roczny w roku miarodajnym,

k – współczynnik zależności natężenia w godzinie 50 od natężenia średniorocznego dobowego, współczynnik ustalono na podstawie danych historycznych, przyjęto: $k=0,09$ dla całego przekroju drogi, natomiast $k=0,12$ dla jednej jezdni¹.

5.3.2 Miarodajnymi latami R_n służącymi do doboru przekroju poprzecznego drogi są lata przyjmowane do analiz. W tablicy 5.1 zestawiono miarodajne lata dla poszczególnych faz cyklu życia i rodzaju analiz.

¹ Szczegółowa procedura obliczania natężenia miarodajnego jest opracowywana w ramach aktualnie trwającego 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.

Tablica 5.1

Zestawienie miarodajnych 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
Konieczność etapowania	R_{10}	$R_{10,15,20,25}$	$R_{(a+5)}$

Źródło: Opracowanie własne

Oznaczenia w tabeli 5.1:

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.

Źródło: Opracowanie własne

5.4 Kryteria doboru przekroju. Proponuje się następujące kryteria doboru przekroju poprzecznego drogi:

- kryterium podstawowe – poziom warunków ruchu PSR na analizowanej drodze w okresie miarodajnym,
- kryteria pomocnicze: czas podróży, bezpieczeństwo ruchu, koszty ruchu, koszty budowy i utrzymania drogi, uwarunkowania techniczne.

5.4.1 Poziom warunków ruchu jest podstawowym kryterium funkcjonowania dróg. Zalecane poziomy swobody ruchu PSR na planowanych, projektowanych lub funkcjonujących drogach A, S, GP i G oraz dopuszczalne czasowo PSR na drogach istniejących przedstawiono w tablicy 5.2.

Tablica 5.2

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

Warunki stosowania	Klasa drogi			
	Autostrady i drogi ekspresowe (A i S)		Główne o ruchu przyspieszonym i główne (GP i G)*	
	obszar		obszar	
	zamiejski	aglomeracji miejskich	zamiejski	miejski
	Poziom swobody ruchu			
Zalecane	C	D	C	D
Dopuszczalne czasowo*	D	E	D	E

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

5.4.2 Na analizowanych odcinkach dróg należy znaleźć tzw. wąskie gardło, tj. miejsce o najgorszych warunkach ruchu lub najmniejszej przepustowości (np. wzniesienie o dużym pochyleniu podłużnym, skrzyżowanie z sygnalizacją, zwężenie jezdni) i tak zidentyfikowane elementy dróg na analizowanym odcinku drogi należy przyjąć do oceny warunków ruchu.

5.4.3 Zalecane poziomy warunków ruchu (zestawione w tabl. 5.2) należy stosować w analizach doboru przekroju poprzecznego drogi w fazach: projektowania wstępnego i uzyskania decyzji administracyjnych.

5.4.4 Dopuszczalne czasowo poziomy warunków ruchu można przyjmować wyjątkowo w fazie utrzymania drogi (na okres nie dłuższy niż przez 5 lat od okresu prowadzenia analizy).

5.4.5 Gdy poziomy swobody ruchu na analizowanym odcinku drogi dla różnych wariantów przekroju poprzecznego drogi i przyjętych natężeń miarodajnych są podobne, do wyboru wariantu przekroju można zastosować kryteria pomocnicze obejmujące: bezpieczeństwo ruchu, zatłoczenia, koszty ruchu itd.

5.4.6 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:

- rozbudowę układu dróg równoległych, które przejmą zwiększony ruch,
- budowę dodatkowej jezdni równoległej do jezdni głównej, pełniącej dodatkowo funkcję drogi zbiorczo-rozdzielającej ruch pojazdów (np. między blisko położonymi węzłami).

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

5.5 Faza projektowania wstępnego. W tej fazie cyklu życia drogi (np. w trakcie opracowywania Studium Sieciowego Dróg), do doboru przekroju poprzecznego stosuje się metodę uproszczoną.

5.5.1 Metoda uproszczona stosowana jest dla strategicznych odcinków sieci drogowej łączącej centra metropolitalne lub aglomeracyjne kraju i zawiera:

- a) ustalenie miarodajnych parametrów ruchu,
- b) dobór przekroju docelowego,
- c) dobór przekroju początkowego,
- d) określenie celowości etapowania rozbudowy drogi do docelowego przekroju poprzecznego drogi.

5.5.2 Miarodajne natężenia ruchu przyjmuje się na podstawie prognoz ruchu wykonanych za pomocą matematycznego modelu ruchu. Zgodnie z zapisami przedstawionymi w tablicy 5.1 do przeprowadzenia analiz niezbędne są prognozowane wartości parametrów ruchu w pierwszym (R_1), w dziesiątym (R_{10}) i w trzydziestym (R_{30}) roku od oddania do ruchu analizowanego odcinka drogi.

5.5.2.1 Dobór liczby jezdni i pasów ruchu na jezdni L_{pr} dla przyjętej klasy drogi polega na porównaniu oszacowanych wielkości średniego dobowego ruchu rocznego $SDRR_n$ w roku miarodajnym R_n dla analizowanych wariantów przekroju dróg z natężeniami granicznymi N_{gr} zestawionymi w tablicy 5.3.

5.5.2.2 Wartości liczbowe natężeń granicznych N_{gr} w tablicy 5.3 określono odpowiednio dla zalecanych poziomów swobody ruchu dla każdej klasy drogi (zgodnie z tablicą 5.2). Zakresy zalecanych natężeń granicznych dla wybranych przekrojów dróg zilustrowano na diagramach przedstawionych na rysunkach 5.1 – 5.2.

Tablica 5.3

Zestawienie wartości granicznych natężeń ruchu (dla założonych poziomów swobody ruchu) 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

5.5.2.3 Typ przekroju poprzecznego TPD danej klasy drogi, dobierany jest do dalszych analiz w zależności od wielkości prognozowanego średniego dobowego ruchu rocznego $SDRR_n$ w roku miarodajnym. Wybiera się ten typ przekroju drogi, dla którego prognozowane natężenie ruchu $SDRR_n$ w analizowanym roku miarodajnym znajduje się w przedziale natężeń granicznych N_{gr} , zgodnie z równaniem (5.2) :

$$N_{gr,TPD}^{min} < SDRR_n \leq N_{gr,TPD}^{max} \quad (5.2)$$

gdzie:

