
WZORCE I STANDARDY

WRD-32-1

Wytyczne projektowania węzłów drogowych Wymagania podstawowe

Rekomendował:
Minister Infrastruktury
II 2020 r.

Przedmiotowe opracowanie nie stanowi przepisów techniczno-budowlanych w rozumieniu art. 7 ustawy – Prawo budowlane i, zgodnie z art. 17 ust. 4 ustawy o drogach publicznych, przeznaczone jest do dobrowolnego stosowania.

Spis opracowań z serii wzorce i standardy oraz informacje na temat ich nowelizacji znajdują się w dokumencie WRD/WRM-00.

Opracował Zespół w składzie:

Politechnika Gdańska, Politechnika Krakowska:

Marcin Budzyński
Stanisław Gaca
Kazimierz Jamroz
Joanna Bała - Żółtowska
Wojciech Kustra
Jacek Oskarbski
Marek Szewczuk
Joanna Wachnicka
Joanna Żukowska

Jednostka odpowiedzialna:

Ministerstwo Infrastruktury
Departament Dróg Publicznych
ul. Chałubińskiego 4/6
00-928 Warszawa

Opracowanie sfinansowano ze środków Funduszu Spójności w ramach działania 2.1 Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna 2014-2020.



Fundusze Europejskie
Pomoc Techniczna



**Rzeczpospolita
Polska**

Unia Europejska
Fundusz Spójności



Miejsce na odwzorowanie rekomendacji.

Pusta strona.

Spis treści

1. PRZEDMIOT I ZAKRES STOSOWANIA

2. WYKAZ OPRACOWAŃ POWOŁANYCH

2.1 Akty prawne

2.2 Normy

2.3 Pozostałe opracowania

3. DEFINICJE I OBJAŚNIENIA SKRÓTÓW

3.1 Definicje

3.2 Symbole

4. KLASYFIKACJA I ELEMENTY WĘZŁÓW DROGOWYCH

4.1 Zasady ogólne

4.2 Elementy węzła

4.3 Procedura projektowania węzłów

4.4 Klasyfikacja rodzajów węzłów

4.5 Typowe węzły i podstawowe zasady ich projektowania

4.5.1 Rodzaje i zasady projektowania węzłów typu WA

4.5.2 Rodzaje i zasady projektowania węzłów typu WB

4.5.3 Zasady projektowania węzłów typu WC

5. DANE DO PROJEKTOWANIA WĘZŁÓW

5.1 Zasady ogólne

5.2 Miarodajne natężenie ruchu

5.3 Prognozowanie ruchu

5.4 Pomiary natężenia ruchu

6. WYMAGANIA FUNKCJONALNO - TECHNICZNE DLA WĘZŁÓW

6.1 Zasady ogólne

6.2 Jednorodność i elastyczność rozwiązań

6.2.1 Jednorodność rozwiązań

6.2.2 Funkcjonalność i elastyczność

6.3 Przejezdność węzłów

6.4 Oświetlenie węzłów

6.5 Odwodnienie węzłów

6.6 Zarządzanie ruchem na węzłach

6.7 Zagospodarowanie otoczenia węzłów

6.8 Obsługa ruchu pieszego, rowerowego i transportu zbiorowego

7. SPECYFIKA PROJEKTOWANIA WĘZŁÓW W TRUDNYCH WARUNKACH

7.1 Zasady ogólne

7.2 Dostępność

7.3 Rozwiązania specjalne

8. ZASADY LOKALIZACJI I WYBORU TYPU I RODZAJU WĘZŁA

8.1 Wybór lokalizacji

8.2 Wybór typu węzła

8.3 Procedura wyboru typu węzła i jego parametrów

9. OCENA FUNKCJONOWANIA WĘZŁÓW

9.1 Ocena warunków ruchu

9.2 Inspekcja bezpieczeństwa ruchu drogowego

9.3 Audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego

9.4 Ocena oddziaływania na środowisko

1. Przedmiot i zakres stosowania

(1) Wytyczne projektowania węzłów drogowych WRD-32-1 Wymagania podstawowe zawierają warunki i zasady ich projektowania na drogach zamiejskich i ulicach. Celem wytycznych jest formalizacja projektowania węzłów wszystkich typów, a także planowania i wyboru typu oraz rodzaju węzła.

(2) Wytyczne obejmują: ustalenia ogólne i stosowane określenia, ogólną charakterystykę i wymagania w projektowaniu węzłów; uwarunkowania i kryteria stosowania poszczególnych typów węzłów. Wytyczne określają również dopuszczalne rozwiązania węzłów w trudnych warunkach zagospodarowania terenu, w tym przy przebudowie.

(3) Określenie przebudowa węzła w niniejszych wytycznych odnosi się do każdej zmiany charakterystycznych parametrów węzła, bez ograniczenia jej zakresu do granic pasa drogowego. Nie jest zatem przebudową istniejącego obiektu budowlanego w rozumieniu prawa budowlanego.

(4) Na podstawie zapisów w wytycznych, projektowane mogą być węzły zlokalizowane na terenie zabudowy lub poza nim;

Typu WA - bez skrzyżowań,

Typu WB - skrzyżowania na jednej z krzyżujących się dróg,

Typu WC - skrzyżowania na wszystkich krzyżujących się drogach.

(5) Wytyczne określają także:

1) Rozwiązania węzłów w obszarach aglomeracyjnych,

2) Dopuszczalne rozwiązania węzłów, które mogą wystąpić przy przebudowie i w trudnych warunkach zagospodarowania terenu.

(6) Szczegółowe zasady kształtowania i wyposażenia węzłów drogowych zawierają powiązane z WRD-32-1 wytyczne:

WRD-32-2 Elementy węzłów,

WRD-32-3 Wyposażenie techniczne.

2. Wykaz opracowań powołanych

2.1 Akty prawne

- [1] Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. O drogach publicznych, Dz.U.2018.0.2068
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Dz. U. poz. 2181, z późn. zm.)

2.2 Normy

- [3] PN-S-02204 Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg. Polski Komitet Normalizacyjny, 1997

2.3 Pozostałe opracowania

- [4] GDDKiA, Metody oceny warunków ruchu i obliczania przepustowości - TOM II Drogi dwujezdniowe: autostrady, drogi ekspresowe oraz drogi klasy GP i G, 2019.
- [5] GDDKiA, Metody oceny warunków ruchu i obliczania przepustowości - TOM III Wyznaczanie natężeń miarodajnych i ich charakterystyk, 2019.
- [6] GDDKiA, Metody szacowania Średniego Dobowego Ruchu Rocznego (SDRR) na podstawie pomiarów krótkotrwałych - 24 godzinnych, 2017.
- [7] Stadia i skład dokumentacji projektowej dla dróg i mostów w fazie przygotowania zadań. Zarządzenie Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad nr 17 z dnia 11 maja 2009 r
- [8] JASPERS, Niebieska księga. Infrastruktura drogowa, 2015
- [9] GDDKiA, Zasady prognozowania ruchu drogowego z uwzględnieniem innych środków transportu, 2019.
- [10] Wzorcowe komunikaty na znaki o zmiennej treści w ramach modułu 3.2.1.14.4: Przekazywanie informacji i instrukcji dla kierowców wraz z wymaganiami dla bramowych konstrukcji wsporczych. Warszawa, 27 marca 2017 r. wersja. 2. Krajowy System Zarządzania Ruchem, GDDKiA.
- [11] Instrukcja rozmieszczenia klas modułów wdrożeniowych w pasie drogowym. Warszawa, 8 stycznia 2019 r. Wersja 4.0. Krajowy System Zarządzania Ruchem, GDDKiA
- [12] S. Gaca, W. Suchorzewski, M. Tracz, Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2008.
- [13] R. Krystek, Z. Wrześniowski, L. Michalski, K. Jamroz, M. Budzyński, J. Oskarbski, J. Żukowska, Węzły drogowe i autostradowe, 2008.
- [14] Załącznik do zarządzenia Nr 22 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 13 lipca 2017 r. Instrukcja kontroli stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego, 2017.
- [15] Załącznik nr 1 do Zarządzenia nr 42 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 3/09/2009 r. Instrukcja dla audytorów bezpieczeństwa ruchu drogowego, 2009.
- [16] Guidelines for the Design of Motorways – RAA. Edition 2008, Translation 2011. Road and Transportation Research Association, Cologne/Germany, 2011.

3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1 Definicje

Gęstość ruchu - liczba rzeczywistych pojazdów znajdujących się na odcinku pasa ruchu o długości 1 km.

Gęstość ruchu obliczeniowa - średnia liczba pojazdów znajdujących się na odcinku pasa ruchu o długości 1 km, przeliczona na pojazdy umowne.

Infrastruktura towarzysząca na węźle – wyposażenie węzła w elementy niezbędne do jego funkcjonowania i zapewnienia bezpieczeństwa użytkownikom.

Jezdnia główna – odcinki jezdni krzyżujących się na różnych poziomach dróg dochodzących do węzła.

Jezdnia sąsiadująca – równoległy do jezdni głównej odcinek ulicy, który zapewnia połączenie sąsiadujących ulic z węzłem poprzez drogi zbierające – rozprowadzające.

Jezdnia zbierająco–rozprowadzająca (JZR) – jezdnie ograniczającą liczbę wjazdów i wyjazdów na jezdni głównej oraz eliminującą z niej manewry przeplatania.

Łącznica – element węzła będący jezdnią łączącą wyjazd z wjazdem, gdzie wyjazdem jest pas wyłączania lub wylot skrzyżowania, a wjazdem pas włączania lub wlot skrzyżowania; łącznica może być bezpośrednia, półbepośrednia i pośrednia.

Miarodajne godzinowe natężenie ruchu - pomierzone lub prognozowane, najmniejsze z największych 50 natężeń godzinowych w roku. Dla dróg dwujezdniowych natężenia podaje się osobno dla każdego kierunku.

„Nos” – element geometrii węzła, który występuje w miejscach rozdziału kierunków ruchu, na styku dwóch różnych jezdni (głównej, łącznicy, zbierająco – rozprowadzającej).

Obszar przeplatania - obszar obejmujący odcinek przeplatania, odcinek jezdni głównej lub drogi zbierająco – rozprowadzającej oraz łącznicy wjazdowej i wyjazdowej, odpowiednio poprzedzającej i występującej za tym odcinkiem przeplatania.

Odcinek przeplatania potoków ruchu – odcinek jezdni głównej, drogi zbierająco – rozprowadzającej lub łącznicy kształtowany przez dodanie pasa (pasów) w obrębie, którego przecinają się potoki pojazdów: wjeżdżających i wyjeżdżających- oraz poruszających się na wprost.

Obszar węzła –obszar obejmujący odcinki krzyżujących lub łączących się dróg wraz z łącznicami i jezdniami zbierająco-rozprowadzającymi ograniczone zmianami przekroju poprzecznego jezdni głównych spowodowanymi dodatkowymi pasami ruchu, w tym pasa wyłączania i włączania lub skrzyżowaniami stanowiącymi elementy tych węzłów; do obszaru węzła wlicza się obszary skrzyżowań stanowiących elementy tego węzła oraz odcinki między tymi skrzyżowaniami.

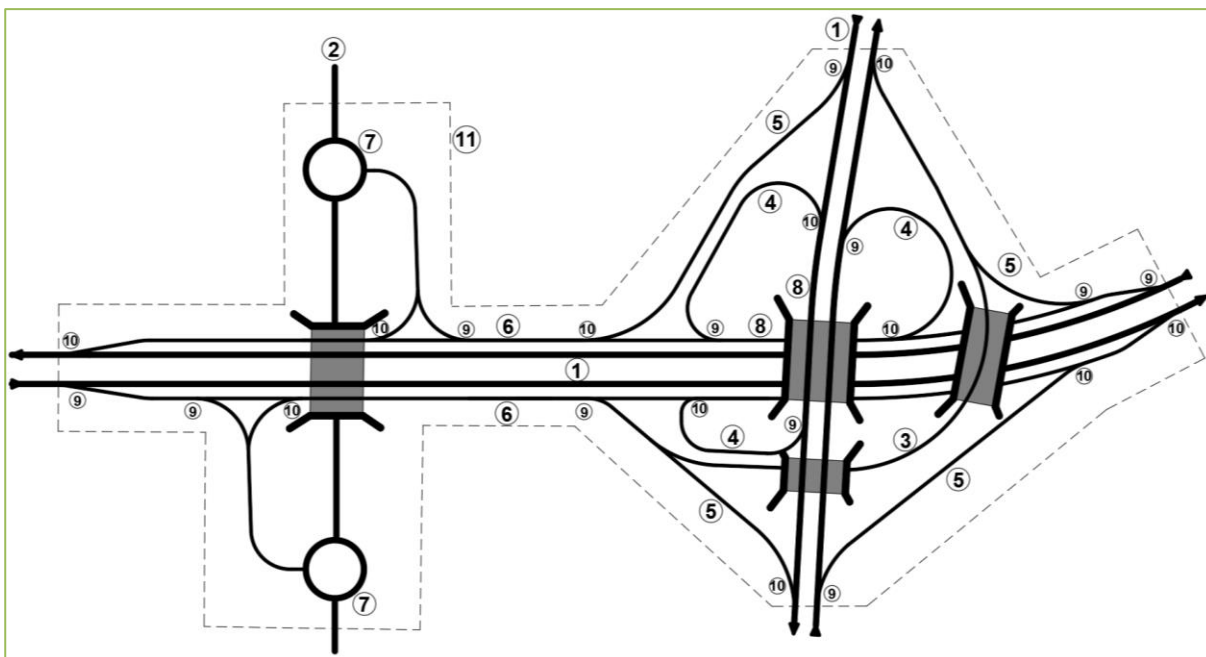
Obszar wjazdu – obszar obejmujący odcinek włączania oraz odcinek jezdni głównej na którym występują dodatkowe manewry związane z wjazdem.

Obszar wyjazdu – obszar obejmujący odcinek wyłączania oraz odcinek jezdni głównej na którym występują dodatkowe manewry związane z wyjazdem.

Pas drogowy w rejonie węzła – obejmuje obszar węzła oraz wszystkie elementy infrastruktury i urządzeń z nim związanych, wynikające z funkcji krzyżujących się dróg oraz uwarunkowań terenowych, przy uwzględnieniu potrzeby ochrony użytkowników dróg i terenu przyległego przed niekorzystnym wzajemnym oddziaływaniem. Rozmiary pasa drogowego potrzebnego na węzeł powinny dodatkowo gwarantować możliwość spełnienia wymagań widoczności.

Pas włączania – dodatkowy pas ruchu umożliwiający wjazd na jezdnię główną, łącznicę lub jezdnię zbierająco – rozprowadzającą.

Pas wyłączania – dodatkowy pas ruchu, umożliwiający wyjazd z jezdni głównej, łącznicy lub jezdni zbierająco – rozprowadzającej.



1 – jezdnia główna, 2 – jezdnia drogi podrzędnej, 3 – łącznica półbezpośrednia, 4 – łącznica pośrednia, 5 – łącznica bezpośrednia, 6 – jezdnia zbierająco – rozprowadzająca, 7 – skrzyżowanie z drogą podrzędną, 8 – odcinek przeplatania, 9 – wyjazd, 10 – wjazd, 11 – granica obszaru węzła

Rys. 3.1.1. Ilustracja węzła z wyróżnieniem jego szczegółowych elementów

Pojazd miarodajny – największy z pojazdów dopuszczonych do ruchu, który może występować w obszarze węzła; do parametrów geometrycznych i sposobu poruszania się tego pojazdu dostosowane są elementy węzła w sposób zapewniający przejazd bez utrudniania ruchu innym użytkownikom.

Prędkość do projektowania drogi – parametr, który wyznacza standard drogi i uwzględnia jej funkcję oraz rolę w hierarchicznej sieci dróg. Przyporządkowane jej są graniczne parametry elementów drogi oraz zakres jej wyposażenia.

Prędkość do projektowania w obszarze węzła – parametr służący do projektowania elementów węzła; określa się ją indywidualnie dla poszczególnych elementów – jezdni głównych, łącznic, jezdni zbierająco – rozprowadzających, jezdni sąsiadujących. Przyporządkowane jej są graniczne parametry elementów geometrycznych drogi oraz zakres jej wyposażenia.

Powierzchnia kolizji (w obrębie skrzyżowań) – powierzchnia, na której występują punkty kolizji i którą nie może przejeżdżać (przekraczać) równocześnie dwóch lub więcej uczestników ruchu należących do różnych strumieni (np. pojazdy i piesi, pojazdy i rowerzyści). Poszczególne powierzchnie kolizji na skrzyżowaniu wyznaczają obwiednie korytarzy ruchu przecinających się strumieni pojazdów, pieszych i rowerzystów.

Poziom swobody ruchu (PSR) – klasa warunków ruchu związana ze sprawnością i płynnością ruchu, uwzględniająca odczucia kierowców. Zakres zmienności warunków ruchu (na obszarach wjazdu, wyjazdu, przeplatania) jest podzielony na 6 poziomów oznaczonych literami od A do F, przy czym PSR A odpowiada najlepszym, a PSR F najgorszym warunkom ruchu.

Przejezdność węzła – osiągana jest przez takie rozwiązanie, które zapewnia dobre i bezpieczne warunki przejazdu dla wszystkich pojazdów, dla których jest ono przeznaczone. Dla spełnienia tego warunku ukształtowanie węzła powinno odpowiadać geometrycznym i dynamicznym właściwościom pojazdów przyjętych za miarodajne. Przejazd pojazdu miarodajnego przez węzeł powinien się odbywać bez zakłóceń ruchu na kierunku, na którym się on porusza i bez utrudnień dla ruchu pojazdów na sąsiadujących pasach ruchu oraz bez zajmowania wydzielonych stref dla pieszych i rowerzystów.

Przejezdność warunkowa – zapewnienie możliwości przejazdu przez węzeł występującego sporadycznie, większego pojazdu niż przyjęty na skrzyżowaniach w obrębie węzła za pojazd miarodajny, przy zajęciu pasów ruchu przeznaczonych do ruchu innych pojazdów lub innych odpowiednio umocnionych powierzchni (brukowane wyspy, brukowane narożniki skrzyżowania).

Przepustowość drogi w obszarze węzła - największa liczba pojazdów rzeczywistych, które mogą przejechać przez dany przekrój drogi w jednym kierunku w ciągu godziny w określonych warunkach drogowo-ruchowych oraz przy dobrych warunkach atmosferycznych.

Przepustowość obszaru węzła – jest równa sumie przepustowości wyznaczanej z uwzględnieniem krytycznych elementów w obszarze węzła (obszaru wjazdu, wyjazdu, przeplatania).

Przepustowość obliczeniowa (bazowa) drogi - największa liczba pojazdów w przeliczeniu na pojazdy umowne, które mogą przejechać przez przekrój pasa drogi w jednym kierunku w ciągu godziny, w dobrych (bazowych) warunkach drogowo-ruchowych.

Punkt kolizji – punkt na węźle, w którym następuje przecięcie (skrzyżowania), rozdzielanie (wyłączenie) lub połączenie (włączenie) osi torów ruchu pojazdów, co najmniej dwóch strumieni.

Rezerwa przepustowości pasa ruchu – różnica między przepustowością pasa ruchu a natężeniem ruchu na tym pasie.

Skrzyżowanie – przecięcie lub połączenie na jednym poziomie dróg prowadzących ruch pojazdów, zapewniające pełną lub częściową możliwość wyboru kierunku jazdy. Skrzyżowania występują w określonych typach węzłów.

Stopień wykorzystania przepustowości (stopień obciążenia) – iloraz natężenia ruchu i przepustowości pasa ruchu, wlotu, obszaru wjazdu, wyjazdu, przeplatania.

Strata czasu pojazdu – dodatkowy czas potrzebny na przejechanie węzła – w stosunku do czasu przejazdu węzła bez zakłóceń – związany z opóźnieniem przy dojeździe do kolejki oraz oczekiwaniem pojazdu w kolejce.

Trudne warunki – warunki, przy których występują ograniczenia spowodowane ukształtowaniem terenu, istniejącym lub planowanym zagospodarowaniem terenu w miejscu projektowanego węzła. Trudne warunki projektowe, umożliwiają zastosowanie szczególnych, wyjątkowo dopuszczalnych, indywidualnych rozwiązań węzłów, odbiegających od standardowych, lecz spełniających graniczne wymagania bezpieczeństwa i sprawności ruchu. Wymagane jest wykazanie, że warunki te nie pozwalają zaprojektować standardowego rozwiązania.