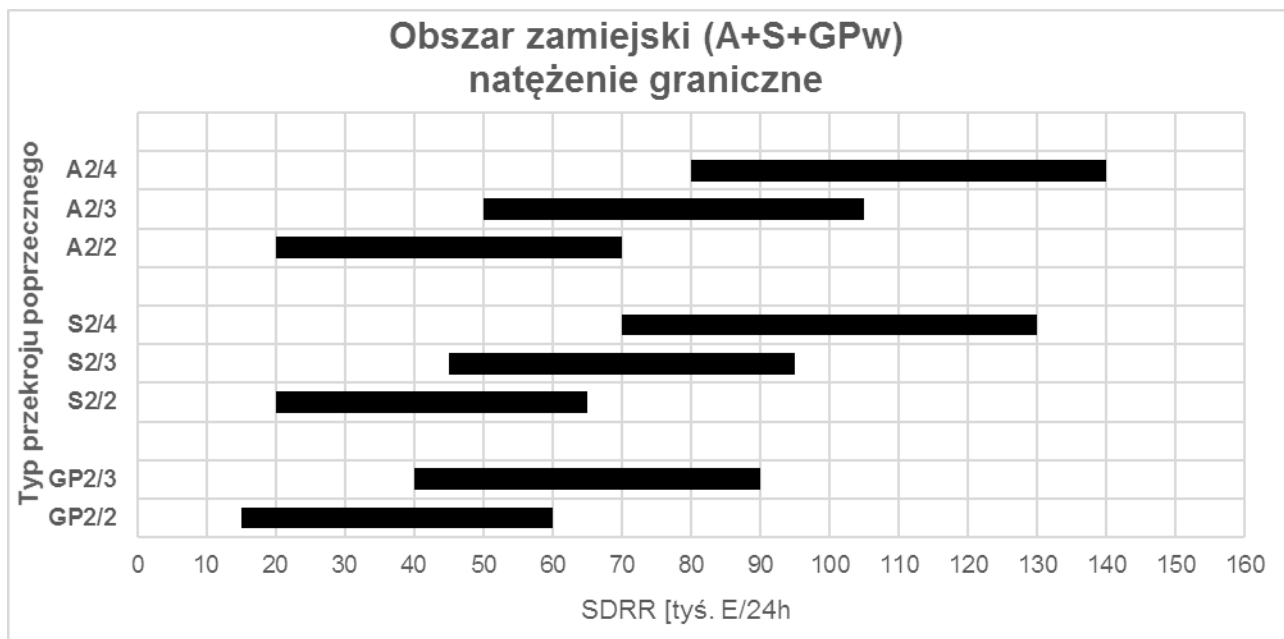
$SDRR_n$ – średni dobowy ruch roczny w roku miarodajnym prognozy R_n (E/dobę),

$N_{gr,TPD}^{min}$ – natężenie graniczne lewego przedziału dopuszczalnych natężeń granicznych dla analizowanego typu przekroju drogi TPD z tablicy 5.3, (E/dobę),

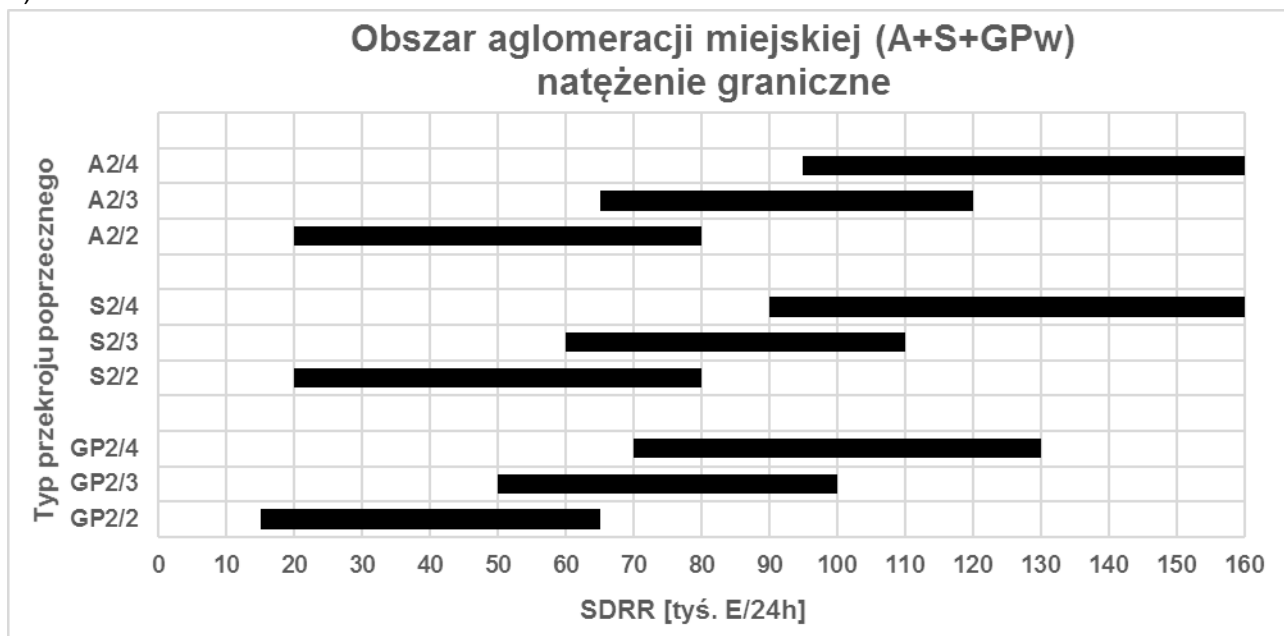
$N_{gr,TPD}^{max}$ – natężenie graniczne prawego przedziału dopuszczalnych natężeń granicznych dla analizowanego typu przekroju drogi TPD z tablicy 5.3; (E/dobę),

TPD – typ przekroju poprzecznego drogi (tablica 5.3).

a)



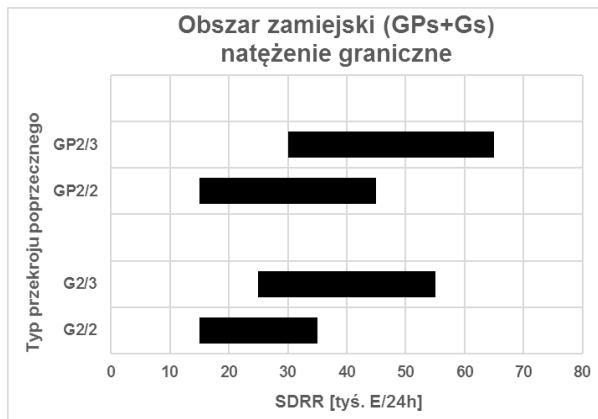
b)



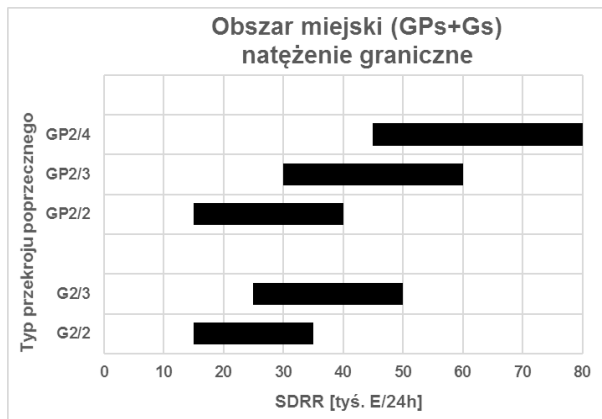
Rys. 5.1 Zestawienie wartości granicznych natężeń ruchu dla poszczególnych typów przekroju wielojezdniowej autostrady (A), drogi ekspresowej (S) i drogi głównej o ruchu przyspieszonym (GPw) z węzłami: a) na obszarach zamiejskich, b) na obszarach aglomeracji miejskich.

Źródło: Opracowanie własne

a)



b)



Rys. 5.2 Zestawienie wartości granicznych natężeń ruchu dla poszczególnych typów przekroju wielojazdniowej drogi głównej o ruchu przyspieszonym (GPs) i drogi głównej (Gs) ze skrzyżowaniami z sygnalizacją: a) na obszarach zamiejskich, b) na obszarach miejskich.

Źródło: Opracowanie własne.

5.5.3 Docelowy typ przekroju poprzecznego drogi TPD dobiera się na podstawie prognozowanego dobowego natężenia ruchu SDRR ustalonego dla 30 roku (R_{30}) od oddania drogi do ruchu.