Typowe rozwiązanie węzła – rozwiązanie z zakresu podstawowych typów węzłów o standardowych parametrach spełniających przyjęte założenia bezpieczeństwa i sprawności ruchu. Rozwiązanie takie należy traktować jako zalecane z wyjątkiem sytuacji zakwalifikowanej do trudnych warunków projektowych.

Węzeł drogowy – konstrukcja inżynierska, umożliwiająca połączenie dróg w więcej niż jednym poziomie, z pełną lub częściową możliwością wyboru kierunku jazdy.

Węzeł zespolony – węzeł złożony z dwóch lub więcej węzłów położonych blisko siebie, mających wspólne elementy i uzupełniających się funkcjonalnie w zakresie zapewniania możliwości połączeń.

Wlot – część drogi (jeden lub więcej pasów ruchu), z której pojazdy wjeżdżają w obszar węzła.

Wjazd lub wyjazd krytyczny – wjazd lub wyjazd (z: jezdni głównej, jezdni zbierającej – rozprowadzającej, łącznicy, skrzyżowania lub na któryś z powyższych elementów), na którym panują najgorsze warunki ruchu (największe straty czasu pojazdów, najmniejsza rezerwa przepustowości lub największy stopień wykorzystania przepustowości).

Wylot – część drogi (jeden lub więcej pasów ruchu), którą pojazdy opuszczają obszar węzła.

Wyspy kanalizujące (dotyczy skrzyżowań w obrębie węzłów) – wyspy realizujące zadania kanalizacji ruchu (rozdzielanie strumieni poruszających się w tym samym kierunku bądź oddzielanie strumieni ruchu z przeciwnych kierunków, wymuszanie redukcji prędkości, poprawianie czytelności skrzyżowania, ułatwianie przekraczania jezdni pieszym lub rowerzystom itp.).

3.2 Symbole

Tab. 3.2.1. Wykaz zastosowanych symboli

Symbol	Jednostka	Opis
L_w	km	odległość między osiami węzłów
L_{wo}	km	odległość między obszarami węzłów
V_{dp}	km/h	prędkość do projektowania
K_{15}	-	współczynnik nierównomierności godzinowej
$SDRR$	poj/24h	średnioroczne dobowe natężenie ruchu drogowego
PSR	-	poziom swobody ruchu
X	-	stopień wykorzystania przepustowości
k_o	E/km/pas	gęstość obliczeniowa ruchu
q_{1wj}, q_{2wj}	E/24h	natężenia ruchu przed wjazdem na łącznicy, jezdni zbierająco – rozprowadzającej lub jezdni głównej
q_{3wj}	E/24h	natężenie za wjazdem
q_{1wy}	E/24h	natężenie przed wyjazdem na łącznicy, jezdni zbierająco – rozprowadzającej lub jezdni głównej
q_{3wy}, q_{2wy}	E/24h	natężenia za wyjazdem
q_{1p}	E/24h	natężenie przed odcinkiem przeplatania na jednym z pasów przeplatania
q_{2p}	E/24h	natężenie przed odcinkiem przeplatania na drugim z pasów przeplatania

4. Klasyfikacja i elementy węzłów drogowych

4.1 Zasady ogólne

(1) W obrębie węzła wyróżnia się następujące elementy:

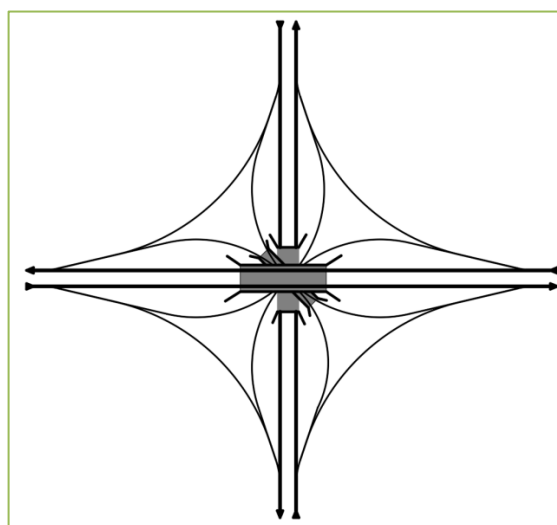
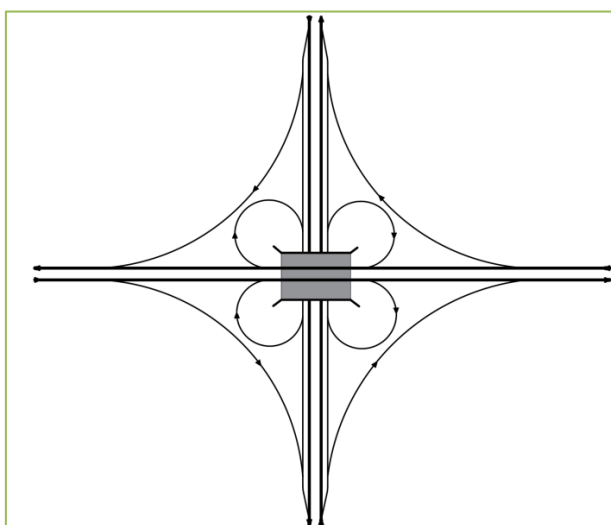
- 1) Jezdnie główne, krzyżujące się na różnych poziomach lub dochodzące do siebie,
- 2) Wyjazdy, miejsce wyłączenia się potoku ruchu z jezdni głównej, jezdni zbierająco – rozprowadzającej lub łącznicy,
- 3) Wjazdy, miejsce włączenia się potoku ruchu do jezdni głównej, jezdni zbierająco – rozprowadzającej lub łącznicy,
- 4) Pasy wyłączenia, dodatkowe pasy ruchu, umożliwiające redukcję prędkości i wyjazd z jezdni głównych, łącznic lub jezdni zbierająco – rozprowadzających,
- 5) Pasy włączenia, dodatkowe pasy ruchu umożliwiające zwiększenie prędkości i wjazd na jezdnie główne, łącznice lub jezdnie zbierająco – rozprowadzające,
- 6) Łącznice, odcinki dodatkowych jezdni, łączących wyjazdy z wjazdami (pasy włączenia lub wyłączenia),
- 7) Odcinki przeplatania potoków ruchu, w obrębie których przecinają się potoki pojazdów: wjeżdżających i wyjeżdżających oraz poruszających się na wprost jezdnią główną, jezdnią zbierająco – rozprowadzającą lub łącznicą,
- 8) Jezdnie zbierająco – rozprowadzające, umożliwiające wjazd i wyjazd potoków pojazdów poza jezdnią główną,
- 9) Jezdnia sąsiadująca, która zapewnia połączenie sąsiadujących ulic z węzłem poprzez jezdnie zbierająco – rozprowadzające (w warunkach miejskich),
- 10) Obiekty inżynierskie, umożliwiające krzyżowanie się potoków ruchu na różnych poziomach,
- 11) Skrzyżowania (w wybranych typach węzłów), zapewniające możliwość wyboru kierunku jazdy,
- 12) Wyposażenie dodatkowe (urządzenia brd, oświetlenie, odwodnienie, środki organizacji ruchu, elementy utrzymania i inne), niezbędne do sprawnego i bezpiecznego funkcjonowania węzłów.

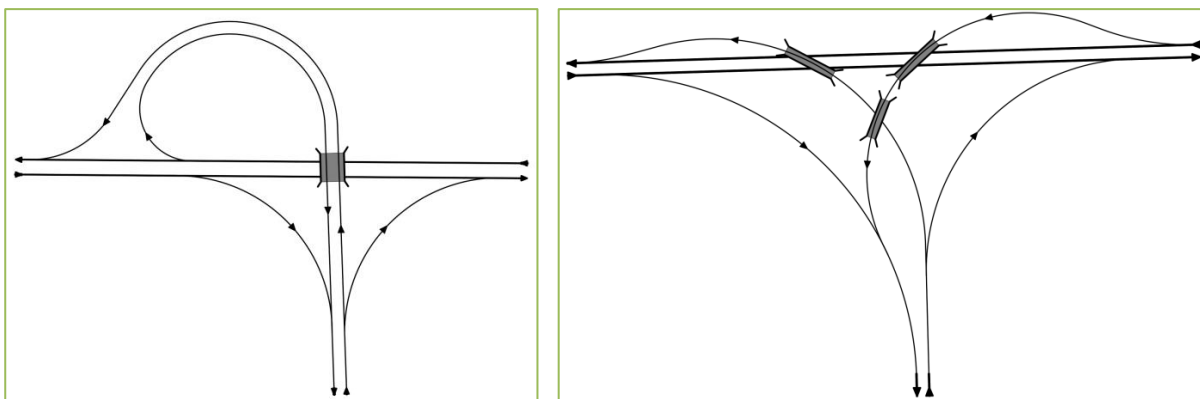
(2) Węzły drogowe dzielą się ze względu na wymagania funkcjonalno–techniczne, według:

- 1) Typów: węzły bezkolizyjne, częściowo bezkolizyjne i kolizyjne,
- 2) Liczby wlotów: trójwlotowe, czterowlotowe, wielowlotowe,
- 3) Liczby poziomów: dwupoziomowe, trójpoziomowe, wielopoziomowe,
- 4) Położenia względem siebie: pojedyncze, zespół węzłów (węzeł zespolony).

(3) W celu określenia wymagań funkcjonalno-technicznych węzłów i ich elementów, wprowadza się następujący podział na typy węzłów:

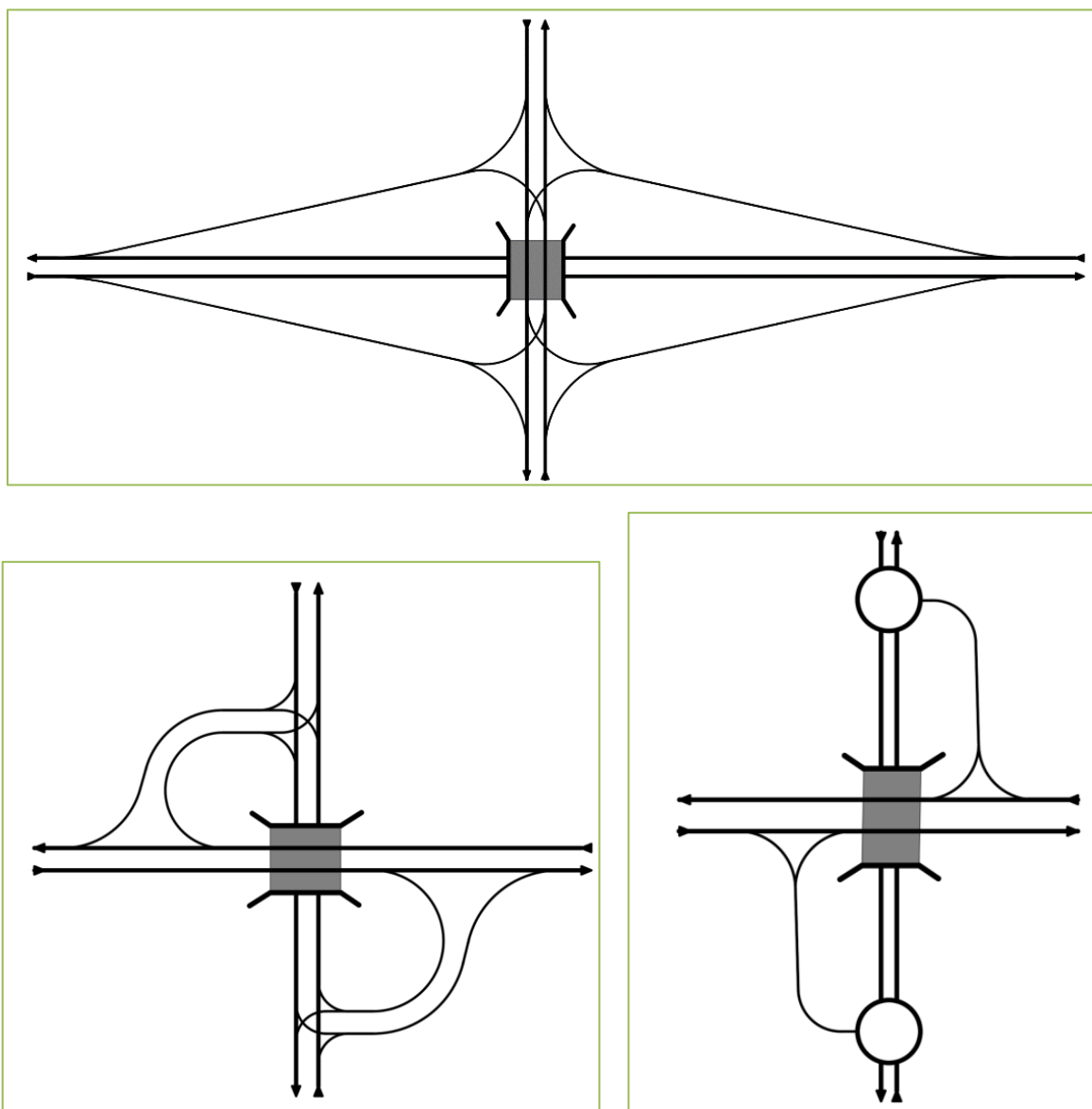
- 1) Bezkolizyjny typu WA – na którym nie występuje przecinanie torów jazdy, a relacje skrętne są realizowane tylko jako manewry wyłączania, włączania i przeplatania się potoków ruchu (rys. 4.1.1);





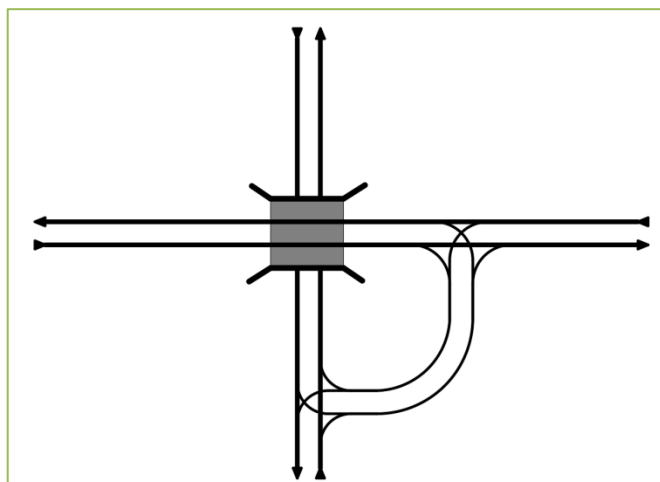
Rys. 4.1.1. Przykłady węzłów typu WA

- 2) Częściowo bezkolizyjny typu WB – na którym występuje przecinanie torów jazdy niektórych relacji na jednej z dróg; w ramach węzła funkcjonuje wówczas na tej drodze skrzyżowanie lub zespół skrzyżowań, jednak relacje o dominujących natężeniach są prowadzone bezkolizyjnie (rys. 4.1.2);



Rys. 4.1.2. Przykłady węzłów typu WB

- 3) Kolizyjny typu WC – na którym tylko jezdnie główne krzyżują się w różnych poziomach, natomiast relacje skrajne na obu drogach odbywają się na skrzyżowaniach (rys. 4.1.3).



Rys. 4.1.3. Przykład węzła typu WC

- (4) Każdy typ węzła jest reprezentowany przez klasyczne schematy węzłów lub ich modyfikacje.
 (5) Zakres stosowania węzłów, o których mowa w ust. 3, określono w tab. 4.1.1.

Tab. 4.1.1 Zakres stosowania węzłów

Klasa drogi	A	S	GP	G	Z
A	WA	WA	WA, WB	WB, (WA)	–
S	WA	WA	WA, WB	WB, (WA)	WB, (WA)
GP	WA, WB	WA, WB	WB, WA (WC)	WB, (WC, WA)	WB, (WC)
G	WB, (WA)	WB, (WA)	WB, (WC, WA)	WB, (WC, WA)	WB, (WC)
Z	–	WB (WA)	WB, (WC)	WB, (WC)	WC, WB

(..) Rozwiązanie dopuszcza się w uzasadnionych przypadkach

- (6) Minimalne odległości między osiami węzłów są określone w WRD – 20.
- (7) Węzły należy projektować z uwzględnieniem:
- 1) Bezpieczeństwa wszystkich użytkowników węzła,
 - 2) Sprawności określonej przez warunki ruchu na węźle,
 - 3) Wpływu na środowisko naturalne i społeczne,
 - 4) Efektywności ekonomicznej.
- (8) Bezpieczeństwo użytkowników węzła jest warunkowane:
- 1) Rozpoznawalnością lokalizacji punktów rozdziału i łączenia potoków ruchu oraz zapewnieniem odpowiednich odstępów między nimi, które umożliwią zastosowanie prawidłowej i czytelnej organizacji ruchu w obszarze węzła,
 - 2) Ograniczeniem liczby wjazdów i wyjazdów z jezdni głównych oraz unikaniem wjazdów i wyjazdów z lewej strony jezdni głównych,
 - 3) Zrozumiałością i stosowaniem powtarzalnych typowych rozwiązań poszczególnych elementów węzłów,
 - 4) Spełnieniem wymogów dotyczących bezpieczeństwa skrzyżowań oraz odcinków dróg.
- (9) Sprawność węzła jest uwarunkowana dostosowaniem rozwiązań węzła w zakresie przyjęcia typu węzła oraz przyjęcia parametrów jego elementów, do natężeń oraz struktury kierunkowej ruchu drogowego, z zachowaniem wymaganych warunków ruchu dla poszczególnych elementów. Dodatkowo konieczne jest spełnienie warunku przejeźdźności poprzez dostosowanie geometrii wybranych elementów węzła do rozmiarów i dynamiki ruchu różnych kategorii pojazdów, w tym pojazdu miarodajnego.

(10) Wpływ na środowisko naturalne i społeczne należy określać w zakresie:

- 1) Skutków przecięcia przez krzyżujące się w węźle drogi, istniejących obszarów przyrodniczych i urbanistycznych,
- 2) Skutków zajęcia terenu pod budowę lub przebudowę węzła,
- 3) Skutków zmian stosunków gruntowo – wodnych,
- 4) Skażenia środowiska w pasie drogowym i jego otoczeniu, a szczególnie:
 - a) zanieczyszczenia powietrza, wód, gleb, upraw, hodowli toksycznymi składnikami spalin,
 - b) hałasem drogowym, oddziałującym na ludzi oraz zwierzęta w otoczeniu węzła,
 - c) drganiami wpływającymi na obiekty w otoczeniu węzła.

(11) Efektywność ekonomiczną należy szacować w okresie cyklu życia z uwzględnieniem:

- 1) Nakładów na inwestycję i kosztów jej utrzymania,
- 2) Kosztów eksploatacji pojazdów,
- 3) Kosztów czasu podróży,
- 4) Kosztów wpływu na środowisko,
- 5) Kosztów wypadków drogowych.

(12) W obszarze węzła nie mogą być usytuowane zjazdy publiczne lub indywidualne z wyjątkiem zjazdów służących obsłudze i utrzymaniu infrastruktury technicznej zlokalizowanej w pasie drogowym.

(13) Na jezdni głównej wyjazdu i wjazdu należy lokalizować po prawej stronie jezdni, z zastrzeżeniem akapitu 14.

(14) Dopuszcza się lokalizację wyjazdów i wjazdów po lewej stronie jezdni głównej w szczególnych przypadkach determinowanych względami funkcjonalnymi:

- 1) Na drogach klasy S przy prędkości dopuszczalnej, ograniczonej znakami, do co najmniej 80 km/h,
- 2) Na drogach pozostałych klas przy prędkości dopuszczalnej, ograniczonej znakami, do co najmniej 70 km/h.

(15) W przypadku węzłów typu WA w obszarze węzła na obu krzyżujących się lub łączących drogach należy stosować dwujezdniowe przekroje jezdni głównych.

(16) W przypadku braku jezdni zbierająco–rozprowadzającej, zaleca się lokalizację wyjazdu z jezdni głównej przed wjazdem.

4.2 Elementy węzła

(1) Elementami sytuacyjnego rozwiązania węzła podlegającymi projektowaniu są:

- 1) Osie dróg i kąt ich przecięcia,
- 2) Jezdnie główne,
- 3) Jezdnie zbierająco – rozprowadzające,
- 4) Jezdnie sąsiadujące,
- 5) Łącznice:
 - a) pośrednie,
 - b) półpośrednie,
 - c) bezpośrednie,
- 6) Wjazdy i wyjazdy z (lub na) jezdni głównych, jezdni zbierająco–rozprowadzających, jezdni sąsiadujących oraz łącznic,
- 7) Pasy ruchu:
 - a) podstawowe pasy ruchu; szerokości pasów ruchu dla relacji na wprost i relacji skrętnych,
 - b) pasy włączenia i wyłączenia; długości odcinków zmiany pasa ruchu oraz długości odcinków zwalniania i przyspieszania,
- 8) Skosy załamania krawędzi jezdni głównych, jezdni zbierająco–rozprowadzających, jezdni sąsiadujących oraz łącznic i wyokrąglenia tych załamów,
- 9) Skrzyżowania w obszarze węzłów wraz z infrastrukturą dla ruchu pieszego, rowerowego i transportu zbiorowego oraz wyposażenie węzła:
 - a) organizacja i sterowanie ruchem,
 - b) urządzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego, w szczególności drogowe bariery ochronne i osłony energochłonne,
 - c) odwodnienie; rozmieszczenie i rodzaj urządzeń odwodnienia,
 - d) oświetlenie; rozmieszczenie i rodzaj urządzeń oświetlenia,

- e) urządzenia osłony przed hałasem,
 - f) punkty poboru opłat,
 - g) infrastruktura w zakresie obsługi i utrzymania technicznego (obwody, wjazdy techniczna, dostępność terenów zamkniętych, zbiorniki, pasy technologiczne),
 - h) infrastruktura w zakresie ochrony środowiska (ekrany akustyczne, przejścia dla zwierząt),
 - i) wygrozdzenia.
- (2) Parametrami ukształtowania wysokościowego węzła podlegającymi projektowaniu są:
- 1) Skrajnia obiektów inżynierskich w obszarze węzła,
 - 2) Pochylenia podłużne jezdni głównych, jezdni zbierająco – rozprowadzających, jezdni sąsiadujących oraz łącznic i łuki pionowe w miejscu załamania niwelet jezdni głównych, jezdni zbierająco – rozprowadzających, jezdni sąsiadujących oraz łącznic,
 - 3) Pochylenia poprzeczne jezdni głównych, jezdni zbierająco – rozprowadzających, jezdni sąsiadujących oraz łącznic,
 - 4) Ukształtowanie wysokościowe obszaru skrzyżowań w obszarze węzłów; z uwzględnieniem płynności przejazdu pojazdów na kierunku z pierwszeństwem przejazdu, bezpieczeństwa ruchu, sprawnego odwodnienia skrzyżowania i estetyki.

4.3 Procedura projektowania węzłów

- (1) Projekty węzłów realizowane są w ramach:
- 1) Budowy (realizacja zadania na podstawie zezwolenia na realizację inwestycji drogowej),
 - 2) Przebudowy i remontu (realizacja zadania na podstawie zgłoszenia na roboty budowlane).
- (2) W ramach budowy wyróżnia się:
- 1) Fazę projektowania wstępnego (studium sieciowe) - na tym etapie wyznacza się lokalizację węzłów drogowych,
 - 2) Fazę uzyskania decyzji administracyjnych dla uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach:
 - a) Studium korytarzowe wraz z analizą wielokryterialną SK - na tym etapie przyjmuje się typy węzłów oraz rozwiązania alternatywne,
 - b) Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe STEŚ - na tym etapie przyjmuje się podstawowe parametry techniczne węzłów (przekroje podłużne i poprzeczne), założenia do organizacji ruchu i sterowania na węzłach, wstępnie projektuje się wyposażenie węzłów,
 - 3) Fazę uzyskania decyzji administracyjnych dla uzyskania decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej:
 - a) Koncepcja Programowa KP - na tym etapie projektuje się szczegóły dotyczące węzłów, wraz z ich wyposażeniem,
 - b) Projekt Budowlany PB - na tym etapie wykonuje się szczegółowe projekty węzłów w wariantie wybranym do realizacji.
- (3) W ramach przebudowy i budowy wyróżnia się:
- 1) Dokumentację budowlaną:
 - a) Projekt Budowlany (PB),
 - b) Projekt Wykonawczy (PW),
 - 2) Dokumentację do decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach (DŚU),
 - 3) Dokumentację Projektową (Przetargową) (DP) (zależnie od potrzeb).
- (4) W stadium projektu koncepcyjnego, na podstawie analizy wariantów rozwiązań węzła, następuje wybór najkorzystniejszego dla danych warunków typu i rozwiązania, w oparciu o obliczenia przepustowości, ocenę warunków i bezpieczeństwa ruchu i analizę efektywności. Prace projektowe w tej fazie powinny być poprzedzone zebraniem i opracowaniem danych niezbędnych do ustalenia głównych założeń projektowych o zakresie wyszczególnionym w pkt. 2. W fazie tej powinny zostać uwzględnione przesłanki, uwarunkowania, ograniczenia i wymagania doboru typu rozwiązania i kształtowania węzłów. Inne podstawowe cele projektu koncepcyjnego węzła to:
- 1) Ustalenie szczegółowej lokalizacji węzła i jego elementów oraz określenie zajętości terenu,
 - 2) Ustalenie głównych założeń i parametrów rozwiązania geometrycznego oraz organizacji ruchu, obejmujących m.in. ustalenie:
 - a) roli krzyżujących się dróg,

- b) liczby pasów na jezdniach głównych,
- c) przyjęcie schematu węzła, wraz z konfiguracją wjazdów i wyjazdów,
- d) parametrów projektowych skrzyżowań, w przypadku węzłów typu WB i WC,
- e) pochyłeń podłużnych i poprzecznych jezdni głównych, jezdni zbierająco – rozprowadzających, łącznic i jezdni sąsiadujących,
- f) sposobu prowadzenia ruchu pieszych i rowerzystów w obszarze węzła, w tym na skrzyżowaniach,
- g) lokalizacji infrastruktury komunikacji zbiorowej,
- h) struktury programu sterowania – w przypadku skrzyżowań z sygnalizacją lub systemu sterowania ruchem w obszarze węzła,
- i) wymagań wynikających z warunków bezpieczeństwa ruchu drogowego,
- j) wymagań obejmujących warunki ruchu w zakresie przepustowości, poziomów swobody ruchu,
- k) wymagań przejezdności.

(5) W stadium projektu budowlanego następuje uszczegółowienie wszystkich elementów i parametrów rozwiązania geometrycznego wybranego wariantu węzła, zgodnie z wydanymi niezbędnymi decyzjami. Procedura projektowania geometrycznego węzła obejmuje zaprojektowanie geometrii elementów wymienionych w podrozdziale 4.1.2.

(6) Do procedury projektowania węzła należą także:

- 1) Wykonanie projektu organizacji ruchu wraz z oznakowaniem poziomym i pionowym,
- 2) Zaprojektowanie infrastruktury dla ruchu pieszego, rowerowego i transportu zbiorowego w przypadku konieczności zapewnienia obsługi dla pieszych, rowerzystów, pojazdów transportu zbiorowego w obszarze węzła,
- 3) Zaprojektowanie wyposażenia węzła, w szczególności urządzeń:
 - a) oświetlenia,
 - b) bezpieczeństwa ruchu drogowego,
 - c) odwodnienia,
 - d) ochrony środowiska.

(7) Projektowane w obszarze węzła obiekty inżynierskie należy dostosować do wymogów określonych w WRM, a także wymogów przejezdności, odwodnienia i zapewnienia bezpieczeństwa użytkowników węzła.

(8) Procedura projektowania skrzyżowania jako elementu węzła powinna być zgodna z wymaganiami podanymi w WRD-31-1.

(9) Procedura projektowania węzła powinna być zakończona analizą ekonomiczną obejmującą uwzględnienie następujących kosztów [8]:

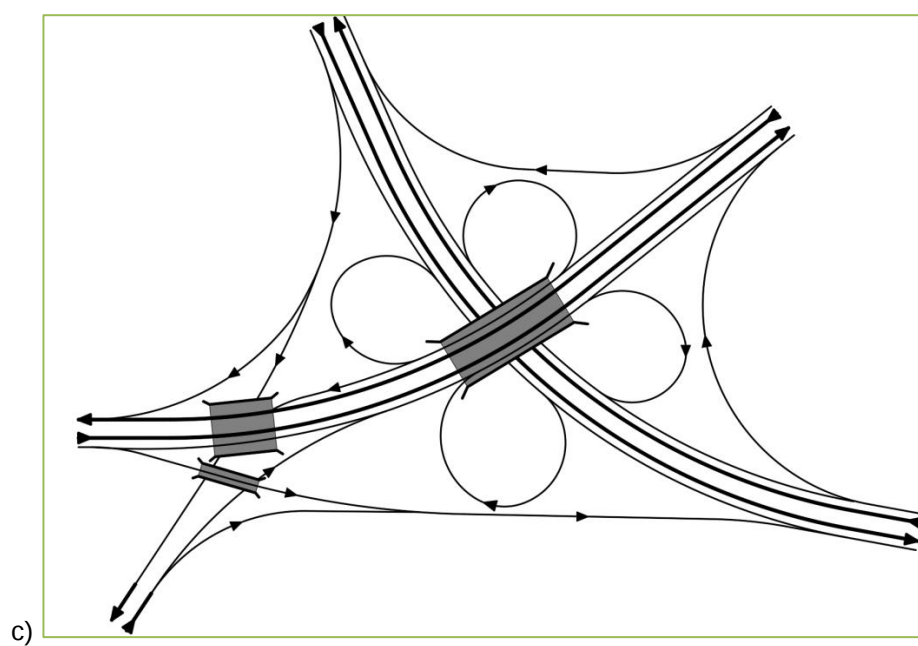
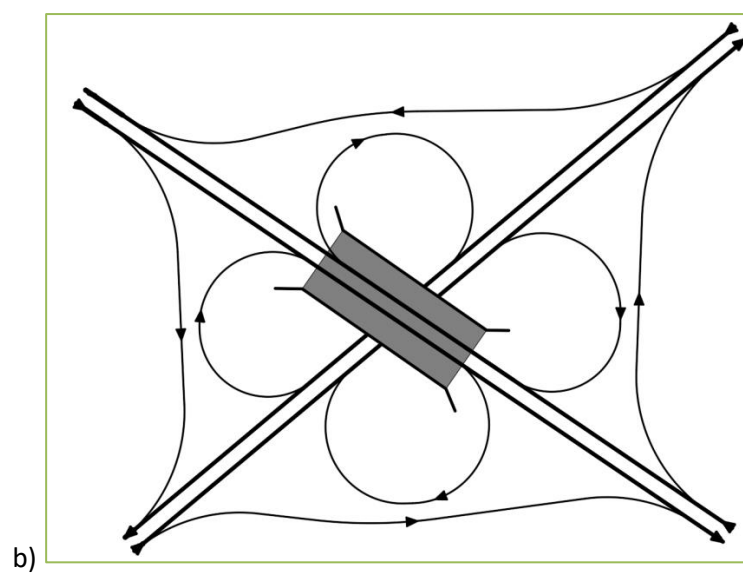
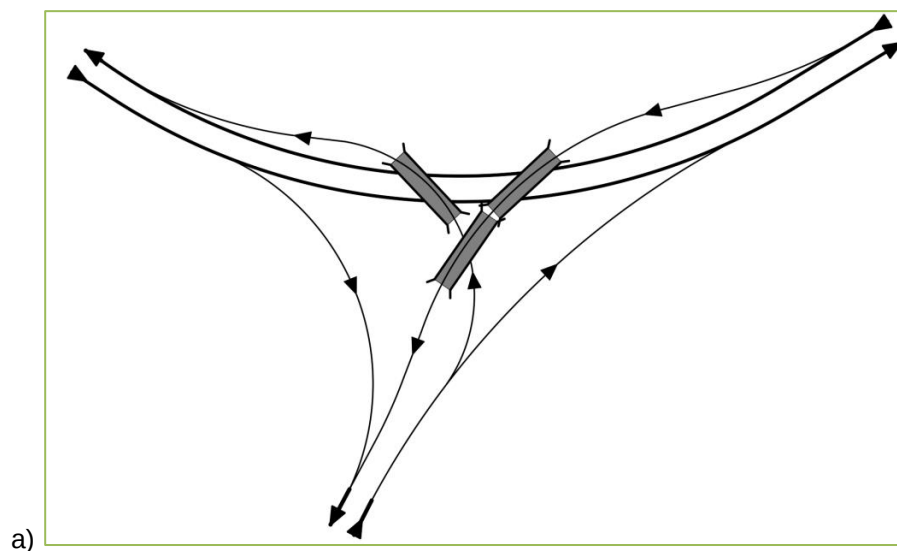
- 1) Budowy (łącznie z kosztami pozyskania terenu i jego uzbrojenia),
- 2) Ruchu (z uwzględnieniem zmienności dobowej i sezonowej ruchu oraz przedziału analizy obejmującego zakładany okres eksploatacji węzła), w tym kosztów obejmujących czas podróży i koszty eksploatacji pojazdów,
- 3) Wypadków drogowych,
- 4) Skutków środowiskowych.

4.4 Klasyfikacja rodzajów węzłów

(1) Rodzaje węzłów klasyfikuje się z uwzględnieniem:

1) Liczby wlotów (rys. 4.4.1):

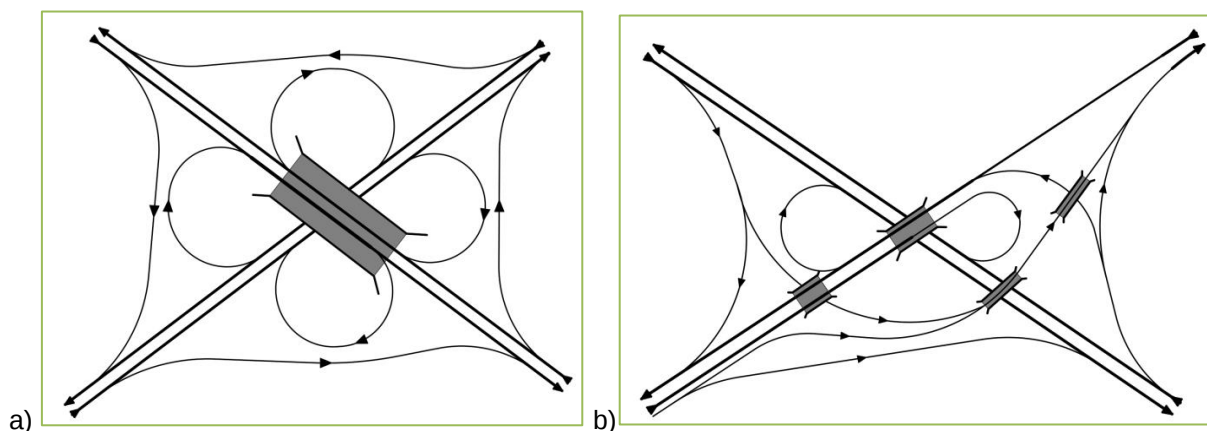
- a) trójwlotowe,
- b) czterowlotowe,
- c) wielowlotowe.



Rys. 4.4.1. Przykłady węzłów trój-, cztero- i pięciowzrostowych

2) Wzajemnej zależności łącznic (rys. 4.4.2):

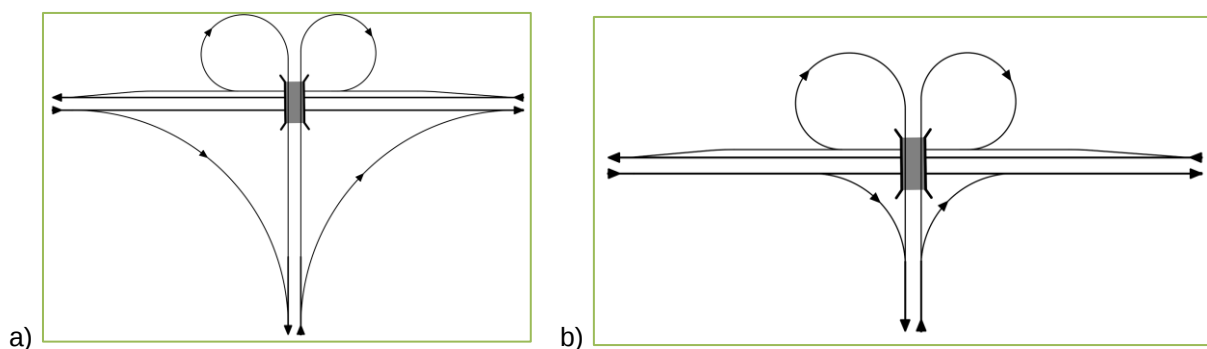
- łącznice całkowicie niezależne od siebie,
- łącznice zależne od siebie (odcinki wspólne, z możliwością wystąpienia przeplatania na łącznicy).



Rys. 4.4.2. Przykłady wzajemnej zależności węzłów.

3) Występowania jezdni zbierająco – rozprowadzających (rys. 4.4.3):

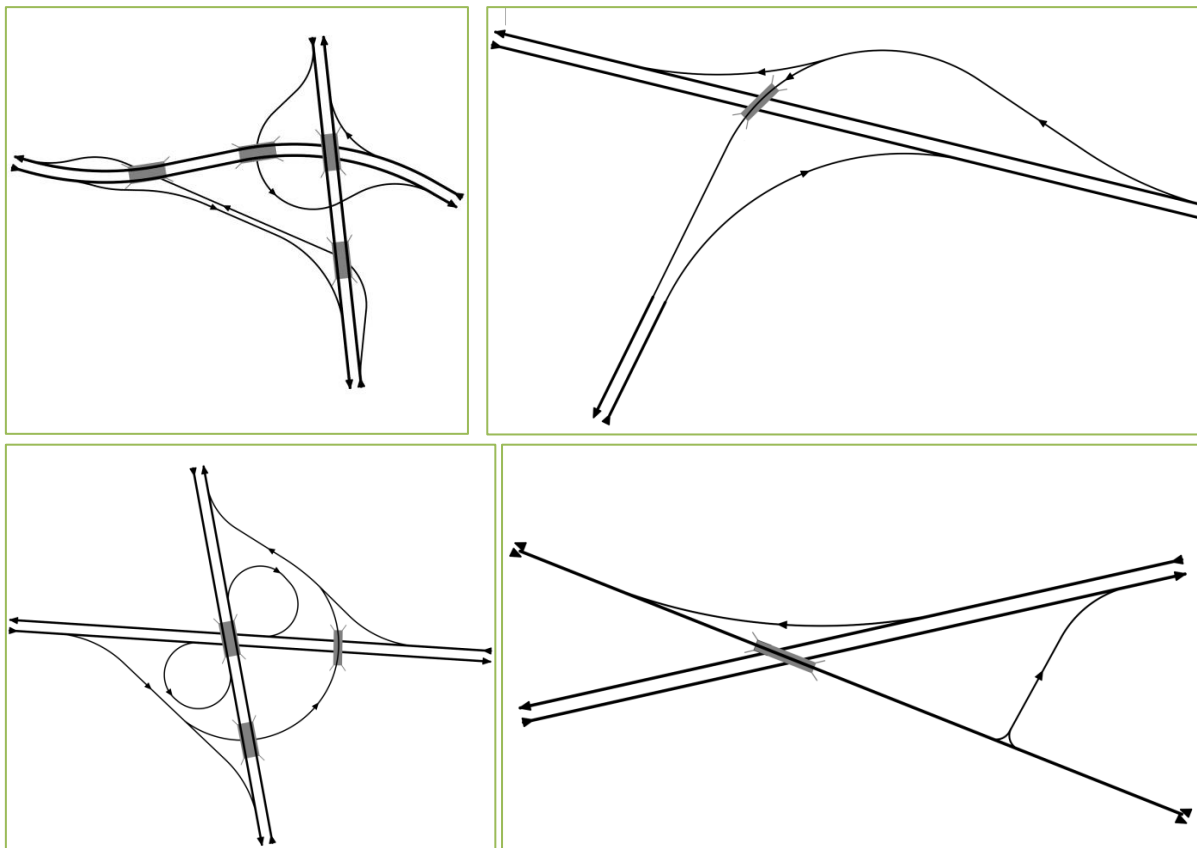
- brak jezdni zbierająco – rozprowadzających, odcinki przeplatania zlokalizowane są na jezdniach głównych,
- występowania jezdni zbierająco – rozprowadzających, na których zlokalizowane są odcinki przeplatania.