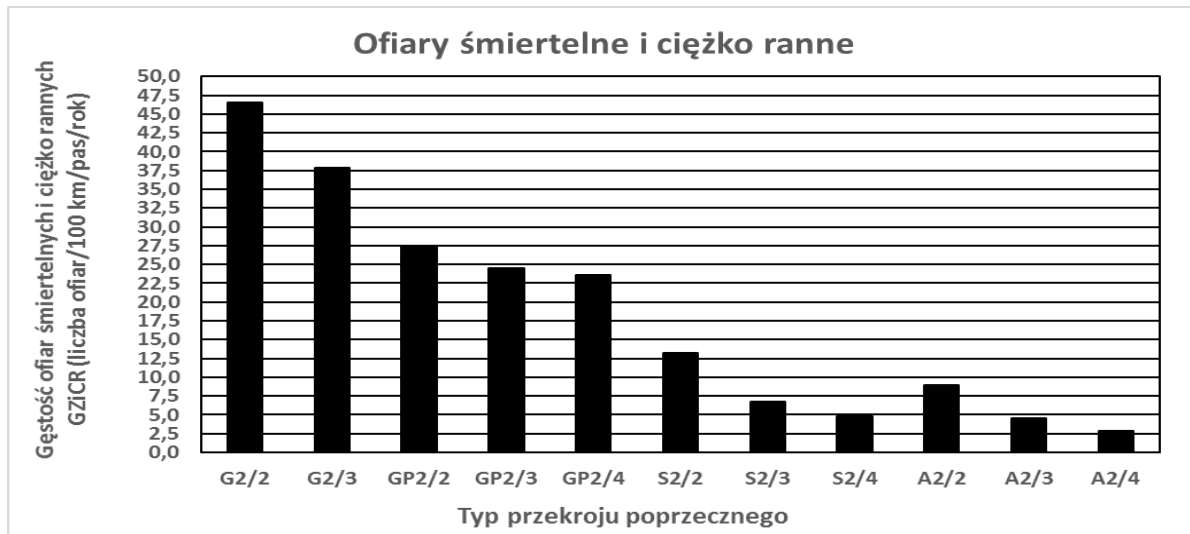
5.5.3.1 W przypadku, gdy warunek zawarty w pkt. 5.5.2.3 (równanie 5.2), spełnia kilka typów przekroju poprzecznego danej klasy drogi, w celu wyboru przekroju docelowego należy przeprowadzić dodatkową uproszczoną analizę uwzględniającą także inne kryteria (np. bezpieczeństwo ruchu drogowego, wzrost czasu podróży, wzrost kosztów ruchu drogowego).

5.5.3.2 Do uproszczonej oceny bezpieczeństwa ruchu poszczególnych typów przekroju drogi można skorzystać z rozkładu gęstości ofiar śmiertelnych i ciężko rannych GZiCR oszacowanych dla poszczególnych typów przekrojów dróg przy natężeniu ruchu SDRR = 70 tys./ E/dobę, przedstawionych na rys. 5.3. Przedstawione wykresy wskazują, że im wyższa klasa drogi i im większa liczba pasów ruchu na jezdni, tym mniejszy jest poziom zagrożenia poważnymi wypadkami drogowymi. Do dalszych analiz zaleca się wybierać wariant przekroju drogi o niższym poziomie zagrożenia poważnymi wypadkami drogowymi.

5.5.3.3 Do uproszczonej oceny stanu zatłoczenia i wynikających z tego strat na wzorcowych odcinkach autostrad (A) i dróg ekspresowych (S) oraz dróg głównych (GP i G) z poszczególnymi wariantami typu przekroju poprzecznego, można skorzystać z wykresu zależności wskaźnika wzrostu czasu podróży WTP od średniorocznego, dobowego natężenia ruchu SDRR przedstawionego na rys. 5.4.

Przedstawione wykresy wskazują, że po przekroczeniu pewnej granicy natężenia ruchu SDRR wskaźnik wzrostu czasu podróży WTP zaczyna gwałtownie przyrastać. Wyróżniono cztery klasy zatłoczenia:

- klasa T_1 – małe zatłoczenie – wydłużenie czasu podróży do 10 % ($WTP \leq 1,1$),
- klasa T_2 – średnie zatłoczenie – wydłużenie czasu podróży do 25 % ($1,1 < WTP \leq 1,25$),
- 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 % ($WTP > 1,5$).



Rys. 5.3 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.

Ze zbioru wariantów typu przekroju drogi TPD wybiera się przekrój o najmniejszej wartości współczynnika WTP. Zaleca się, aby liczbę pasów ruchu na jezdni w jednym kierunku tak dobierać, aby wydłużenie czasu podróży w stosunku do jazdy w ruchu swobodnym nie było większe niż 25% (stopień zatłoczenia w klasie T₂).

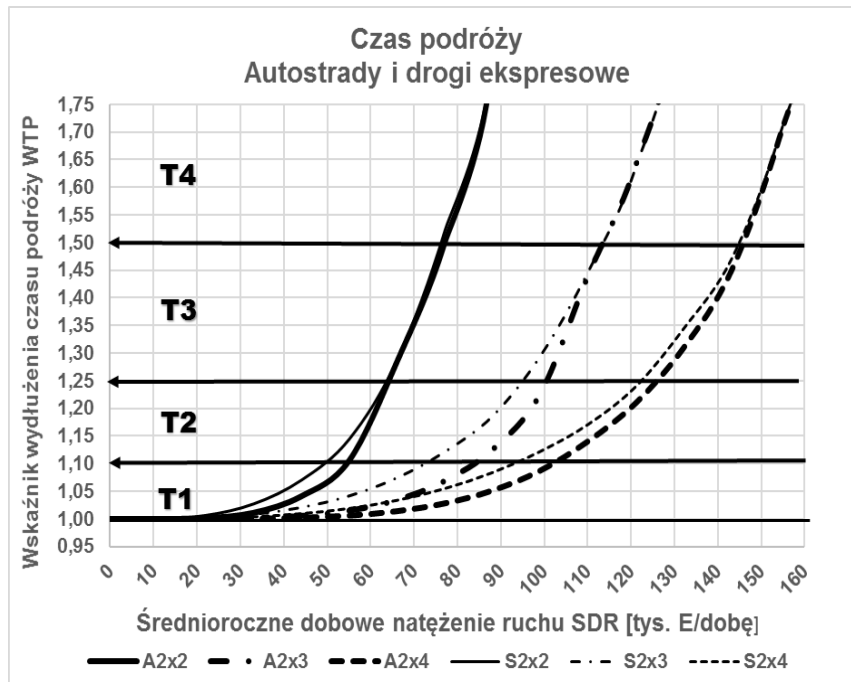
5.5.3.4 W celu przeprowadzenia uproszczonej oceny ekonomicznej wybranego zbioru typów przekroju poprzecznego drogi można skorzystać z wykresów zależności wskaźnika zmian kosztów ruchu WKR od średniego dobowego ruchu rocznego SDRR, przedstawionego na rys. 5.5. Wskaźnik WKR opracowano dla wzorcowych odcinków autostrad (A), dróg ekspresowych (S) i dróg głównych (GP i G). Przedstawione na wykresie zależności wskazują, że wraz ze wzrostem natężenia ruchu na drodze rosną także koszty ruchu, które po przekroczeniu pewnej granicy natężenia przyrastają w sposób gwałtowny.