Rys. 4.4.3. Przykłady występowania lub braku jezdni zbierająco – rozprowadzającej.

4) Liczby połączeń:

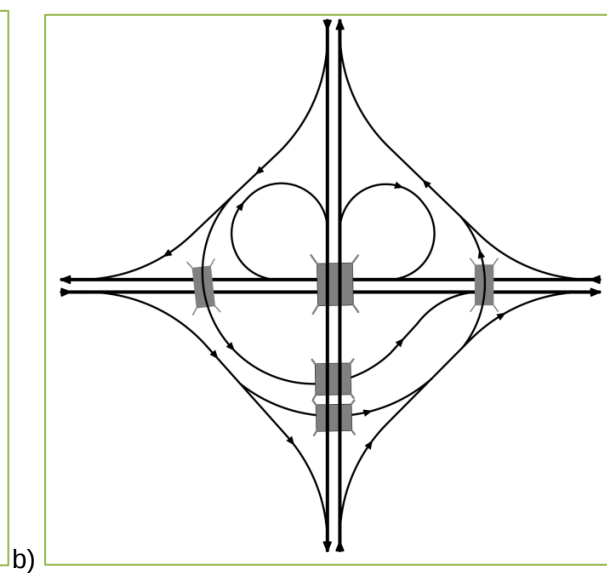
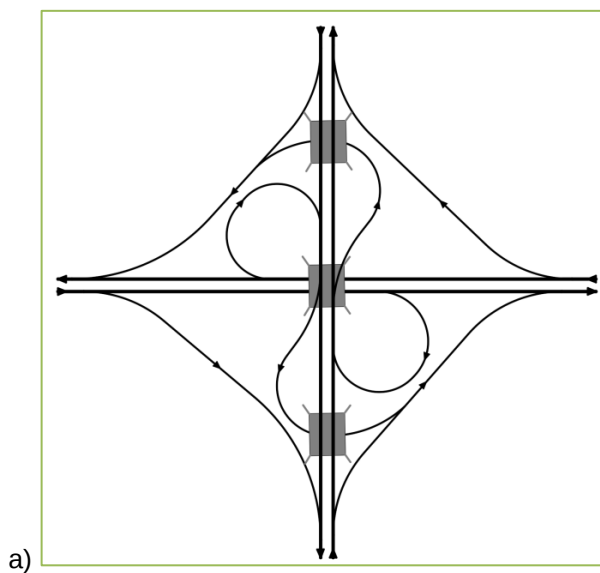
- pełna liczba połączeń,
- niepełna liczba połączeń, brak połączeń dla wybranych relacji, uzasadnione w przypadku (rys. 4.4.4):
 - małych natężeń ruchu na danej relacji, co nie uzasadnia z ekonomicznego punktu widzenia budowy łącznicy,
 - trudnych warunków terenowych,
 - niekorzystnego kąta krzyżujących się dróg,
 - braku możliwości uzyskania minimalnej odległości między obszarami węzłów określonej w tab. 8.1.1.

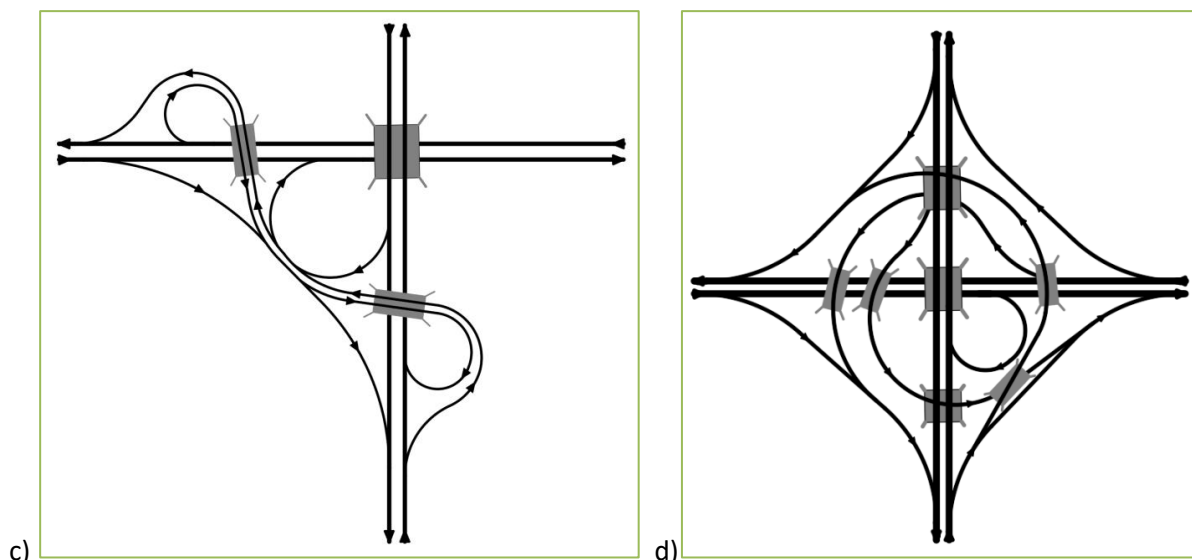


Rys. 4.4.4. Przykłady węzłów z niepełną liczbą połączeń

5) Symetrii układu łącznic (rys. 4.4.5):

- a) symetryczne względem punktu przecięcia się jezdní głównych,
- b) symetryczne względem osi jednej z krzyżujących się dróg,
- c) symetryczne względem przekątnej między krzyżującymi się drogami,
- d) asymetryczne.





Rys. 4.4.5. Przykłady symetrii układu łącznic w węźle

(2) Przedstawione klasyfikacje nie wyczerpują wszystkich możliwych przypadków, ze względu na bardzo różnorodną kombinację potencjalnych uwarunkowań, wpływających na końcowy schemat węzła.

4.5 Typowe węzły i podstawowe zasady ich projektowania

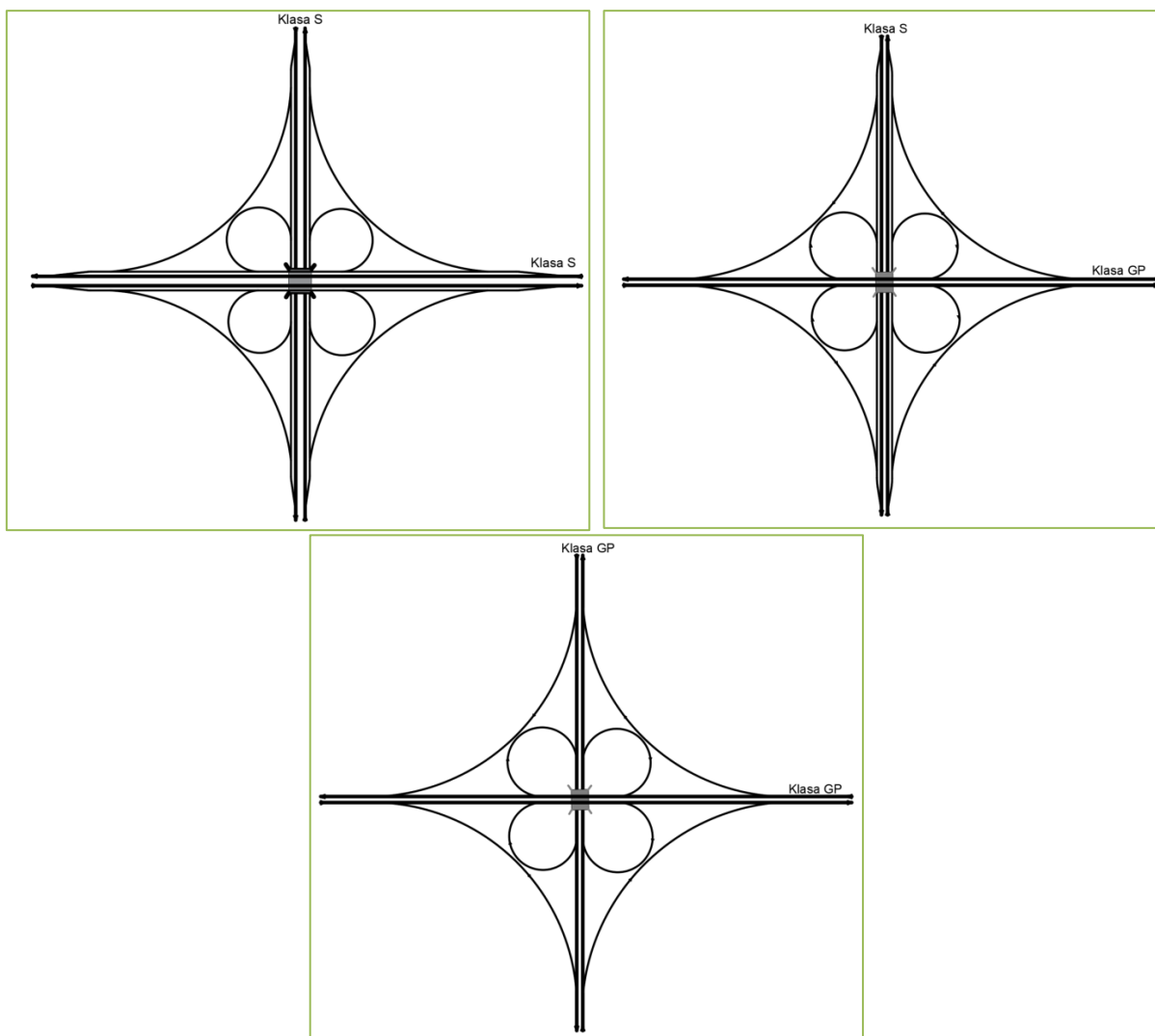
4.5.1 Rodzaje i zasady projektowania węzłów typu WA

(1) Węzeł klasyczna koniczna:

1) Charakterystyka węzła:

- a) koniczna klasyczna - węzeł o pełnej liczbie połączeń, z 4 łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo) i 4 łącznicami pośrednimi (skręty w lewo),
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - niższe koszty budowy: dwa obiekty inżynierskie – wiadukty (dla każdej jezdni),
 - możliwość rozbudowy węzła etapami,
 - możliwość zawracania na węźle,
 - różnorodność zastosowań – od dróg klasy A i S po drogi ogólnodostępne,
- c) przeciwskazania stosowania:
 - dwa zjazdy i wyjazdy na jezdniach głównych – przy braku jezdni zbierająco - rozprowadzającej pogorszenie warunków ruchu i brd na prawym pasie,
 - odcinek przeplatania na prawym pasie jezdni głównej, w przypadku braku jezdni zbierająco – rozprowadzającej,
 - konieczność ograniczania prędkości na jezdniach głównych przy braku jezdni zbierająco – rozprowadzających,
 - utrudniona widoczność pod wiaduktem, w miejscu, gdzie występuje przeplatanie,
 - przy ograniczonym zajęciu terenu krótkie łącznice pośrednie o dużym pochyleniu podłużnym,
 - w przypadku nierównomiernych obciążeń ruchem możliwe pogorszenie warunków ruchu na wybranych relacjach.

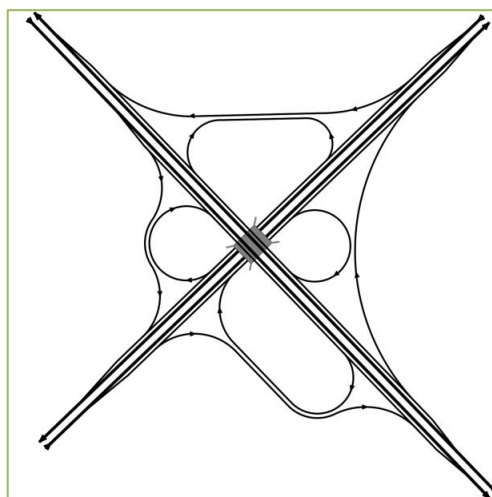
2) Na drogach klasy A i S w obszarze węzła należy stosować jezdnie zbierająco – rozprowadzające, dopuszcza się ich brak na drogach klasy S, z prędkością dopuszczalną nie większą niż 80 km/h (rys. 4.5.1.1).



Rys. 4.5.1.1. Przypadki stosowanie dróg zbierająco – rozprowadzających na węzłach koniczyna

- 3) W obszarze węzła koniczyna może występować zróżnicowanie geometryczne łącznic w planie sytuacyjnym. Dotyczy to zarówno łącznic pośrednich, jak i bezpośrednich. Łącznice mogą mieć przebieg swobodny lub wymuszony - na rys. 4.5.1.2 przebieg swobodny występuje we wschodniej części węzła, a wymuszony w pozostałych częściach obszaru węzła. Rodzaj przebiegu łącznic wiąże się zwykle z rodzajem zagospodarowania terenu wokół węzła i dostępnością terenu.

6)



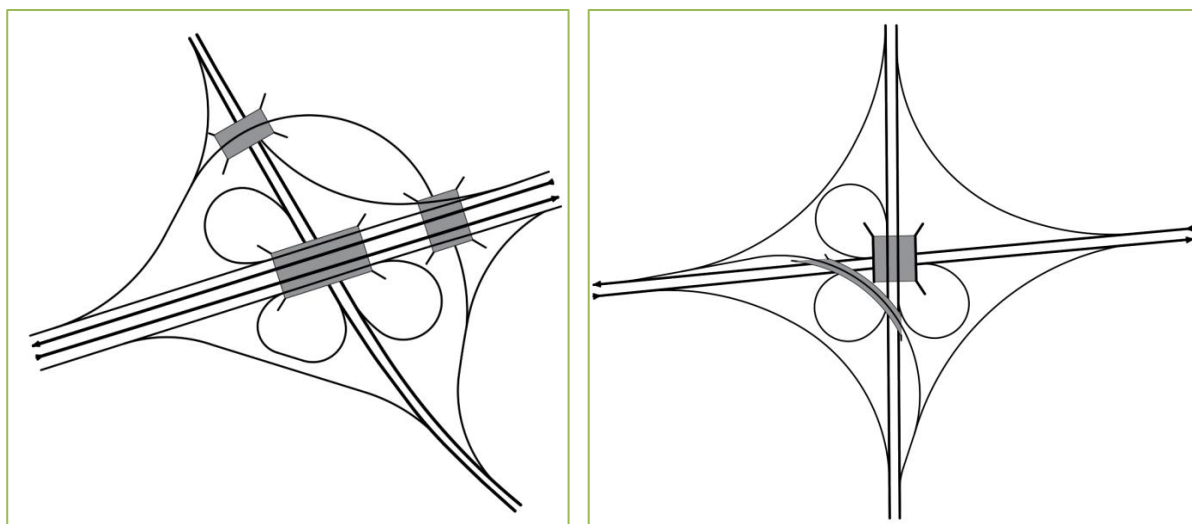
Rys. 4.5.1.2. Zróżnicowanie geometryczne łącznic

(2) Koniczyna modyfikowana z trzema łącznicami pośrednimi (rys. 4.5.1.3):

1) Charakterystyka węzła:

- a) węzeł o pełnej liczbie połączeń, z 4 łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo), 1 łącznicą półbezpośrednią i 3 łącznicami pośrednimi (skręty w lewo),
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - możliwość poprawy warunków ruchu na najbardziej obciążonej relacji skrętu w lewo,
 - możliwość rozbudowy węzła etapami,
 - różnorodność zastosowań – od dróg klasy A i S po drogi niższych klas,
- c) przeciwwskazania stosowania:
 - konieczność budowy co najmniej 3 obiektów - wiaduktów,
 - brak możliwości zawracania na węźle,
 - dwa zjazdy i wyjazdy na jezdniach głównych – przy braku jezdni zbierająco - rozprowadzającej pogorszenie warunków ruchu i brd na prawym pasie,
 - odcinek przeplatania na prawym pasie jezdni głównej, w przypadku braku jezdni zbierająco – rozprowadzającej,
 - zła widoczność pod wiaduktem, w miejscu, gdzie występuje przeplatanie,
 - przy ograniczonym zajęciu terenu krótkie łącznice pośrednie o dużym pochyleniu podłużnym.

2) Na drogach klasy A i S w obszarze węzła należy stosować jezdnie zbierająco - rozprowadzające.



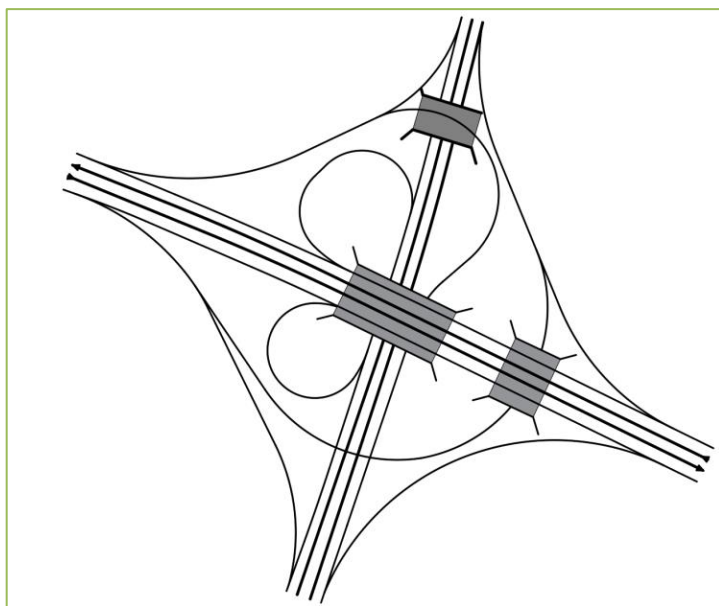
Rys. 4.5.1.3. Przykłady koniczyny modyfikowanej z trzema łącznicami pośrednimi

(3) Koniczyna modyfikowana z dwiema łącznicami pośrednimi (rys. 4.5.1.4):

1) Charakterystyka węzła:

- a) węzeł o pełnej liczbie połączeń, z 4 łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo), 2 łącznicami półbezpośrednimi i 2 łącznicami pośrednimi (skręty w lewo),
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - możliwość poprawy warunków ruchu na dwóch najbardziej obciążonych relacjach skrętu w lewo,
 - możliwość rozbudowy węzła etapami,
- c) przeciwwskazania stosowania:
 - konieczność budowy co najmniej 4 obiektów inżynierskich - wiaduktów,
 - brak możliwości zawracania na węźle,
 - dwa zjazdy i wyjazdy na jezdni głównej – przy braku jezdni zbierająco - rozprowadzającej pogorszenie warunków ruchu i brd na prawym pasie,
 - odcinek przeplatania na prawym pasie jezdni głównej, w przypadku braku jezdni zbierająco – rozprowadzającej,
 - ograniczona widoczność pod wiaduktem, w miejscu, gdzie występuje przeplatanie,
 - przy ograniczonym zajęciu terenu krótkie łącznice pośrednie o dużym pochyleniu podłużnym,

2) Na drogach klasy A i S w obszarze węzła należy stosować jezdnie zbierająco - rozprowadzające.



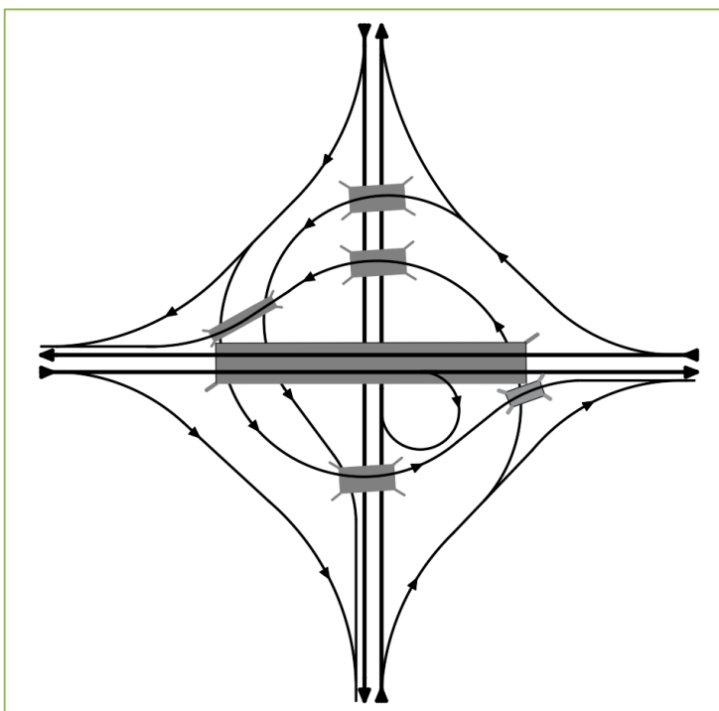
Rys. 4.5.1.4. Przykład koniczyny modyfikowanej z dwiema łącznicami pośrednimi

(4) Węzły czterowlotowe kierunkowe z jedną łącznicą pośrednią (rys. 4.5.1.5):

1) Charakterystyka węzła:

- a) węzeł o pełnej liczbie połączeń, z 4 łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo), 3 łącznicami półbezpośrednimi i 1 łącznicą pośrednią (skręty w lewo),
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - możliwość poprawy warunków ruchu na trzech relacjach skrętu w lewo,
 - brak odcinków przeplatania,
- c) przeciwwskazania stosowania:
 - konieczność budowy co najmniej 7 obiektów inżynierskich – wiaduktów,
 - brak możliwości zawracania na węzle,
 - krótka łącznica pośrednia o dużym pochyleniu podłużnym,

2) Węzeł zaleca się stosować tylko na drogach klasy A i S, krzyżujących się lub łączących między ze sobą.