Przyjęto czterostopniową klasyfikację poziomu zmian kosztów ruchu:

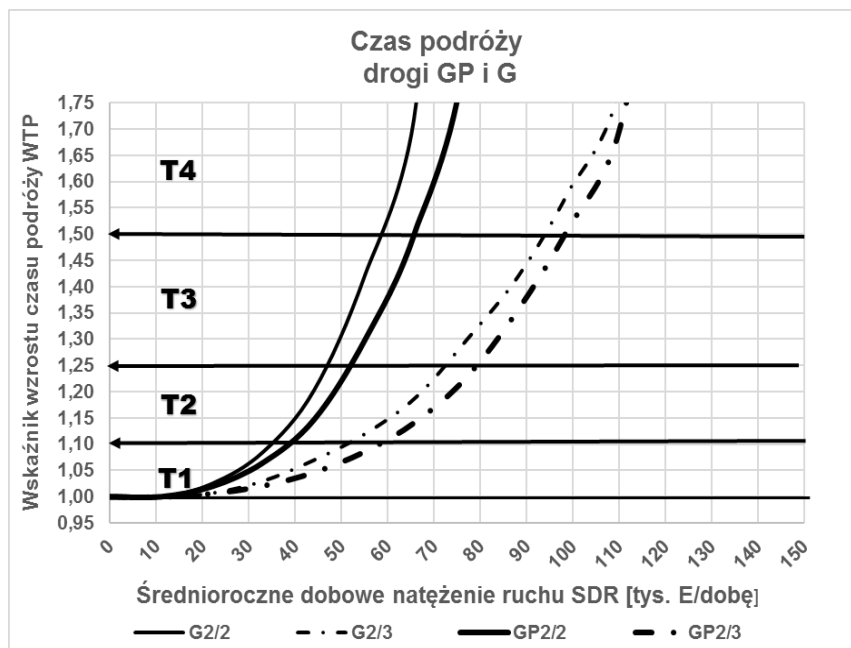
- klasa K₁ – optymalne koszty ruchu – zwiększenie kosztów w stosunku do warunków optymalnych do 5 % ($WKR \leq 1,10$),
- klasa K₂ – znaczne koszty ruchu – zwiększenie kosztów w stosunku do warunków optymalnych do 15 % ($1,10 < WKR \leq 1,25$),
- klasa K₃ – duże koszty ruchu – zwiększenie kosztów w stosunku do warunków optymalnych o 5% ($1,25 < WKR \leq 1,50$),
- klasa K₄ – bardzo duże koszty ruchu – zwiększenie kosztów w stosunku do warunków optymalnych o ponad 50% ($WKR > 1,50$).

Ze zbioru wariantów typu przekrojów TPD dla danej klasy drogi, wybiera się przekrój o najmniejszej wartości współczynnika WKR. Zaleca się, aby liczbę pasów ruchu na jezdni w jednym kierunku L_{pr} tak dobierać, aby koszty ruchu nie były większe od optymalnych o 25 % (poziom K₁ lub K₂).

a)



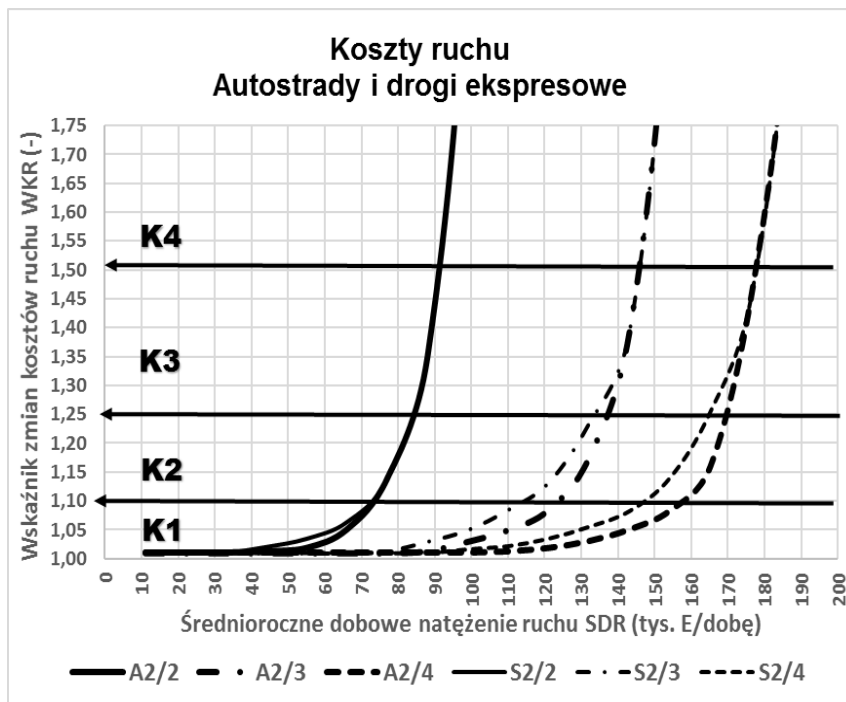
b)



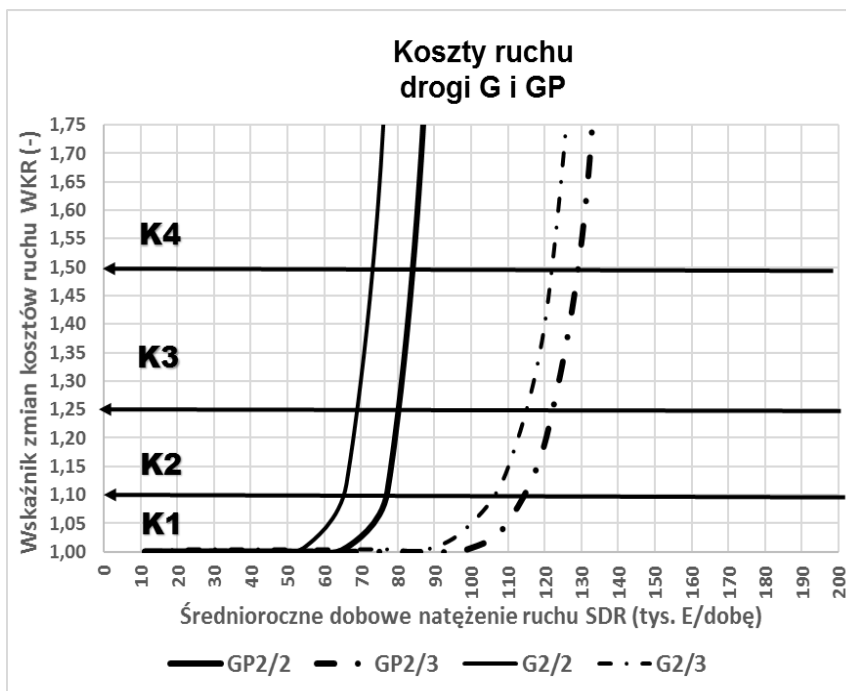
Rys. 5.4 Wykres zmienności wskaźnika wydłużenia czasu podróży WTP na wzorcowym odcinku autostrady lub drogi ekspresowej w zależności od zastosowanego typu przekroju poprzecznego drogi: a) autostrady i drogi ekspresowe, b) drogi główne o ruchu przyspieszonym i główne.

Źródło: Opracowanie własne.

a)



b)



Rys. 5.5 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.

5.5.4 Początkowy przekrój poprzeczny dobiera się na podstawie prognozowanego dobowego natężenia ruchu SDRR ustalonego dla pierwszego (R_1) i dziesiątego (R_{10}) roku od oddania drogi do ruchu. W przypadku, gdy typ przekroju dla obu okresów miarodajnych (R_1 i R_{10}):

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

5.5.5 Gdy typ przekroju poprzecznego (głównie liczba pasów ruchu) docelowego różni się od typu przekroju początkowego występuje konieczność przeprowadzenia analizy celowości i sposobu etapowania dochodzenia do przekroju docelowego, którą zaleca się przeprowadzić wstępnie według zaleceń przedstawionych w rozdz. 6.