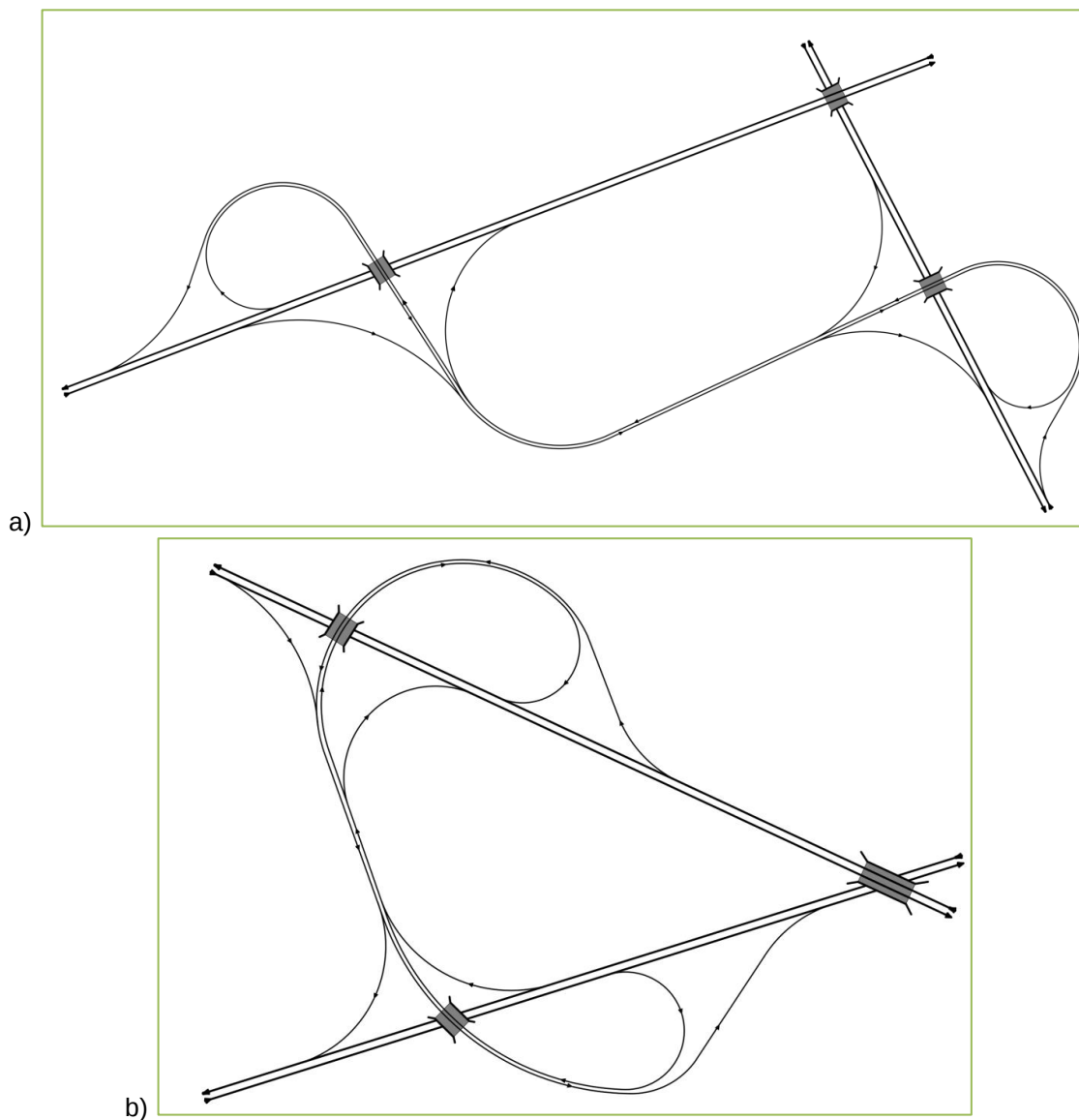


Rys. 4.5.1.5. Przykład koniczyny modyfikowanej z dwiema łącznicami pośrednimi

(5) Węzły czterewłotowe podwójna trąbka (rys. 4.5.1.6):

1) Charakterystyka węzła:

- b) węzeł o pełnej liczbie połączeń, zbudowany na bazie węzła trąbka (węzła trójwłotowego), bez łącznic bezpośrednich,
 - c) zalety uzasadniające stosowanie:
 - brak odcinków przeplatania,
 - możliwość stosowania przy niekorzystnym kącie przecinających lub łączących się dróg,
 - możliwość dogodnego sytuowania miejsc poboru opłat,
 - możliwość wykorzystania terenu w obszarze węzła na zaplecze techniczne zarządcy drogi,
 - d) przeciwwskazania stosowania:
 - niekorzystne warunki ruchowe na wszystkich relacjach,
 - budowa 6 obiektów inżynierskich - wiaduktów,
 - wydłużenie czasu przejazdu przez węzeł,
 - skomplikowany sposób prowadzenia relacji skrętu w prawo (brak łącznic bezpośrednich),
 - duża zajętość terenu.
- 2) Stosowanie węzła podwójna trąbka ze względu na niekorzystne warunki ruchu powinno być ograniczone do szczególnych przypadków, w tym do przypadków wskazanych w pkt. 3,
- 3) Możliwe zastosowanie w przypadku niekorzystnego kąta krzyżujących się dróg (rys. 5.5.1.6 b) lub konieczności wykorzystania terenu w obszarze węzła na zaplecze techniczne, pod warunkiem połączenia tego zaplecza na odcinku prostym łącznicy łączącej dwie trąbki (rys. 5.5.1.6 a).



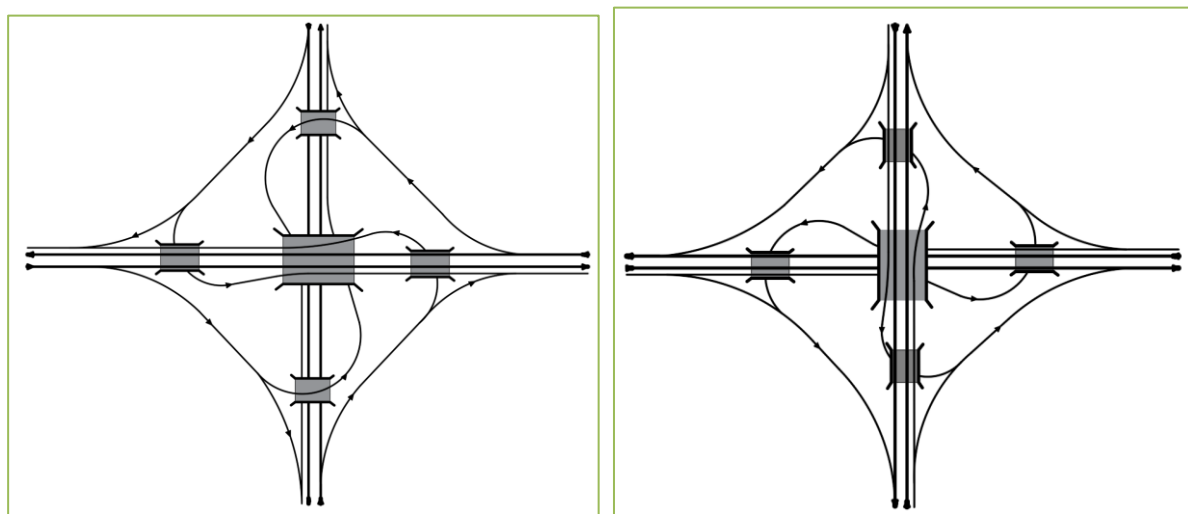
Rys. 4.5.1.6. Przykłady węzłów podwójna trąbka

(6) Węzeł czterowlotowy wiatrak (rys. 4.5.1.7):

1) Charakterystyka węzła:

- a) węzeł o pełnej liczbie połączeń, symetryczny względem przecięcia się jezdni głównych, z 4 łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo) i 4 łącznicami półbezpośrednimi (skręty w lewo),
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - poprawa warunków ruchu na relacjach skrętu w lewo w stosunku do węzła z łącznicami pośrednimi,
 - brak odcinków przeplatania,
- c) przeciwwskazania stosowania:
 - przy ograniczeniu zajęcia terenu konieczność zastosowania małych promieni łuków poziomych na łącznicach półbezpośrednich, co skutkuje pogorszeniem warunków ruchu,
 - konieczność budowy co najmniej 8 obiektów inżynierskich - wiaduktów,

2) W obszarze węzła należy stosować jezdnie zbierająco - rozprowadzające.



Rys. 4.5.1.7. Przykłady węzła wiatrak

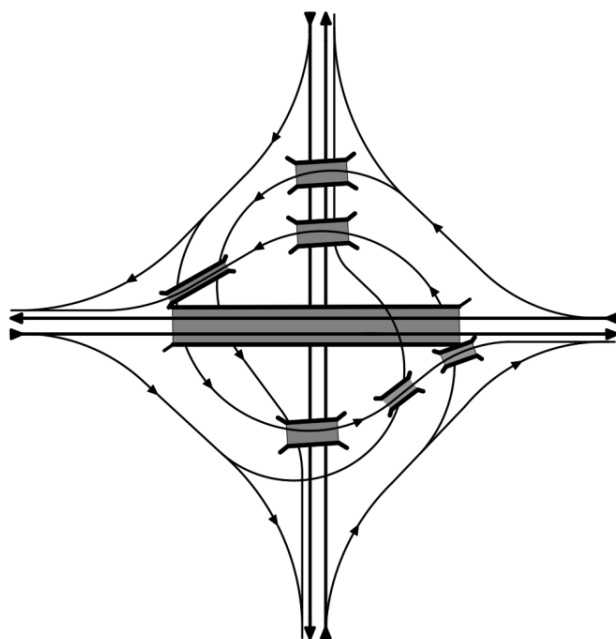
(7) Węzeł czterowlotowy turbina (rys. 4.5.1.8):

1) Charakterystyka węzła:

- a) węzeł o pełnej liczbie połączeń, symetryczny względem przecięcia się jezdni głównych, z 4 łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo) i 4 łącznicami półbezpośrednimi (skręty w lewo),
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - poprawa warunków ruchu na relacjach skrętu w lewo w stosunku do węzła z łącznicami pośrednimi,
 - brak odcinków przeplatania,
- c) przeciwwskazania stosowania:
 - stosowanie ograniczone do dróg klasy A i S, przy dużych natężeniach ruchu wszystkich relacji skrętu w lewo,
 - konieczność budowy 8 obiektów inżynierskich - wiaduktów,

2) W obszarze węzła należy stosować jezdnie zbierająco - rozprowadzające.

3) Węzeł zaleca się stosować tylko na drogach klasy A i S, krzyżujących się lub łączących się ze sobą.



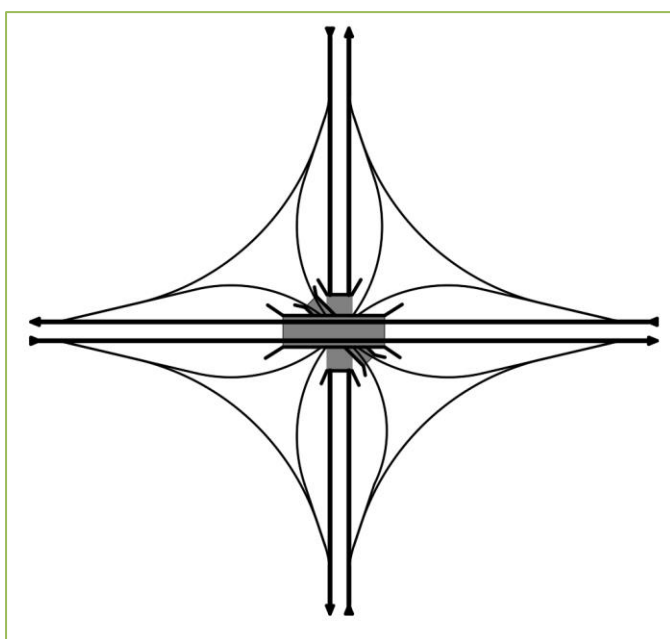
Rys. 4.5.1.8. Przykład węzła turbina

(8) Węzeł czterowlotowy krzyż maltański (rys. 4.5.1.9):

1) Charakterystyka węzła:

- a) węzeł o pełnej liczbie połączeń, symetryczny względem przecięcia się jezdni głównych, z 4 łącznikami bezpośrednimi (skręty w prawo) i 4 łącznikami półbezpośrednimi (skręty w lewo),
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - bardzo dobre warunki ruchu na relacjach skrętu w lewo,
 - brak odcinków przeplatania,
- c) przeciwskazania stosowania:
 - stosowanie ograniczone do dróg klasy A i S, przy dużych natężeniach ruchu wszystkich relacji skrętu w lewo,
 - konieczność budowy 3-poziomowego wiaduktu,
 - niekorzystny pod względem estetycznym – zakłócenie przestrzeni w krajobrazie.

2) Ze względu na dużą ingerencję w przestrzeni poprzez tworzenie silnie wyróżniającego się obiektu, węzła nie należy stosować na obszarach o niskiej zabudowie i na obszarach cennych historycznie.

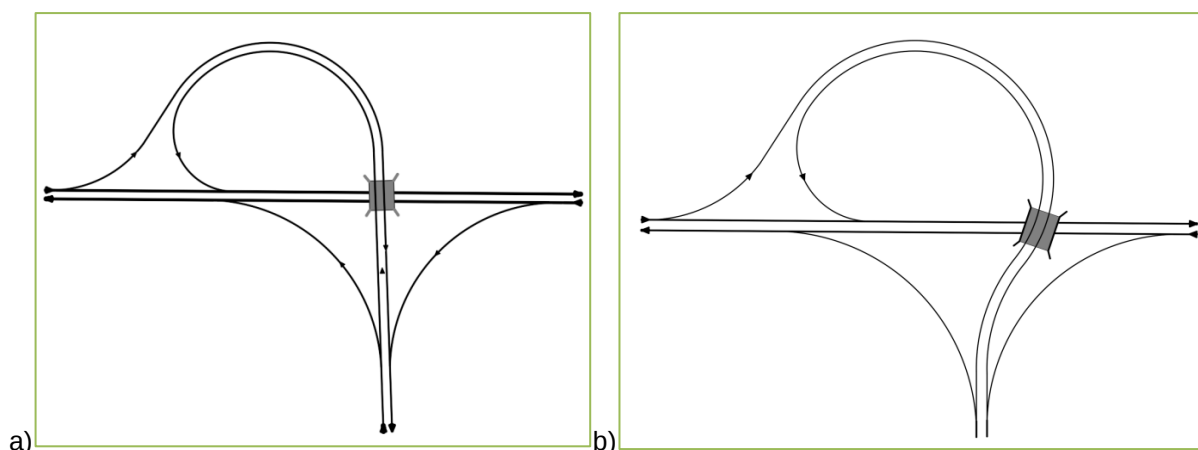


Rys. 4.5.1.9. Przykład węzła krzyż maltański

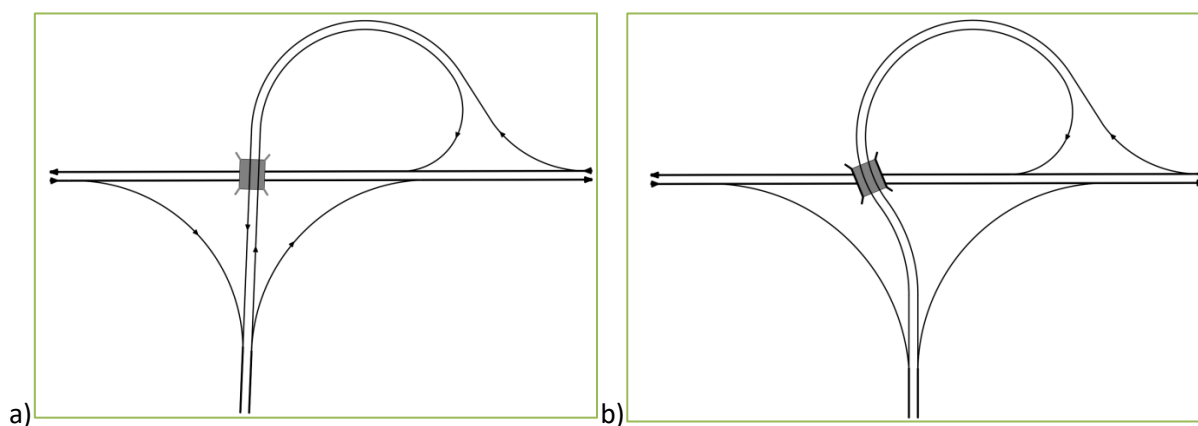
(9) Węzeł trójwlotowy trąbka lewa (rys. 4.5.1.10) i trąbka prawa (rys. 4.5.1.11):

1) Charakterystyka węzła:

- a) węzeł o pełnej liczbie połączeń, z 2 łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo), 1 łącznicą pośrednią i 1 łącznicą półpośrednią (skręty w lewo),
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - stosunkowo mała zajętość terenu,
 - jeden wiadukt,
 - korzystne warunki ruchu dla relacji skrętu w lewo z drogi poprzecznej (trąbka lewa),
 - możliwość funkcjonowania jako rozwiązanie etapowe np. przy docelowym węźle koniczyna,
- c) przeciwwskazania stosowania:
 - zazwyczaj długa prosta na drodze poprzecznej poprzedzająca mały promień łuku w planie, wjazd na łuk z dużymi prędkościami,
 - niekorzystne warunki ruchu relacji skrętu w lewo,
 - możliwe ograniczenia widoczności ze względu na ukształtowanie sytuacyjno-wysokościowe.



Rys. 4.5.1.10. Przykłady trąbki lewej



Rys. 4.5.1.11. Przykłady trąbki prawej

- 2) Nie zaleca się stosować przy łączących się drogach klasy A i S lub w przypadku dużych natężeń ruchu na „włączającej” się drodze.
- 3) Zaleca się stosowanie odgięcia jezdni drogi poprzecznej na dojeździe do węzła, co powinno powodować pożądaną redukcję prędkości przed wjazdem na łącznicę (rys. 4.5.1.10b i rys. 4.5.1.11b).
- 4) Wybór formy węzła trąbka, tj. trąbki lewej lub trąbki prawej zależy od:
 - a) kierunku drogi poprzecznej, przy kącie znacznie odbiegającym od kąta prostego. Preferencje wyboru jednej z form węzła wynikają z możliwości zastosowania łącznicy pośredniej o jak najbardziej korzystnych parametrach geometrycznych,
 - b) wielkości natężenia ruchu relacji skrętu w lewo, szczególnie przy dużej dysproporcji w natężeniach na obu relacjach skrętu w lewo. Przy dominującym natężeniu ruchu w lewo z jezdni głównej na drogę poprzeczną preferowanym rozwiązaniem jest trąbka prawa, a przy

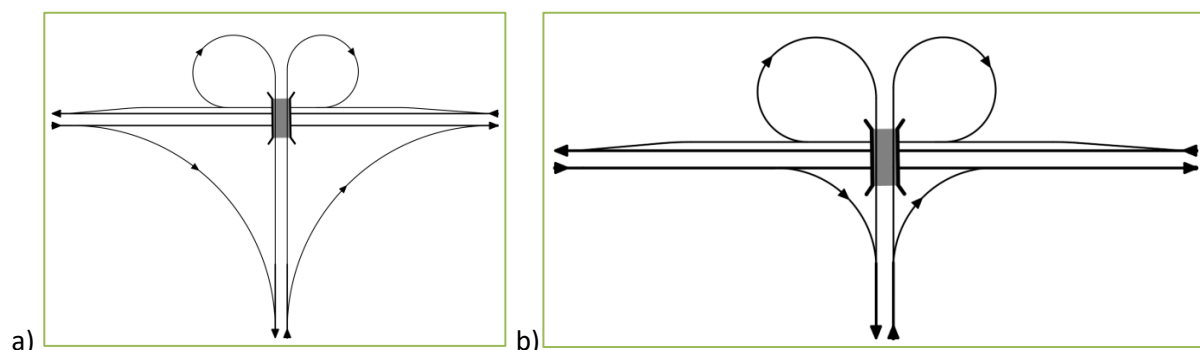
dominującym natężeniu ruchu w lewo z drogi poprzecznej na jezdnię główną preferowanym rozwiązaniem jest trąbka lewa.