5.6 Faza przygotowywania dokumentacji do decyzji administracyjnych. W tej fazie cyklu życia drogi (np. w trakcie opracowywania Studium Korytarzowego, Studium Techniczno-Ekologiczno-Środowiskowego itp.), do doboru przekroju poprzecznego drogi stosuje się metodę szczegółową.

5.6.1 Metodę szczegółową stosuje się do analiz prowadzonych na sieciowych odcinkach dróg lub na odcinkach dróg objętych projektem. Zawiera ona:

- a) ustalenie miarodajnych parametrów ruchu,
- b) dobór docelowego przekroju poprzecznego drogi,
- c) dobór początkowego przekroju poprzecznego drogi,
- d) określenie możliwości etapowania rozbudowy przekroju.

5.6.2 Miarodajne parametry ruchu w tej fazie cyklu życia drogi (prace projektowe), przyjmuje się na podstawie prognoz ruchu. Zgodnie z zapisami przedstawionymi w tablicy 5.1 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.

5.6.2.1 Dla potrzeb oceny warunków ruchu, należy ustalić parametry 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.

5.6.2.2 Zasady szacowania parametrów ruchu dla godziny miarodajnej (godzina 50-ta) na podstawie wielkości średniorocznego, dobowego natężania ruchu SDRR dla roku miarodajnego przedstawiono w pkt. 5.3.1.

5.6.2.3 Do analiz dotyczących oceny wpływu typu przekroju poprzecznego drogi TPD na bezpieczeństwo ruchu, koszty ruchu i środowisko naturalne oraz do analiz ekonomicznych niezbędna jest znajomość miar oceny efektywności MOE ustalonych dla doby. Dlatego, zgodnie z zasadami prowadzenia analiz technicznych, ekonomicznych i środowiskowych, niezbędne jest określenie średniego dobowego ruchu rocznego SDRR_n dla każdego roku prognozy w okresie od pierwszego do 30 -tego roku od oddania drogi do ruchu [3].

5.6.2.4 Do analiz dotyczących oceny wpływu typu przekroju poprzecznego drogi proponuje się następujące miary oceny efektywności MOE:

- 1) bezpieczeństwo ruchu: liczba wypadków LW, liczba ofiar rannych LR, liczba ofiar śmiertelnych LZ, koszty wypadków KWD,
- 2) środowisko naturalne: objętość emitowanych spalin SP,
- 3) ekonomiczne: koszty ruchu KR (zawierające koszty czasu podróży, koszty eksploatacji pojazdów, koszty wypadków drogowych, koszty środowiska), koszty drogowe KD (koszty

budowy drogi, koszty utrzymania drogi), wskaźniki efektywności ekonomicznej inwestycji B/C, IRR.

Zasady szacowania poszczególnych MOE przedstawione są w ogólnodostępnych wytycznych i instrukcjach wykonywania analiz i oceny efektywności inwestycji drogowych [1–3].

5.6.3 Dobór typu przekroju poprzecznego drogi TPD różniących się liczbą jezdni i liczbą pasów ruchu) prowadzi się na podstawie szczegółowych analiz, dla zbioru wybranych typów przekroju poprzecznego drogi, dotyczących:

- warunków ruchu (określenie poziomu swobody ruchu) dla każdego wariantu przekroju poprzecznego na analizowanym odcinku drogi dla roku miarodajnego,
- wpływu planowanej lub modernizowanej drogi na bezpieczeństwo ruchu, środowisko naturalne, koszty ruchu w okresie miarodajnym (od pierwszego roku oddania drogi do użytku do roku miarodajnego).

5.6.3.1 Określenie poziomu swobody ruchu na analizowanym odcinku drogi o wybranym typie przekroju poprzecznego polega na porównaniu parametrów ruchu określonych (oszacowanych) dla 50 - tej godziny w roku miarodajnym z parametrami granicznymi dla poszczególnych poziomów swobody ruchu PSR (od A do F) zamieszczonymi: w tabelicy 5.4 – dla autostrad, w tabelicy 5.5 – dla dróg ekspresowych, a w tabelicy 5.6 – dla dróg głównych o ruchu pospiesznym GP (z węzłami).

Tablica 5.4

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	Gęstość potoku pojazdów K [E/km/pas]	Prędkość potoku pojazdów VP [km/h]	Natężenie krytyczne N _{kr} [E/h/pas]	Stopień wykorzystania przepustowości X [-]
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 [6]

Tablica 5.5

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 PSR	Gęstość potoku pojazdów K	Prędkość potoku pojazdów VP	Natężenie krytyczne N _{kr}	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 5.6

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 PSR	Gęstość potoku pojazdów K	Prędkość potoku pojazdów VP	Natężenie krytyczne N _{kr}	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,  - dopuszczalny, czasowo poziom swobody ruchu,

Źródło: opracowanie. własne na podstawie [6]

5.6.3.2 Na odcinkach dróg bez węzłów, krytycznymi elementami odcinków dróg mogą być: skrzyżowania z sygnalizacją, ronda, zwężenia przekroju, długie wzniesienia. Określenie warunków ruchu (poziomu swobody ruchu) na zidentyfikowanych elementach krytycznych analizowanego odcinka drogi GP lub G bez węzłów, należy wykonać za pomocą stosowanych w Polsce metod obliczania przepustowości i oceny warunków ruchu [7, 8, 9]. W tym przypadku zalecanym poziomem swobody ruchu jest PSR II, a dopuszczalnym poziomem swobody ruchu jest PSR III.

5.6.3.3 Ocenę wpływu planowanej drogi na bezpieczeństwo ruchu drogowego, ocenę wpływu na środowisko, analizy ekonomiczne wykonuje się zgodnie z ogólnie stosowanymi zasadami wykonywania analiz technicznych, ekonomicznych i środowiskowych [1–3]. Analizy te standardowo wykonywane są w ramach Studium Korytarzowego lub Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego.

5.6.4 Dobór docelowego przekroju poprzecznego drogi.

5.6.4.1 Docelową liczbę jezdni i pasów ruchu określa się (lub weryfikuje, jeżeli były prowadzone wcześniejsze analizy) na podstawie oceny warunków ruchu ustalonych dla 30 roku (R_{30}) od oddania drogi do użytkowania.

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

- 1) odrzuca się te typy przekroju poprzecznego, dla których na analizowanym odcinku drogi w roku miarodajnym warunki ruchu są gorsze niż zalecane (tj. poziom swobody ruchu PSR jest gorszy niż zalecany w tabl. 5.2),
- 2) przyjmuje się do dalszej analizy te typy przekroju poprzecznego, które spełniają zalecane warunki ruchu (tj. poziom swobody ruchu PSR jest taki sam lub lepszy niż zalecany w tabl. 5.2).

5.6.4.3 W przypadku, gdy tylko jeden typ przekroju drogi spełnia zalecane warunki ruchu, to ustaloną dla tego typu przekroju liczbę jezdni i pasów ruchu każdej z jezdni należy przyjąć do dalszych analiz jako docelowy typ przekroju poprzecznego.