- 5) Przy braku dysproporcji w natężeniach ruchu w lewo i kącie łączących się dróg zbliżonym do kąta prostego, rozwiązaniem korzystniejszym ze względu na warunki ruchu jest trąbka lewa.
- 6) Węzeł trąbka (lewa lub prawa) może być klasyfikowany jako węzeł typu WA lub typu WB w zależności od występowania na drodze poprzecznej skrzyżowania. Jeśli odległość pomiędzy granicą obszaru najbliższego skrzyżowania a granicą obszaru węzła jest mniejsza niż 450 m, to węzeł jest klasyfikowany jako węzeł typu WB. Jeśli odległość ta jest większa od 450 m na drodze poprzecznej, to węzeł jest klasyfikowany jako węzeł typu WA.
- 7) W przypadku zakwalifikowania na podstawie pkt. 6, węzła trąbka do węzła typu WB, dopuszcza się jednojezdniowy przekrój drogi poprzecznej.

(10) Węzeł trójwlotowy nożyczki (rys. 4.5.1.12):

1) Charakterystyka węzła:

- a) węzeł o pełnej liczbie połączeń, z 2 łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo) i 2 łącznicami pośrednimi (skręty w lewo),
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - stosunkowo mała zajętość terenu,
 - jeden wiadukt,
 - możliwość funkcjonowania jako rozwiązanie etapowe np. przy docelowym rozwiązaniu jako węzła koniczyna,
- c) przeciwwskazania stosowania:
 - zazwyczaj długa prosta na drodze poprzecznej poprzedzająca mały promień łuku w planie, wjazd na łuk z dużymi prędkościami,
 - niekorzystne warunki ruchu relacji skrętu w lewo,
 - możliwe ograniczenia widoczności,
 - występowanie odcinka przeplatania na jezdni głównej, jeśli brak jest jezdni zbierająco-rozprowadzającej,
 - nie zaleca się stosowanie jako rozwiązanie docelowe z wyjątkiem ulic.



Rys. 4.5.1.12. Przykłady węzła nożyczki

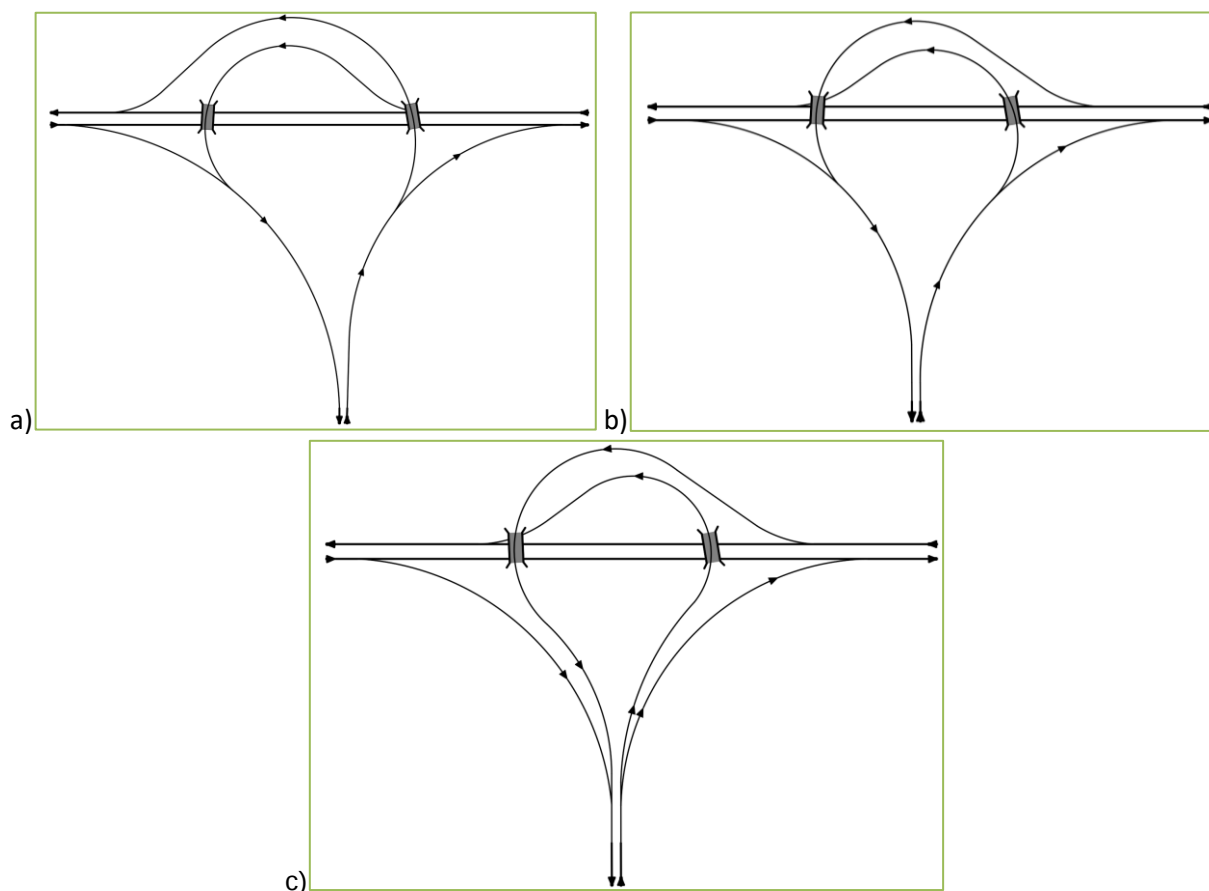
- 3) Nie należy stosować przy krzyżujących się drogach klasy A i S lub w przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków ruchu (ocena na podstawie analiz ruchu drogowego).
- 4) Zaleca się stosowanie odgięcia jezdni drogi poprzecznej na dojeździe do jezdni głównej krzyżującej się drogi.
- 5) W obszarze węzła zaleca się stosować jezdnię zbierająco - rozprowadzającą.
- 6) Wariant przedstawiony na rys. 4.5.1.12b może być stosowany jako rozwiązanie docelowe jako węzeł ulic przy ograniczeniach dostępności terenu.

(11) Węzeł trójwlotowy gruszka (rys. 4.5.1.13):

1) Charakterystyka węzła:

- a) węzeł o pełnej liczbie połączeń, z 2 łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo) i 2 łącznicami półbezpośrednimi (skręty w lewo). Wyróżnia się węzły gruszka prawa, gruszka lewa i wariant z odcinkiem przeplatania,
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - dobre warunki ruchu dla relacji skrętów w lewo,
- c) przeciwwskazania:
 - konieczność budowy 2 obiektów inżynierskich - wiaduktów,

- duża zajętość terenu.



Rys. 4.5.1.13. Przykłady węzła gruszka

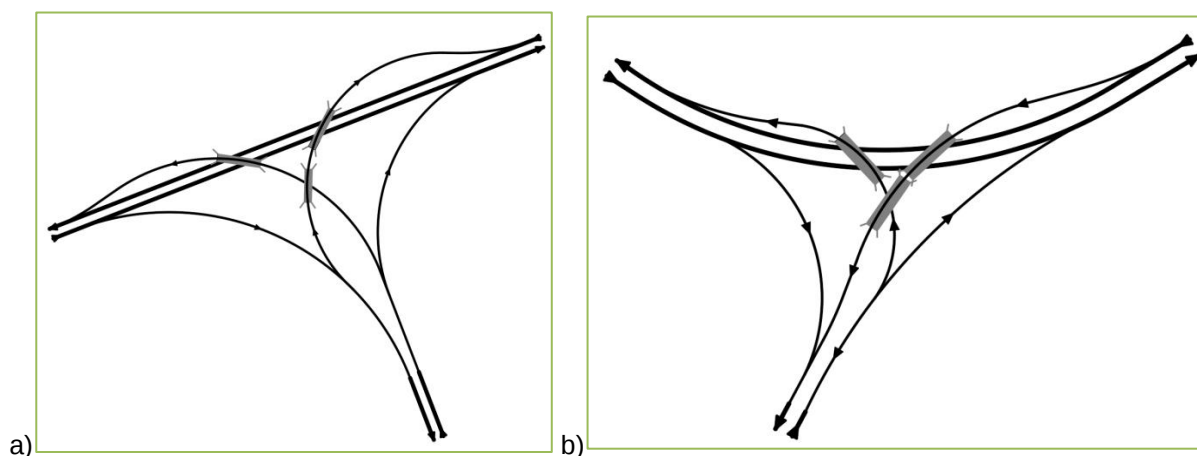
- 2) Węzeł gruszka prawa (rys. 4.5.1.13 b) jest korzystniejszym rozwiązaniem niż węzeł gruszka lewa (rys. 4.5.1.13 a), w związku z tym, jeżeli nie zachodzą uwarunkowania z pkt. 4, należy stosować węzeł gruszka prawa.
- 3) Zaleca się stosowanie węzła gruszka w wariacie z niezależnym prowadzeniem łącznic (rys. 4.5.1.14c).
- 4) W przypadku wyboru węzła gruszka, stosowanie wariantu gruszka lewa lub gruszka prawa zależy od:
 - a) kąta „łączenia” się dróg, szczególnie gdy ten kąt znacznie różni się od kąta prostego,
 - b) wielkości natężenia relacji skrzyżowania w lewo i występowania dużej dysproporcji tych natężeń.

(12) Węzeł trójwlotowy kierunkowy T i Y (rys. 4.5.1.14):

1) Charakterystyka węzła:

- a) węzeł o pełnej liczbie połączeń, z 2 łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo) i 2 łącznicami półbezpośrednimi (skręty w lewo). W wariacie zapewniającym istotną poprawę warunków ruchu wszystkie łącznice mogą być bezpośrednie. Węzeł T (rys. 4.5.1.14 a) występuje w przypadku kąta krzyżujących się dróg zbliżonego do kąta prostego, a krzyżujące się jezdnie główne mają przebieg w linii prostej w obszarze węzła. Węzeł Y (rys. 4.5.1.14 b) ma zastosowanie w przypadku, gdy kąt krzyżujących się dróg odbiega znacząco od kąta prostego lub jezdnie główne mają przebieg w łuku w planie,
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - dobre warunki ruchu na wszystkich relacjach,
 - duża przepustowość poszczególnych elementów węzłów,
 - dobra efektywność funkcjonowania w przypadku zbliżonych natężeń ruchu na poszczególnych kierunkach,
- c) przeciwwskazania stosowania:
 - występowanie 3 obiektów inżynierskich - wiaduktów,
 - duża zajętość terenu,

- w przypadku węzła Y może wystąpić problem włączania się do ruchu na jezdni głównej na łuku w planie.
- 2) Węzeł zaleca się stosować w przypadku łączenia się dróg klasy A i S między sobą, lub w przypadku łączenia się dróg klasy A i S z innymi drogami o znacznym natężeniu ruchu.



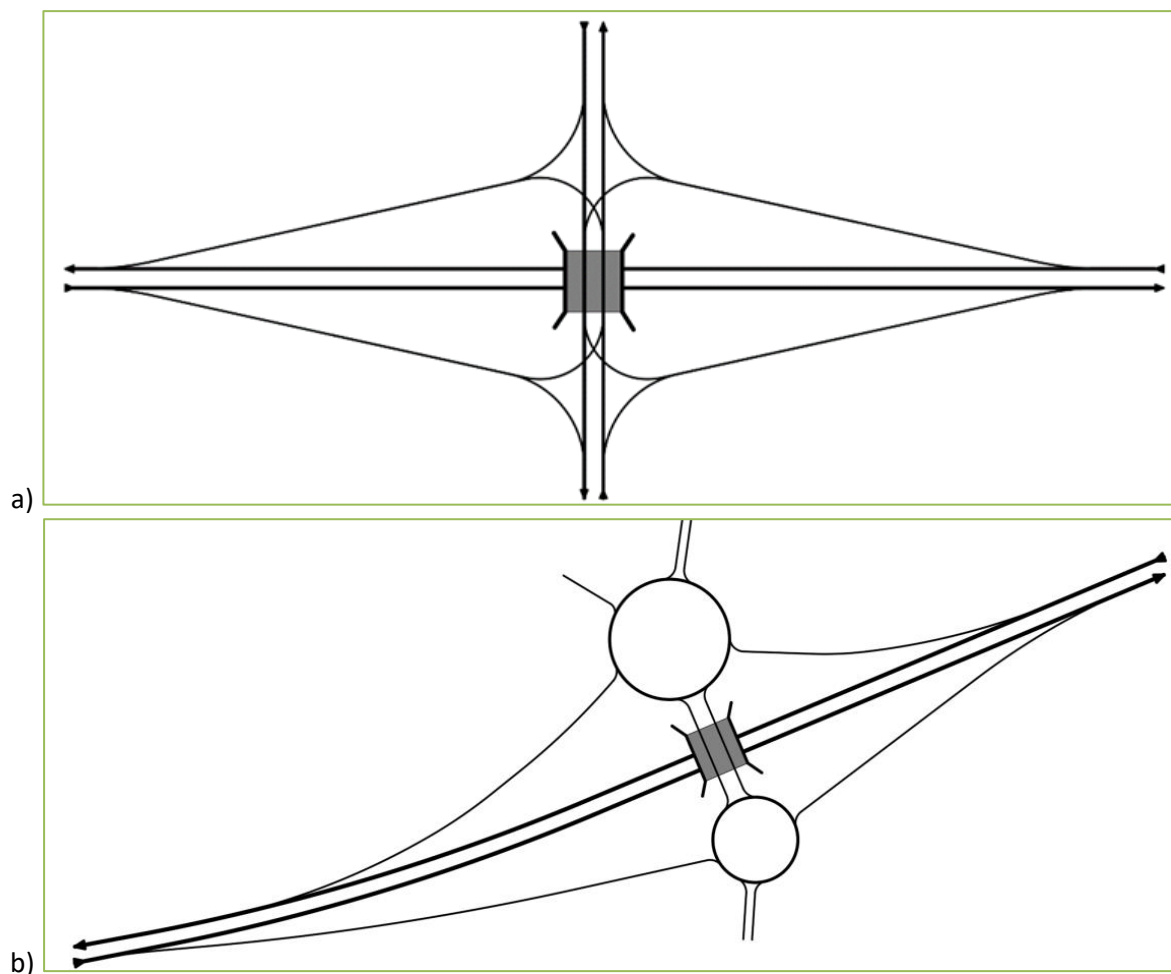
Rys. 4.5.1.15. Przykłady węzła kierunkowego trójwlotowego

4.5.2 Rodzaje i zasady projektowania węzłów typu WB

- (1) Skrzyżowania w obszarze węzła, należy lokalizować na drodze niższej klasy, a w przypadku występowania dróg tej samej klasy, na drodze o mniejszym natężeniu i/lub prędkości do projektowania.
- (2) Na drodze, gdzie nie ma zlokalizowanego skrzyżowania, nie występują punkty kolizji rozumiane jako przecinanie się potoków ruchu w jednym poziomie, a dostęp do jezdni głównych, dróg zbierająco-rozprowadzających oraz łącznic, zapewniany jest wyłącznie przez pasy włączania i wyłączania.
- (3) Na drodze, o której mowa w akapicie 2, w przypadku braku jezdni zbierająco – rozprowadzającej, zaleca się lokalizację wyjazdu z jezdni głównej przed wjazdem.
- (4) Czterowlotowe karo klasyczne (rys. 4.5.2.1):

1) Charakterystyka węzła:

- a) karo klasyczne - węzeł o pełnej liczbie połączeń, z 4 łącznicami jednokierunkowymi oraz wiaduktem przechodzącym zazwyczaj nad trasą główną,
 - b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - jeden zjazd z jezdni głównej,
 - możliwość zawracania na węźle,
 - brak odcinków przeplatania w obszarze węzła,
 - łatwość dostosowywania kształtu łącznic do nietypowych połączeń z drogami podrzędnymi,
 - możliwość połączenia z układem dróg lokalnych,
 - możliwość rozbudowy węzła etapami,
 - c) przeciwwskazania stosowania:
 - ryzyko wjazdu pod prąd na łącznice i jezdnię główną,
 - filary i przyczółki obiektu stanowią przeszkody boczne wymagające stosowania zabezpieczeń.
- 2) Typy skrzyżowań w obszarze węzła, na drodze poprzecznej należy dobierać na podstawie analiz ruchu drogowego, wymogów bezpieczeństwa i uwarunkowań związanych z otoczeniem węzła. Nie należy stosować skrzyżowań zwykłych, ze względu na zwiększone ryzyko wjazdu pod prąd na łącznice i jezdnię główną. Możliwe rozwiązania to:
- a) skrzyżowania skanalizowane bez sygnalizacji świetlnej,
 - b) skrzyżowania typu rondo,
 - c) skrzyżowania z sygnalizacją świetlną.
- 3) Węzeł może być stosowany w przypadku ulic i dróg zamiejskich. W przypadku ulic zaleca się stosować przebieg jezdni głównych drogi wyższej klasy pod obiektem.
- 4) Na drogach zamiejskich, jeżeli nie ma szczególnych uwarunkowań, zaleca się stosować jako element węzła skrzyżowania typu rondo.