5.6.4.4 W przypadku, gdy dwa lub więcej typów przekroju poprzecznego drogi spełnia zalecane warunki ruchu, to wyboru typu przekroju należy dokonać na podstawie szczegółowej analizy techniczno – ekonomiczno – środowiskowej. Zalecanym typem przekroju poprzecznego jest przekrój, dla którego przyjęte do analizy miary oceny efektywności MOE są najkorzystniejsze.

5.6.5 Dobór początkowego przekroju poprzecznego drogi.

5.6.5.1 Początkową liczbę jezdni i pasów ruchu każdej z jezdni określa się (lub weryfikuje, jeżeli były prowadzone wcześniejsze analizy) na podstawie oceny warunków ruchu ustalonych dla pierwszego (R_1) i dziesiątego roku (R_{10}) od oddania drogi do użytkowania.

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

- 1) odrzuca się te typy przekroju poprzecznego, dla których na analizowanym odcinku drogi w roku miarodajnym warunki ruchu są gorsze niż zalecane (tj. poziom swobody ruchu PSR jest gorszy niż zalecany w tabl. 5.2),
- 2) przyjmuje się do dalszej analizy te typy przekroju poprzecznego, które spełniają zalecane warunki ruchu (tj. poziom swobody ruchu PSR jest taki sam lub lepszy niż zalecany w tabl. 5.2).

5.6.6 Określenie możliwości etapowania.

5.6.6.1 W przypadku, gdy liczba pasów ruchu w przekroju docelowym (R_{30}) i w przekroju początkowym (R_{10}) jest taka sama, należy przyjąć do projektowania tak ustalony przekrój drogi i zakończyć dalsze analizy.

5.6.6.2 W przypadku, gdy liczba pasów ruchu w przekroju docelowym (R_{30}) będzie większa niż w przekroju początkowym (R_{10}), występuje konieczność opracowania sposobu etapowania dochodzenia do przekroju docelowego, w tym określenie potencjalnego roku, w którym należy dokonać poszerzenia przekroju analizowanej drogi o dodatkowe pasy ruchu.

5.6.6.3 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.

5.6.6.4 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).

5.6.6.5 Ostatecznie docelowy typ przekroju poprzecznego drogi i sposób etapowania dochodzenia do przekroju docelowego ustala się na podstawie bezpośredniego porównania wartości szacowanych miar oceny (liczba wypadków i ofiar wypadków, koszty ruchu, koszty budowy i eksploatacji drogi) lub z zastosowaniem analizy wielokryterialnej dla analizowanych wariantów i scenariuszy.

5.6.6.6 Przy małych natężeniach ruchu w początkowym okresie można zastosować przekrój drogi z jedną jezdnią. Jednakże należy ze szczególną ostrożnością stosować jednojezdniowe, dwukierunkowe drogi ekspresowe (1x2 pasy ruchu), gdyż są to przekroje dróg o największym ryzyku bycia ofiarą śmiertelną lub ciężko ranną w wypadkach drogowych. W tym przypadku drogi te do czasu ich rozbudowy do przekroju dwujezdniowego nie powinny być oznakowane jako droga ekspresowa, ponadto należy w tym przypadku sprawdzić zapewnienie odległości dobrej widoczności na wyprzedzanie.

5.7 Faza utrzymania drogi. W tej fazie cyklu życia 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 tym przypadku analizę należy przeprowadzić dla odcinków międzywęzłowych ocenianych dróg dwu- i wlojezdniowych.

5.7.1 W ramach tej oceny należy przeprowadzić analizę konieczności poszerzenia przekroju drogi o dodatkowe pasy ruchu. Do analizy stosuje się metodę szczegółową (opisaną w pkt. 5.6), która w tym przypadku sprowadza się do:

- ustalenia miarodajnych parametrów ruchu,
- weryfikacji typu istniejącego przekroju drogi,
- określenia możliwości etapowania.

5.7.2 Miarodajne parametry ruchu

5.7.2.1 Miarodajne parametry ruchu przyjmuje się w tym przypadku na podstawie pomiarów ruchu (np. pomiar GPR) i krótkoterminowych prognoz ruchu. Zgodnie z zapisami przedstawionymi w tabelicy 5.1 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.

5.7.2.2 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.

5.7.3 Weryfikacji typu istniejącego przekroju drogi.

5.7.3.1 Sprawdzenie potrzebnej liczby pasów ruchu w przekroju poprzecznym polega w tym przypadku na określeniu poziomu warunków ruchu odpowiadających natężeniu ruchu ustalonemu dla pięćdziesiątej godziny w roku miarodajnym. Uzyskane parametry warunków ruchu należy porównać z parametrami granicznymi dla poszczególnych poziomów warunków ruchu zamieszczonych w tablicach 5.5 - 5.6 i określić klasę warunków ruchu.

5.7.3.2 Na podstawie przeprowadzonej oceny warunków ruchu dla stanu obecnego (a) i stanu prognozowanego (a+5) na istniejącej drodze określa się (weryfikuje) typ przekroju poprzecznego na podstawie wymagań określonych w tablicy 5.2.

5.7.3.3 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. 5.2),
- 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) osiągany jest dopuszczalny czasowo poziomu swobody ruchu PSR (D lub E w zależności od klasy drogi i obszaru, przez który przebiega – tabl. 5.2),
- 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. 5.2).

5.7.6 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.

6. USTALENIE SPOSOBU ETAPOWANIA ROZBUDOWY DROGI DO PRZEKROJU DOCELOWEGO

6.1 Przedmiot analiz. W przypadku stwierdzenia na podstawie analiz przeprowadzonych wcześniej, że w przyjętym okresie analizy warunki ruchu drogowego uzasadniają poszerzenie przekroju o dodatkowe pasy ruchu, należy przeprowadzić analizę zasadności i sposobu etapowania przekroju drogowego. Celem analizy jest wskazanie optymalnego sposobu etapowania rozbudowy przekroju do rozwiązania docelowego, biorąc pod uwagę różne aspekty i uwarunkowania.

6.2 Procedura prowadzenia analiz. Analiza dotycząca ustalenia sposobu etapowania dochodzenia do przekroju docelowego drogi może być wykonywana w trzech fazach cyklu życia drogi, tj. w fazach:

- a) projektowania wstępnego,
- b) uzyskania decyzji administracyjnych,
- c) utrzymania drogi.

6.2.1 W ramach procedury ustalania sposobu etapowania należy ustalić:

- 1) konieczność przebudowy przekroju (dobudowy dodatkowych jezdni lub pasów ruchu),
- 2) konieczność pozostawienia rezerw pod dodatkowe jezdnie lub pasy ruchu,
- 3) optymalny sposób etapowania.

6.2.2 Zakres analiz może się różnić w poszczególnych fazach cyklu życia drogi.

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

6.3.1 Jeżeli takie analizy zostały wykonane, należy przyjąć na ich podstawie: przekrój docelowy, przekrój początkowy oraz potencjalny rok wykonania poszerzenia.

6.3.2 Jeżeli takie analizy nie zostały wcześniej wykonane, należy je przeprowadzić zgodnie z procedurą przedstawioną w rozdz. 5.

6.4 Ustalenie sposobu etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego. Ustalenie konieczności pozostawienia rezerw terenu prowadzone może być na etapie projektowania wstępnego lub etapie uzyskania decyzji administracyjnych.

6.4.1 W fazie projektowania wstępnego ustala się sposób etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego tj. rozbudowę przekroju o dodatkowe pasy ruchu (trzeci lub czwarty) w stosunku do jezdni dwupasowej.

6.4.1.1 Ustalenie to polega na porównaniu oszacowanych wielkości średniego dobowego ruchu rocznego $SDRR_{30}$ w 30 - tym roku od oddania drogi do użytku z natężeniami granicznymi N_{gr}^1 zestawionymi w tablicy 6.1.

6.4.1.2 Ustala się następujące zasady stosowania scenariuszy rozbudowy przekroju poprzecznego:

- 1) scenariusz SE_0 (tj. brak konieczności pozostawienia rezerw terenu), gdy miarodajne natężenie ruchu $SDRR_{30}$ jest mniejsze od natężenia granicznego N_{gr}^1 , tj. gdy zachodzi zależność (6.1):

$$SDRR_{30} < N_{gr}^4 \quad (6.1)$$

Tablica 6.1

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 ₁	SE ₂ , SE ₃	SE ₄	SE ₁	SE ₂ , SE ₃	SE ₄
			Graniczne natężenia ruchu (tys. E/dobę)					
N ¹ _{gr}			N ^{2,3} _{gr}	N ⁴ _{gr}	N ¹ _{gr}	N ^{2,3} _{gr}	N ⁴ _{gr}	
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 pośpiesznego GP (z węzłami)	GP2/2	GP2/3	60	40	25	65	50	30
	GP2/3	GP2/4		-	-	100	75	45
Droga główna ruchu pośpiesznego 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.

- 2) scenariusz SE₁ – budowa przekroju docelowego, nie istnieje konieczność pozostawienia rezerw terenu, gdy miarodajne natężenie ruchu SDRR₃₀ jest większe od natężenia granicznego N¹_{gr}, tj. gdy zachodzi zależność (6.2):

$$SDRR_{30} \geq N_{gr}^1 \quad (6.2)$$

- 3) scenariusz SE₂, SE₃ – budowa przekroju początkowego z pozostawieniem rezerwy terenu i dostosowaniem obiektów inżynierskich do przewidywanego przekroju docelowego, gdy miarodajne natężenie ruchu SDRR₃₀ jest większe od natężenia granicznego N^{2,3}_{gr}, tj. gdy zachodzi zależność (6.3):

$$SDRR_{30} \geq N_{gr}^{2,3} \quad (6.3)$$

- 4) scenariusz SE₄ – budowa przekroju początkowego z pozostawieniem rezerwy terenu pod dodatkowe pasy ruchu, przy założeniu budowy obiektów inżynierskich dostosowanych do

przewidywanego przekroju docelowego, gdy miarodajne natężenie ruchu $SDRR_{30}$ jest większe od natężenia granicznego N_{gr}^4 , tj. gdy zachodzi zależność (6.4):

$$SDRR_{30} \geq N_{gr}^4 \quad (6.4)$$

gdzie:

- $SDRR_{30}$ – średni dobowy ruch roczny w 30 roku od oddania drogi do ruchu R_{30} (E/dobę), ustalone na podstawie prognoz ruchu,
- N_{gr}^1 – natężenie graniczne wyznaczające zakres stosowania scenariusza SE_1 , (E/dobę) z tablicy 6.1,
- $N_{gr}^{2,3}$ – natężenie graniczne wyznaczające zakres stosowania scenariusza SE_2 , SE_3 , (E/dobę) z tablicy 6.1,
- N_{gr}^4 – natężenie graniczne wyznaczające zakres stosowania scenariusza SE_4 i SE_0 , (E/dobę) z tablicy 6.1.

6.4.2 W fazie przygotowania dokumentacji do decyzji administracyjnych korzysta się z:

- 1) metody uproszczonej, przedstawionej w pkt. 6.4.1, w celu wstępnego ustalenia możliwych scenariuszy rozbudowy odcinka drogi do przekroju docelowego,
- 2) metody szczegółowej (przedstawionej w pkt.6.5) w celu ostatecznego ustalenia zakresu sposobu etapowania rozbudowy odcinka drogi do przekroju docelowego.

6.5 Ustalenie optymalnego sposobu etapowania. W celu ustalenia optymalnego sposobu etapowania należy przeprowadzić szczegółową analizę scenariuszy dochodzenia od przekroju początkowego do przekroju docelowego.

6.5.1 Analizę należy przeprowadzić dla wybranych wariantów przekroju poprzecznego oraz przyjętych scenariuszy etapowania rozbudowy przekroju poprzecznego uwzględniając co najmniej cztery typowe scenariusze (zgodnie z pkt. 4.8 i 6.4).

6.5.2 W ramach tych analiz należy określić wpływ poszczególnych scenariuszy i wariantów etapowania przekroju poprzecznego drogi na bezpieczeństwo ruchu, środowisko naturalne, koszty ruchu, dodatkowe koszty ruchu w czasie prowadzenia przebudowy drogi (w trakcie poszerzania przekroju poprzecznego), kosztów budowy drogi, kosztów utrzymania drogi (ustalone zgodnie z pkt. 5.6.2.4). Zasady szacowania poszczególnych MOE przedstawione są w ogólnodostępnych wytycznych i instrukcjach wykonywania analiz i oceny efektywności inwestycji drogowych [1–3].

6.5.3 Podstawowym kryterium wyboru scenariusza etapowania dochodzenia do przekroju docelowego są sumaryczne koszty funkcjonowania drogi KFD, pozostałe kryteria są kryteriami pomocniczymi.

6.5.4 Sumaryczne koszty funkcjonowania drogi w cyklu jej życia KFD_{cz} liczone według wzoru (6.5):

$$KFD_{cz,j} = \sum_{i=1}^{30} (KD_{i,j} + KR_{i,j}) \quad (6.5)$$

gdzie:

- $KFD_{cz,j}$ – sumaryczne koszty funkcjonowania analizowanego odcinka drogi, w przypadku realizacji scenariusza j dochodzenia do przekroju docelowego, (mln zł/km),

$KD_{i,j}$ – suma kosztów budowy drogi według scenariusza j dochodzenia do przekroju docelowego oraz kosztów utrzymania drogi w roku i według tego scenariusza dla analizowanego odcinka drogi, (mln zł/km),

$KR_{i,j}$ – suma kosztów ruchu (koszty czasu podróży, koszty eksploatacji pojazdów, koszty wypadków, koszty środowiska) w czasie przebudowy drogi według scenariusza j dochodzenia do przekroju docelowego oraz kosztów eksploatacji pojazdów i funkcjonowania analizowanego odcinka drogi w roku, (mln zł/km),

6.5.4 Do realizacji wybiera się optymalny scenariusz SE_{opt} etapowania rozbudowy przekroju drogi, dla którego uzyskano najmniejsze sumaryczne koszty funkcjonowania drogi w cyklu życia (30 lat) analizowanego odcinka drogi $KFD_{cz,j}$ (wzór 6.6):

$$SE_{opt} = SE_j \text{ dla którego } j = \min\{KFD_{cz,j}\} \quad (6.6)$$

gdzie:

SE_j – j - ty scenariusz etapowania rozbudowy drogi,

SE_{opt} – optymalny scenariusz etapowania rozbudowy drogi,

j – numer scenariusza

$KFD_{cz,j}$ – sumaryczne koszty funkcjonowania analizowanego odcinka drogi, w przypadku realizacji scenariusza j dochodzenia do przekroju docelowego, (mln zł/km).