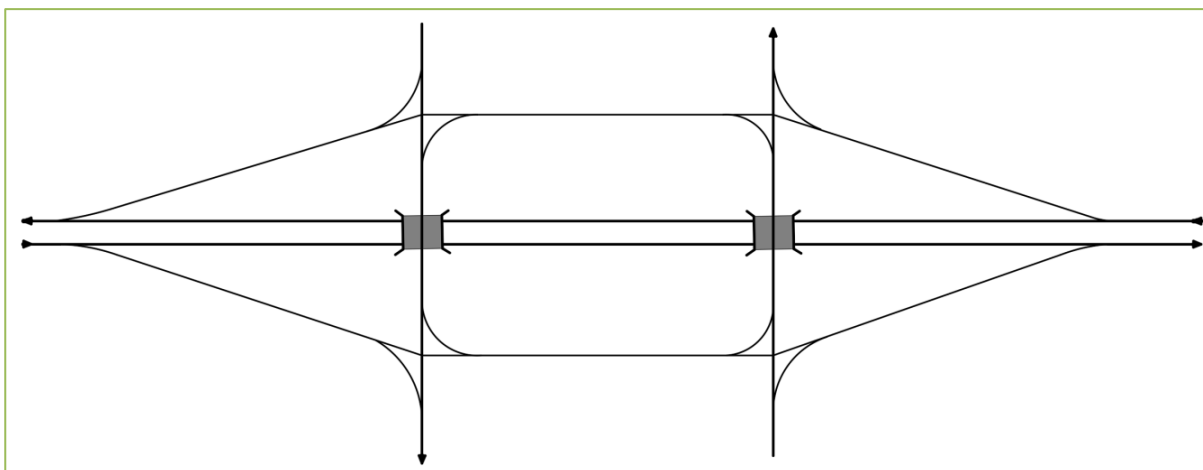
Rys. 4.5.2.1. Przykłady węzłów karo czterowlotowe klasyczne

(5) Czterowlotowe karo rozsunięte (rys. 4.5.2.2):

1) Charakterystyka węzła

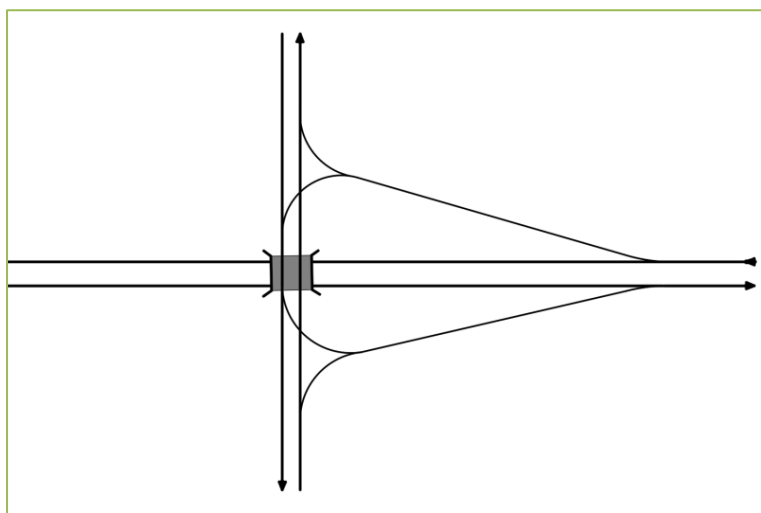
- a) karo rozsunięte - węzeł o pełnej liczbie połączeń, z 4 łącznicami jednokierunkowymi oraz dwoma wiaduktami, zlokalizowanymi zazwyczaj nad trasą główną. Możliwe zastosowanie w przypadku dróg poprzecznych jedno i dwujezdniowych,
 - b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - jeden zjazd z jezdni głównej,
 - możliwość zawracania na węźle,
 - brak odcinków przeplatania w obszarze węzła,
 - łatwość dostosowywania kształtu łącznic do nietypowych połączeń z drogami podrzędnymi,
 - możliwość rozbudowy węzła etapami,
 - dobre funkcjonowanie w warunkach miejskich,
 - zmniejszenie liczby punktów kolizji na poszczególnych skrzyżowaniach,
 - możliwość uproszczenia programów sygnalizacji świetlnej,
 - c) przeciwwskazania:
 - ryzyko wjazdu pod prąd na łącznice i jezdnię główną,
 - filary i przyczółki obiektu stanowią przeszkody boczne wymagające stosowania zabezpieczeń.
- 2) Węzeł zalecany do stosowania w przypadku ulic, szczególnie dwóch blisko siebie zlokalizowanych jednokierunkowych ulic poprzecznych, z koniecznością stosowania sygnalizacji świetlnej.

7)



Rys. 4.5.2.2. Przykład węzła karo rozsunięte

3) Dopuszcza się stosowanie w trudnych warunkach wariantu węzła półkaro (rys. 4.5.2.3) z sygnalizacją świetlną na skrzyżowaniach stanowiących elementy węzła.



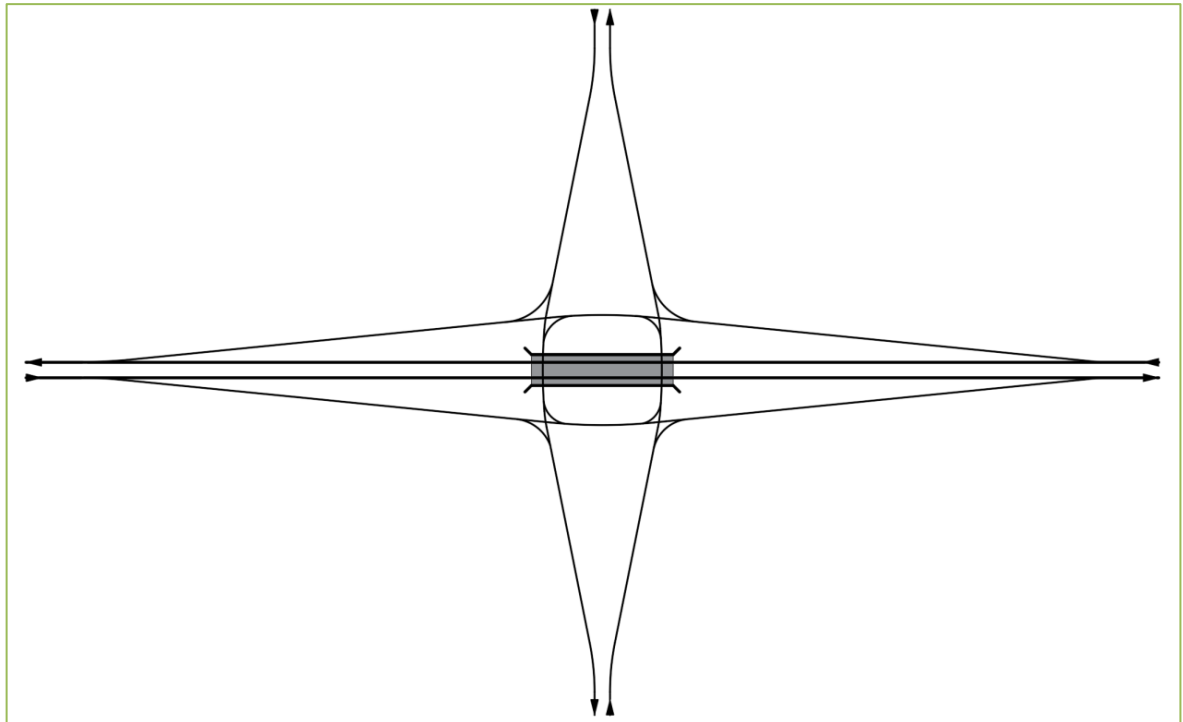
Rys. 4.5.2.3. Przykład węzłów półkaro

(6) Karo z wyspą centralną (rys. 4.5.2.4):

1) Charakterystyka węzła:

- a) karo z wyspą centralną - węzeł o pełnej liczbie połączeń, z 4 łącznikami jednokierunkowymi różniący się od klasycznego węzła karo, wyspą centralną zamiast zespołu dwóch skrzyżowań,
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - jeden zjazd z jezdni głównej,
 - możliwość zawracania na węźle,
 - brak odcinków przeplatania w obszarze węzła,
 - duża przepustowość węzła,
 - możliwość prowadzenie transportu zbiorowego na pasie dzielącym jezdnie drogi podrzędnej,
 - możliwość wykonania węzła trzypoziomowego z trasami biegnącymi nad i pod wyspą położoną w poziomie terenu,
- c) przeciwwskazania stosowania:
 - filary i przyczółki obiektu stanowią przeszkody boczne wymagające stosowania zabezpieczeń,
 - możliwość blokowania ruchu na wyspie centralnej,
 - dojazd do wyspy centralnej z dużą prędkością,
 - konieczność stosowania sygnalizacji świetlnej.

2) Zakres stosowania – przy krzyżowaniu się ulic ze zbliżonym, stosunkowo dużym natężeniem ruchu.



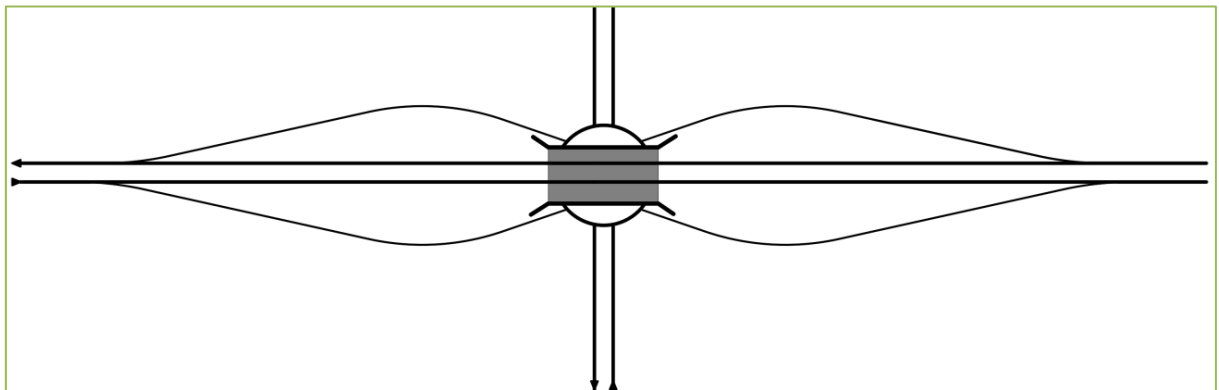
Rys. 4.5.2.4. Przykłady węzła karo z wyspą centralną

(7) Karo z rondem (rys. 4.5.2.5):

1) Charakterystyka węzła:

- a) karo trój-, cztero-, lub wielowłotowe z rondem – dwupoziomowy węzeł o pełnej liczbie połączeń, łączący drogą nadrzędną z jedną lub więcej drogami podrzędnymi, różniący się od klasycznego węzła karo występowaniem jednego ronda zamiast zespołu dwóch skrzyżowań,
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - stosunkowo mała zajętość terenu,
 - niewielka łączna długość łącznic,
 - możliwość zawracania,
 - łatwość dostosowania kształtu węzła do uwarunkowań lokalnych,
 - łatwość modernizacji,
- c) przeciwwskazania stosowania:
 - ryzyko blokowania się węzła przy zmiennych natężeniach ruchu w ciągu doby,
 - ryzyko wjazdu pod prąd na łącznice i jezdnię główną.

2) Zakres stosowania – na ulicach i drogach zamieszkanych, przy stosunkowo niewielkich natężeniach na drodze poprzecznej.



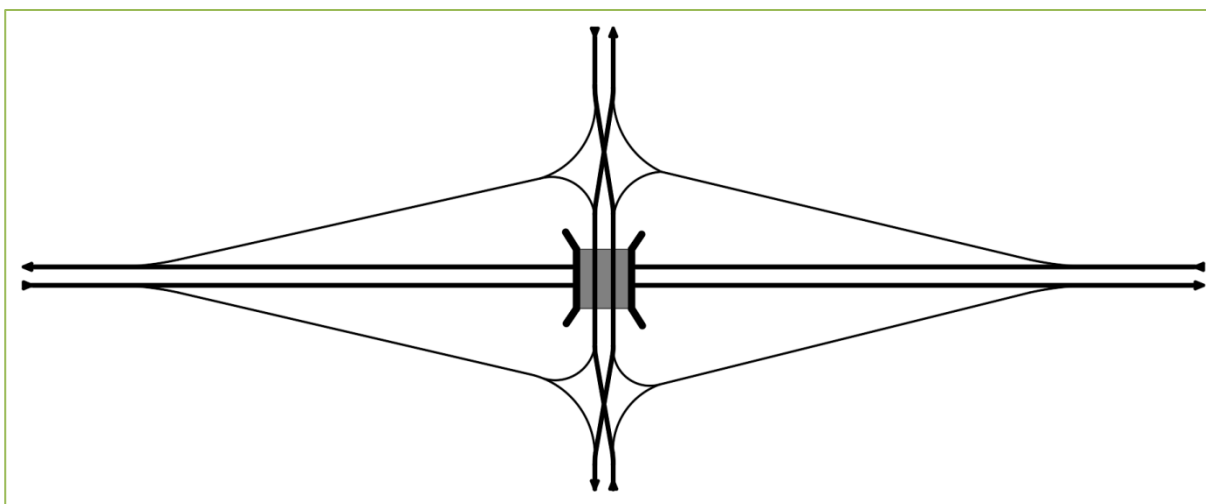
Rys. 4.5.2.5. Przykład węzła karo z rondem

(8) Węzeł czterowłotowe karo odwrócone (rys. 4.5.2.6):

1) Charakterystyka węzła:

- a) karo odwrócone - węzeł o pełnej liczbie połączeń, z 4 łącznicami jednokierunkowymi oraz wiaduktem przechodzącym nad trasą główną, na którym ruch prowadzony jest po lewej stronie drogi,
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - duża przepustowość węzła,
 - możliwość stosowania łącznic wielopasowych zwiększających przepustowość węzła,
 - relatywnie mała zajętość terenu,
 - zmniejszona liczba punktów kolizji,
- c) przeciwwskazania stosowania:
 - obniżona czytelność węzła,
 - nietypowe rozwiązania dla ruchu pieszego,
 - bezwzględna konieczność stosowania sygnalizacji świetlnej,
 - konieczność fizycznego rozdzielenia jezdni na odcinku pomiędzy skrzyżowaniami.

2) Węzeł możliwy do stosowania przy krzyżowaniu się drogi klasy S z drogą niższej klasy, w warunkach miejskich. Ze względu na bardzo nietypowe rozwiązanie, polegające na występowaniu ruchu lewostronnego na odcinku między skrzyżowaniami z sygnalizacją świetlną, jego zastosowanie wymaga wcześniejszych szczegółowych analiz z zakresu bezpieczeństwa ruchu drogowego.



Rys. 4.5.2.6. Przykład węzła karo „odwróconego”

(9) Węzeł półkoniczyna z pętlami naprzeciwległymi (rys. 4.5.2.7):

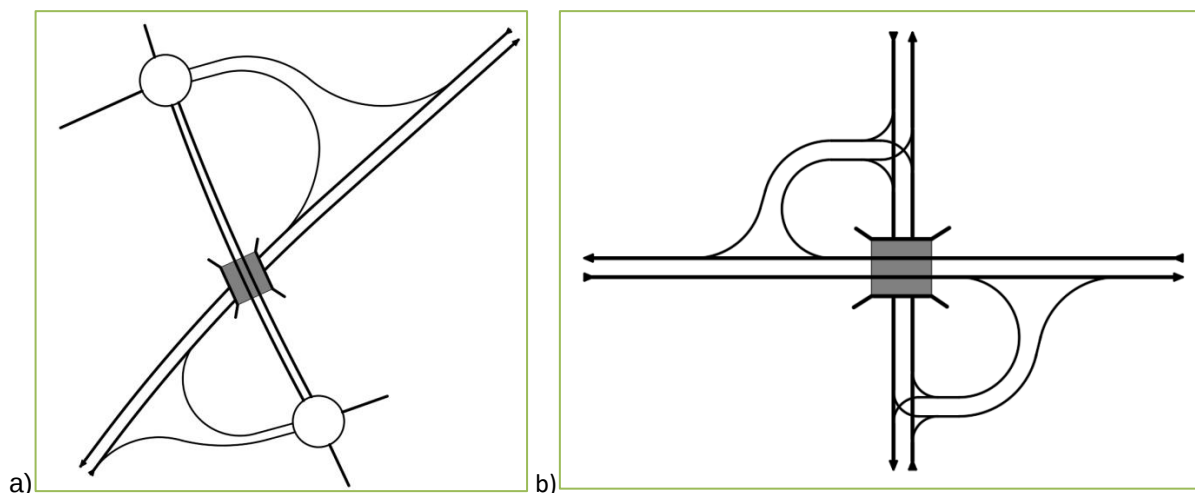
1) Charakterystyka węzła:

- a) półkoniczyna z pętlami naprzeciwległymi - węzeł o pełnej liczbie połączeń, w którym występują dwie łącznice bezpośrednie i dwie pętlowe łącznice pośrednie,
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - jeden wyjazd i wjazd na jezdni głównej (najpierw wyjazd, potem wjazd),
 - brak odcinków przeplatania w obszarze węzła,
 - możliwość rozbudowy węzła etapami do węzła typu WA koniczyna,
 - ograniczona zajętość terenu w wybranych częściach obszaru węzła,
- c) przeciwwskazania stosowania:
 - pogorszenie warunków ruchu na relacjach skrętu w lewo w stosunku do węzła karo,
 - występowanie dwukierunkowych łącznic z ryzykiem wjazdu pod prąd na łącznice i jezdnię główną.

2) Zakres stosowania – zaleca się stosować na terenach zamiejskich i podmiejskich. W miastach również może być stosowany, ale z ograniczeniami wynikającymi z zajętości terenu.

3) Typy skrzyżowań w obszarze węzła, na drodze poprzecznej należy dobierać na podstawie analiz ruchu drogowego, wymogów bezpieczeństwa i uwarunkowań związanych z otoczeniem węzła. Nie należy stosować skrzyżowań zwykłych, ze względu na zwiększone ryzyko jazdy pod prąd. Możliwe rozwiązania to:

- a) skrzyżowania skanalizowane bez sygnalizacji świetlnej,
- b) skrzyżowania typu rondo,
- c) skrzyżowania z sygnalizacją świetlną.



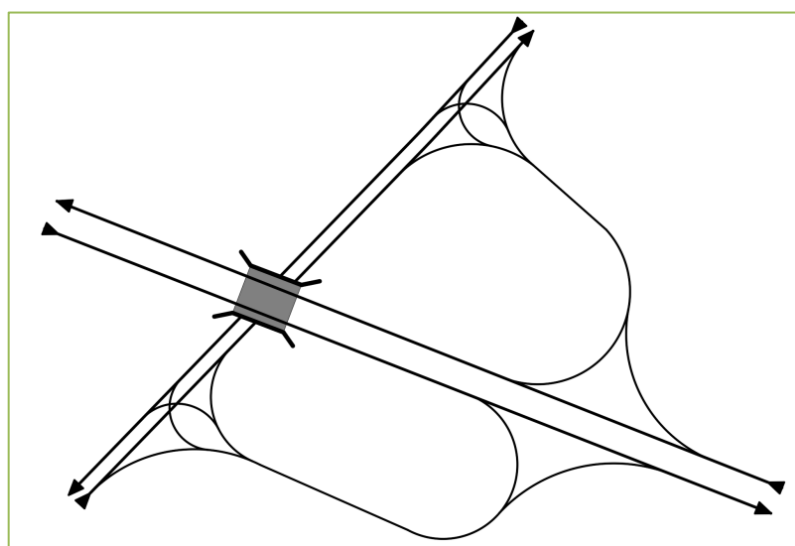
Rys. 4.5.2.7. Przykłady węzła półkoniczyna z pętlami naprzeciwległymi

(10) Węzeł półkoniczyna z pętlami przyległymi (rys. 4.5.2.8):

1) Charakterystyka węzła:

- a) półkoniczyna z pętlami przyległymi - węzeł symetryczny względem osi drogi o pełnej liczbie połączeń, w którym występują dwie łącznice bezpośrednie i dwie pętlowe łącznice pośrednie,
- b) zalety uzasadniające stosowanie:
 - przydatny w przypadku gdy droga podrzędna jest równoległa do przeszkody ciągłej,
 - ograniczona zajętość terenu,
 - możliwość przebudowy do węzła typu WA koniczyna,
- c) przeciwwskazania stosowania:
 - pogorszenie warunków ruchu na relacjach skrętu w lewo w stosunku do węzła karo,
 - występowanie dwukierunkowych łącznic z ryzykiem wjazdu pod prąd na łącznice i jezdnię główną.

2) Węzeł mający bardzo zbliżoną charakterystykę do węzła półkoniczyna z pętlami naprzeciwległymi, mający podobne zastosowanie, ale z dodatkową możliwością stosowania w trudnych warunkach terenowych, przy występującej przeszkodzie zlokalizowanej równolegle do drogi poprzecznej (rzeka, linia kolejowa z dworcem, zabudowa mieszkaniowa lub przemysłowo – usługowa).

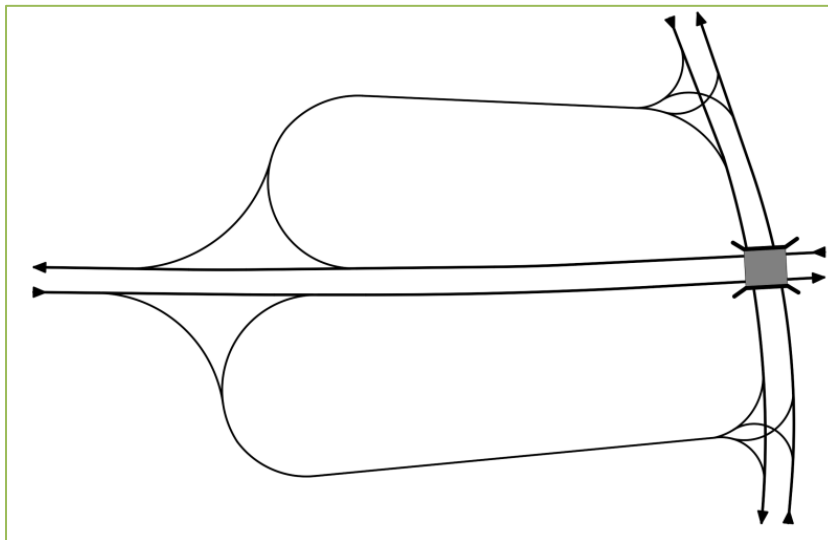


Rys. 4.5.2.8. Przykłady węzła półkoniczyna z pętlami przyległymi

(11) Węzeł harfa (rys. 4.5.2.9):

1) Charakterystyka węzła harfa jest bardzo zbliżona do węzła półkoniczyna z przyległymi pętlami. Różnica polega na wydłużeniu łącznic.