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:
- charakterystykę analizowanego odcinka drogi,
 - wyniki prac przygotowawczych (m.in.: obszar wpływu, dane wyjściowe, prognozy),
 - charakterystykę proponowanego przekroju początkowego analizowanego odcinka drogi,
 - charakterystyka proponowanego przekroju docelowego analizowanego odcinka drogi,
 - zasady etapowania, tj. sposób dochodzenia od przekroju początkowego do przekroju docelowego,
 - wymagania i rekomendacje odnośnie dalszych prac planistycznych i projektowych.
- 7.3 Rekomendacje dla poszczególnych odcinków analizowanej inwestycji powinny zawierać:
- typ zalecanego przekroju początkowego i docelowego drogi wraz z uzasadnieniem,
 - proponowany scenariusz etapowania rozbudowy przekroju poprzecznego do przekroju docelowego,
 - 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. 5 „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.

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. 7.1).

Tablica 7.1

Zestawienie prognozowanych natężeń ruchu na analizowanych odcinkach drogi ekspresowej

Odcinek drogi	Długość L (km)	Obszar	Prognozowane średnioroczne dobowe natężenie ruchu		
			SDRR ₁	SDRR ₁₀	SDRR ₃₀
			tys. E/24h	tys. E/24h	tys. E/24h
Nr 1	50	Zamiejski	16,5	20,5	28,9
Nr 2	50	Aglomeracja 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 tablicy 5.3, określono zalecane typy przekroju poprzecznego dla poszczególnych analizowanych odcinków dróg.

Tablica 7.2

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

Odcinek drogi	Długość L (km)	Obszar	Proponowany typ przekroju poprzecznego			
			Wariant	Początkowy (R ₁)	Początkowy (R ₁₀)	Docelowy (R ₃₀)
Nr 1	50	Zamiejski	1	GP1/2	S2/2	S2/2
Nr 2	50	Aglomeracja miejska	1	S2/2	S2/2	S2/3
			2	S2/2	S2/3	S2/4
Nr 3	50	Zamiejski	1	S2/2	S2/2	S2/3
			2	S2/2	S2/3	S2/3

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 KRD (rys. 5.3 – 5.5) 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. 5.3 – 5.5) 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 tablicy

6.1 zaproponowano scenariusze etapowania rozbudowy drogi do przekroju poprzecznego. Wyniki analiz zestawiono w tablicy 7.3

Tablica 7.3

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	SE₀
Nr 2	50	Aglomeracja miejska	S2/3	S2/4	SE₂ lub SE₃
Nr 3	50	Zamiejski	S2/3	S2/3	SE₁

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 SE₀).
- 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 SE₂ lub SE₃) 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.

8.2 Przykład 2. Faza przygotowania dokumentów do 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. 7.4 i 7.5.

Tablica 7.4

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 R _n	Przepustowość drogi	Parametr					
			C	SDRR _{50,Rn}	N _{50,Rn}	K _{50,Rn}	VP _{50,Rn}	X
			E/h	tys. E/24 h	E/24h	E/km	km/h	-
Nr 1	1	2200	11,6	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.

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.

Tablica 7.5

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 R_n	Przepustowość drogi	Parametr				
		C	SDRR _{50,n}	N _{50,Rn}	K _{50,Rn}	VP _{50,Rn}	X
		E/h	tys. E/24 h	E/24h	E/km	km/h	-
Nr 1	1	2200	11,7	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.

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 5.5, 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 7.6.

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, dlatego ten typ przekroju zaproponowano jako docelowy przekrój do dalszych prac projektowych. 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 7.6

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 proponowanych typów przekroju TPD		
		Zalecane	Wariant przekroju					
			S2/2	S2/3	S2/4	1	2	3
Nr 1 Zamiejski	1	C	A	A		GP1/2		
	10		A	A		GP1/2		
	15		A	A		S2/2		
	20		A	A		S2/2		
	25		A	A		S2/2		
	30		A	A		S2/2		
Nr 2 Aglomeracja miejska	1	D	B	A		S2/2	S2/2	
	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		S2/3	S2/3	
Nr 3 Zamiejski	1	C	A	A		S2/2		
	10		B	A		S2/2		
	15		B	A		S2/2		
	20		C	B		S2/2		
	25		C	B		S2/2		
	30		C	B		S2/2		

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.

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. 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.

Wstępne scenariusze etapowania rozbudowy drogi do przekroju docelowego (zestawione w tabl. 7.7) 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 6.1. 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 zalecana jest realizacja budowy drogi według scenariusza SE_1 , biorąc jednak pod uwagę możliwość znacznego przyrostu ruchu (na co wskazują wyniki wstępnej analizy) i konieczność budowy 3 pasa ruchu pod koniec okresu miarodajnego można przyjąć pozostawienie rezerwy pod trzeci pas ruchu i realizację inwestycji według scenariusza SE_4 .

Tablica 7.7

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	SE_2
Nr 2	10	Aglomeracja miejska	S2/2	S2/3	(SE_2 lub SE_3)
Nr 3	20	Zamiejski	S2/2	S2/2	SE_1

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 7.8 zestawiono oszacowane, sumaryczne, zdyskontowane koszty funkcjonowania drogi w cyklu jej życia KFD_{cz} .

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	Scenariusz rozbudowy drogi do przekroju docelowego	Sumaryczne, zdyskontowane koszty			Scenariusz rekomendowany
			drogowe	ruchu	funkcjonowania drogi	
			KD	KR	KFD _{CZ}	
			mld zł	mld zł	mld zł	
Nr 1	S2/2 (GP1/2)	SE ₁	0,63	4,59	5,22	SE _{2,3}
		SE _{2,3}	0,35	4,57	4,92	
		SE ₄	0,47	4,77	5,24	
Nr 2	S2/3 (S2/2)	SE ₁	0,82	8,99	9,81	SE ₁
		SE ₂	0,61	9,71	10,32	
		SE ₃	0,62	9,94	10,55	
		SE ₄	0,67	11,14	11,81	

Źródło: Opracowanie własne.

Rekomendacje:

- 1) na odcinku nr 1 zalecana jest realizacja budowy drogi według scenariusza SE₂ (SE₃) 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 oznakowany jako droga GP tj. przekrój docelowy od pierwszego roku,
- 2) na odcinku nr 2 zalecana jest realizacja budowy drogi według scenariusza SE₁ 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 terenu na zewnątrz jezdni bez dostosowania obiektów do poszerzonego w przyszłości przekroju.

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 zamiejskim, 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. 4 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. 5 „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 7.9.

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 5.5 dokonano oceny warunków ruchu dla stanu istniejącego $R_{(a)}$ i stanu planowanego za 5 lat $R_{(a+5)}$. Wyniki analiz zestawiono w tabelicy 7.10. Porównując otrzymane poziomy swobody ruchu PSR z zalecanymi i dopuszczalnymi poziomami ruchu zaproponowano typy przekroju poprzecznego dla poszczególnych odcinków analizowanej drogi ekspresowej.

Tablica 7.9

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 C	Parametr ruchu				
			$SDRR_{50,R_n}$	N_{50,R_n}	K_{50,R_n}	VP_{50,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 7.10

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	S2/2
Nr 2 Aglomeracja miejska	D (E)	D	E	S2/2	S2/2	S2/3
Nr 3 Aglomeracja miejska	D (E)	E	F	S2/3	S2/4	S2/4

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] 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.
- [3] Jaspers, *Niebieska księga - infrastruktura Drogowa*, 2015.
- [4] 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*, Dz. U. 2016 poz. 124, Polska, 2016.
- [5] Rada Ministrów, *Program budowy dróg krajowych na lata 2014-2023 (z perspektywą do 2025 r.)*, Polska, 2015.
- [6] Transportation Research Board, *HCM2010 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.