- 2) Geometria węzła harfa pozwala na mniejszą zajętość terenu niż w przypadku węzła półkoniczyna, co umożliwia jego stosowanie szczególnie w warunkach miejskich, przy ograniczonej dostępności terenu.

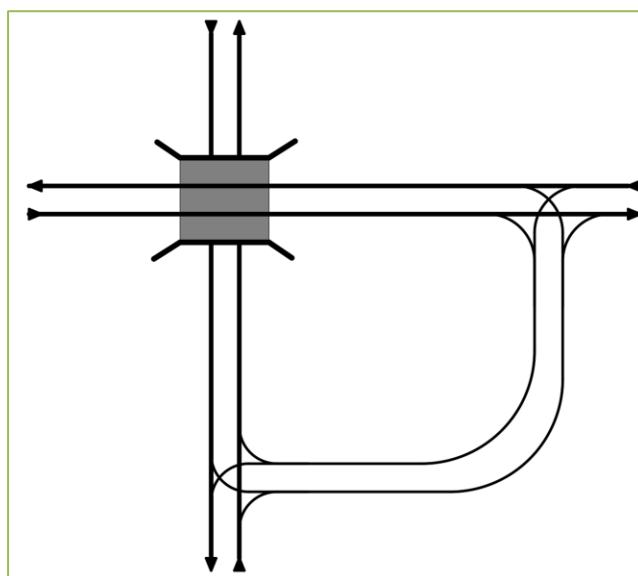


Rys. 4.5.2.9. Przykład węzła harfa

4.5.3 Zasady projektowania węzłów typu WC

(1) Węzły typu WC są specyficznym rozwiązaniem, którego stosowanie jest uwarunkowane następującymi czynnikami (rys. 4.5.3.1):

- 1) W przypadku dróg zamiejskich, gdy wielkości natężenia ruchu na relacjach na wprost, na jezdniach głównych, wymagałyby zastosowania sygnalizacji świetlnej, a ze względu na płynność ruchu nie jest ona zalecana,
- 2) Skrzyżowanie istniejące nie spełnia wymogów bezpieczeństwa i sprawności ruchu,
- 3) Konfiguracja terenu pozwala na krzyżowanie jezdni głównych w dwóch poziomach, przy stosunkowo niskich kosztach,
- 4) Zastosowanie skrzyżowania typu WC jako pierwszego etapu budowy węzła WB lub WA.



Rys. 4.5.3.1. Typowy schemat węzła typu WC

(2) Typy skrzyżowań w obszarze węzła, na obu krzyżujących się jezdniach głównych należy dobierać na podstawie analiz ruchu drogowego, wymogów bezpieczeństwa i uwarunkowań związanych

z otoczeniem węzła. Nie należy stosować skrzyżowań zwykłych, ze względu na zwiększone ryzyko jazdy pod prąd. Możliwe rozwiązania to:

- 1) Skrzyżowania skanalizowane bez sygnalizacji świetlnej,
 - 2) Skrzyżowania typu rondo (nie zalecane, w przypadku dużych natężeń ruchu na jezdniach głównych),
 - 3) Skrzyżowania z sygnalizacją świetlną, gdy inne typy skrzyżowania nie zapewniają wymaganej przepustowości.
- (3) Parametry skrzyżowań w węzłach typu WC należy przyjmować na podstawie WRD- 31-1.

5. Dane do projektowania węzłów

5.1 Zasady ogólne

(1) Zakres danych niezbędnych do projektowania węzłów zależy od stadium projektowania, klas krzyżujących się dróg oraz ich lokalizacji.

(2) Wybór typu węzła oraz jego rozwiązanie w projekcie koncepcyjnym, należy ustalić biorąc pod uwagę:

- 1) Klasy krzyżujących się dróg,
- 2) Rodzaj węzła,
- 3) Liczbę pasów w obszarze węzła: na jezdniach głównych, łącznicach, jezdniach zbierająco-rozprowadzających,
- 4) Pochylenie podłużne drogi,
- 5) Lokalizację drogi na terenie zabudowy lub poza terenem zabudowy,
- 6) Dostępności do drogi (gęstość wjazdów i wyjazdów),
- 7) Ograniczenia prędkości na jezdni głównej,
- 8) Natężenie ruchu drogowego.

(3) Dane o ruchu powinny obejmować następujące parametry, bezpośrednio charakteryzujące ruch w roku prognozy oraz – w odniesieniu do węzłów przebudowywanych – bezpieczeństwo ruchu w stanie istniejącym:

- 1) Miarodajne natężenia ruchu samochodowego na wszystkich wlotach wraz ze strukturą rodzajową i kierunkową oraz współczynnikiem nierównomierności godzinowej k_{15} ,
- 2) W przypadku przebudowy dane o wypadkach drogowych (z okresu co najmniej 3 lat) wraz określeniem ich okoliczności.

5.2 Miarodajne natężenie ruchu

(1) Pod pojęciem miarodajnego natężenia ruchu należy rozumieć natężenie ruchu w ustalonej godzinie (wg akapitu 2), panujące w roku prognozy na węźle drogowym:

- 1) 30 rok dla nowobudowanych dróg liczony od roku zakończenia inwestycji dla autostrad oraz dróg ekspresowych,
- 2) 20 rok dla nowobudowanych dróg liczony od roku zakończenia inwestycji dla dróg klasy głównej ruchu przyspieszonego oraz głównej,
- 3) 15 rok dla modernizowanych dróg liczony od roku zakończenia przebudowy dla autostrad oraz dróg ekspresowych,
- 4) 10 rok dla modernizowanych dróg liczony od roku zakończenia przebudowy dla dróg klasy głównej ruchu przyspieszonego oraz głównej,
- 5) W wybranych przypadkach możliwie jest ustalenie innego roku prognozy. Niezbędne jest uzgodnienie przyjętych założeń z właściwym zarządcą drogi.

(2) Miarodajnym natężeniem jest natężenie w 50 godzinie w roku dla prognozowanych natężeń ruchu, wyznaczone na podstawie udziału godziny szczytowej w średnim dobowym natężeniu ruchu (SDRR),

(3) W obliczeniach udziału godziny miarodajnej w SDRR dla prognozowanych natężeń ruchu należy uwzględnić wyniki pomiarów z referencyjnych stacji ciągłych pomiarów ruchu lub wykorzystać metodę szacowania udziału zgodnie z właściwą instrukcją oceny warunków ruchu.

(4) Współczynniki sezonowych wahań ruchu oraz tygodniowych wahań ruchu powinny zostać wyznaczone na podstawie aktualnie obowiązujących przepisów.

(5) Natężenie miarodajne powinno być wyznaczone z uwzględnieniem struktury kierunkowej oraz udziału pojazdów ciężkich (struktura rodzajowa).

(6) Współczynnik nierównomierności godzinowej oraz współczynniki przeliczeniowe na pojazdy umowne powinny zostać przyjęte na podstawie aktualnie obowiązującej instrukcji oceny warunków ruchu.

5.3 Prognozowanie ruchu

- (1) Prognozowanie natężenia ruchu na węzłach wykonuje się na etapach: studium techniczno – ekonomiczno – środowiskowego (STES), koncepcji programowej, projektu budowlanego.
- (2) Prognozę ruchu należy wykonać zgodnie z następującymi dokumentami: „Stadia i skład dokumentacji projektowej dla dróg i mostów w fazie przygotowania zadań” [7] oraz „Niebieską Księgą – Infrastruktura drogowa” [8].
- (3) Prognozy ruchu należy wykonać z wykorzystaniem aktualnego Krajowego Modelu Ruchu [9] lub regionalnych modeli ruchu.

5.4 Pomiary natężenia ruchu

- (1) Pomiary natężenia ruchu wykonuje się na istniejących węzłach w okresie eksploatacji drogi.
- (2) Pomiary ruchu drogowego dla ustalenia maksymalnego natężenia ruchu w godzinie szczytu porannego oraz popołudniowego, należy prowadzić w typowym dniu tygodnia, w godzinach 6-20, w miesiącach kwiecień – maj i wrzesień - październik, zgodnie z przyjętymi założeniami zarządcy drogi dla prowadzenia pomiarów krótkotrwałych, np. na podstawie [5], [6].
- (3) Pomiary ruchu nie powinny być wykonywane w tygodniach, w których występują dni świąteczne lub wolne od pracy.
- (4) W przypadku występowania dużego udziału ruchu turystycznego i/lub rekreacyjnego, wskazane jest wykonanie pomiarów dodatkowych w okresie zwiększonego ruchu w dni powszednie oraz w niedzielę (w przypadku przedłużonych weekendów w ostatnim dniu wolnym od pracy).
- (5) Dopuszcza się wykonywanie pomiarów ruchu drogowego w innych terminach, po uzgodnieniu z właściwym zarządcą drogi.

6. Wymagania funkcjonalno - techniczne dla węzłów

6.1 Zasady ogólne

(1) Wymagania funkcjonalno – techniczne wynikają z funkcji węzła uwarunkowanej funkcją krzyżujących lub łączących się dróg, położeniem węzła i charakterem jego otoczenia.

(2) Należy rozróżniać zamiejskie i miejskie funkcje węzła, wynikające z odmiennych uwarunkowań funkcjonowania węzła dotyczących:

- 1) Cech bezpośredniego otoczenia oraz ograniczeń przestrzennych i środowiskowych,
- 2) Oczekiwań użytkowników związanych z motywacjami i odległościami wykonywanych podróży,
- 3) Udziału użytkowników niezmotoryzowanych,
- 4) Organizacji ruchu transportu zbiorowego.

(3) Podstawowe wymagania funkcjonalno – techniczne dla węzłów dotyczą zapewnienia [13]:

- 1) Połączeń pomiędzy krzyżującymi się drogami,
- 2) Bezpieczeństwa wszystkich użytkowników węzła,
- 3) Sprawności ruchowej elementów węzła na ustalonym poziomie warunków ruchu,
- 4) Przejezdności węzła; w przypadkach szczególnych dla pojazdów nienormatywnych i przewożących towary niebezpieczne.

(4) Wymagania w zakresie zapewniania połączeń uwarunkowane są:

- 1) Położeniem węzła w sieci drogowej (położenia względem innych węzłów),
- 2) Typem węzła,
- 3) Zagospodarowaniem przestrzennym otoczenia węzła.

(5) Wymagania w zakresie zapewniania właściwych warunków i bezpieczeństwa ruchu na węzłach dotyczą:

- 1) Geometrycznego ukształtowania elementów węzła,
- 2) Utrzymania węzła,
- 3) Zarządzania ruchem na węźle,
- 4) Odwodnienia węzła,
- 5) Oświetlenia węzła,
- 6) Stosowania urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego,
- 7) Stosowania innych urządzeń towarzyszących.

(6) Stosowanie w/w wymagań uwarunkowane jest uwzględnieniem takich parametrów jak:

- 1) Miarodajne (prognozowane) natężenie ruchu, jego struktura kierunkowa i rodzajowa wszystkich użytkowników drogi,
- 2) Prędkość do projektowania dla poszczególnych elementów węzła,
- 3) Typ pojazdu miarodajnego.

(7) Projektowane rozwiązania powinny być sprawdzone pod względem:

- 1) Warunków ruchu i przepustowości,
- 2) Przejezdności,
- 3) Warunków widoczności,
- 4) Uwarunkowań ekonomicznych,
- 5) Uwarunkowań estetycznych,
- 6) Uwarunkowań środowiskowych.

6.2 Jednorodność i elastyczność rozwiązań

6.2.1 Jednorodność rozwiązań

(1) Elementy węzła obejmujące: jezdnie główne; wyjazdy; wjazdy; jezdnie zbierająco-rozprowadzające i odcinki przeplatania powinny mieć typowe formy, łatwo rozpoznawalne przez uczestników ruchu z uwzględnieniem:

- 1) Stosowania podobnych zakresów wartości parametrów geometrycznych poszczególnych elementów węzła w ciągu drogi i w obrębie jednego węzła, w dostosowaniu do klasy drogi i jej funkcji,
- 2) Możliwości różnicowania parametrów geometrycznych poszczególnych elementów węzła w zależności od klasy drogi, lecz bez zmiany podstawowego kształtu danego elementu,
- 3) Jednolitej w ciągu drogi zasady rozmieszczania i wzajemnego łączenia poszczególnych elementów węzła.

(2) W ciągu drogi zaleca się stosować zbliżone typy wyjazdów z ich lokalizacją przed obiektami inżynierskimi związanymi z przecinaniem się jezdni głównych. Przy różnych formach geometrycznych sąsiadujących węzłów jednolitość wyjazdów można uzyskać stosując jezdnie zbierająco-rozprowadzające rozpoczynające się wyjazdem zlokalizowanym zgodnie z powyżej podaną zasadą.

(3) Forma geometryczna węzła powinna być taka, aby wyjazd z jezdni głównej poprzedzał wjazd na jezdnię główną.

(4) Zaleca się stosować takie same typy odcinków przeplatania na sąsiadujących węzłach, z uwzględnieniem ograniczeń wynikających z klasy drogi i dopuszczalnej prędkości.

(5) Przy odległościach między węzłami mniejszych niż 5 km należy stosować takie same prędkości do projektowania w obszarze węzła i na jego elementach.

(6) Zaleca się stosowanie podobnych form geometrycznych węzłów typu WB w ciągu drogi, z uwzględnieniem zaleceń stosowania poszczególnych typów podanych w rozdz. 4.

(7) Odstępstwa od zasad i zaleceń podanych w akapitach 1 – 6 są dopuszczalne w przypadku trudnych warunków, jeśli zastosowane będą rozwiązania kompensacyjne oraz w przypadku węzłów na drogach klasy G i niższej.

6.2.2 Funkcjonalność i elastyczność

(1) Funkcjonalność węzła jest określana przez stopień spełnienia wymagań wynikających z:

- 1) Roli węzła jako elementu sieci dróg lub ulic zapewniającego ich wzajemne powiązanie wraz z obsługą uczestników ruchu na tych drogach lub ulicach,
- 2) Natężenia ruchu i struktury kierunkowej ruchu pojazdów,
- 3) Struktury rodzajowej ruchu pojazdów,
- 4) Występowania pojazdów innych niż pojazdy samochodowe,
- 5) Występowania ruchu pieszych i rowerów.

(2) Węzeł powinien zapewniać swobodę wyboru kierunku jazdy, jeśli nie stosuje się ograniczeń tej swobody wynikających z przyjętych metod zarządzania ruchem lub nie jest to uzasadnione ekonomicznie.

(3) Warunki ruchu na poszczególnych elementach węzła powinny odpowiadać ustalonym przez zarządcę drogi w powiązaniu z klasą i funkcją dróg w węźle.

(4) Ustalając wymagany poziom swobody ruchu w węźle należy uwzględnić okresowe wahania natężenia ruchu. Skutkiem tych wahań nie może być okresowe wyczerpywanie przepustowości elementów węzła powodujące zatory.

(5) Zakres możliwych połączeń w węźle powinien uwzględniać potrzeby służb utrzymania i służb ratowniczych.

(6) Parametry geometryczne węzła i jego forma powinny umożliwiać awaryjny dojazd do jezdni głównych przez pojazdy służb ratowniczych, także w przypadkach występowania zatorów. W tym celu szerokości przekroju łącznic obejmujące jezdnię i pobocza powinny umożliwiać ominięcie zatrzymanego pojazdu.

(7) Rozwiązania węzła powinny umożliwiać jego funkcjonowanie w czasie okresowego wyłączenia z ruchu jednej jezdni, co najmniej w odniesieniu do jezdni, która nie jest wyłączona z ruchu.

(8) W obszarze węzła należy zapewnić ciągłość dróg dla pieszych i rowerzystów, jeśli te rodzaje ruchu występują w ciągu dróg dochodzących do węzła.

6.3 Przejezdność węzłów

(1) Węzeł powinien spełniać warunki przejezdności dla wszystkich relacji kierunkowych.

(2) Przejezdność węzła oznacza możliwość przejazdu pojazdu przyjętego za miarodajny przez wszystkie elementy węzła, bez zakłóceń ruchu na kierunku, na którym się on porusza i bez utrudnień dla ruchu pojazdów na sąsiadujących pasach ruchu oraz bez zajmowania wydzielonych stref dla pieszych i rowerzystów.

(3) Analiza przejezdności węzła typu WB i WC w szczególności powinna obejmować warunki przejezdności elementów kolizyjnych: wlotów i wylotów skrzyżowań skanalizowanych oraz pełną przejezdność pasów ruchu na rondach, stanowiących elementy węzła.

(4) Ocena warunków przejezdności powinna obejmować nałożenie na plan sytuacyjny projektowanych elementów węzła trajektorii ruchu pojazdów obejmujących:

- 1) Obrys kół pojazdu w czasie przejazdu,
- 2) Obrys skrzyni ładunkowej w czasie przejazdu,
- 3) Porównanie usytuowania wyznaczonych obrysów w przekrojach projektowanych jezdni. W ramach analizy przejezdności należy sprawdzić, czy oba te elementy spełniają wymagania opisane w akapitach 5-8.

(5) Szerokości pasów ruchu na jezdniach stanowiących część węzła należy projektować w taki sposób, aby w krytycznych przekrojach jezdni obrys kół pojazdu miał zachowane obustronne zewnętrzne rezerwy o szerokości nie mniejszej niż 0,50 m do krawędzi nawierzchni.

(6) Dopuszcza się zachodzenie obrysu skrzyni pojazdu poza obrys krawędzi jezdni, nie więcej jednak niż na szerokość do 0,50 m, pod warunkiem przebiegu tego obrysu w całości w szerokości opaski oraz zachowania odległości 0,50 m do projektowanych lub istniejących urządzeń bezpieczeństwa ruchu, a także innych urządzeń.

(7) Nie dopuszcza się do wychodzenia obrysu skrzyni pojazdu poza krawędzie jezdni w przypadku usytuowania przy tych krawędziach chodnika, ścieżki rowerowej, drogi dla pieszych i rowerów oraz wysp azylu.

(8) Nie dopuszcza się do wychodzenia obrysu skrzyni pojazdu poza krawędzie pasa ruchu na wlocie wielopasowym skrzyżowania, jezdni ronda wielopasowego oraz ronda turbinowego.

(9) W przypadku braku spełnienia wymaganych warunków przejezdności, należy odpowiednio poszerzyć przekrój jezdni lub pasa ruchu. Zaleca się na poszerzeniach wlotów i wylotów stosowanie nawierzchni z bruku w celu ograniczenia prędkości jazdy samochodów osobowych.

(10) Wskazane jest wykonywanie analizy przejezdności na etapie projektowania z użyciem programu komputerowego. W przypadku braku możliwości użycia programu należy wykorzystać szablony korytarzy ruchu pojazdów zamieszczone w WRD-31-1.

6.4 Oświetlenie węzłów

(1) Obszar węzła drogowego, ze względów bezpieczeństwa ruchu ma być oświetlony, gdy:

- 1) Zlokalizowany jest w obszarze oświetlonym,
- 2) Jedna z dróg tworząca węzeł jest oświetlona,
- 3) Znajduje się na drodze klasy A lub S,
- 4) W obszarze węzła występują skrzyżowania na drodze klasy GP,
- 5) W obszarze węzła występują skrzyżowania skanalizowane, z sygnalizacją świetlną lub ronda.

(2) Zaleca się projektowanie oświetlenia na wszystkich pozostałych węzłach.

(3) W przypadku oświetlenia węzłów konieczne jest stosowanie strefy przejściowej.

6.5 Odwodnienie węzłów

(1) W celu prawidłowego funkcjonowania elementów węzła drogowego, zapewnienia bezpieczeństwa jego użytkowników i trwałości konstrukcji, należy zapewnić sprawne odprowadzenie wody z całego pasa drogowego węzła. W tym celu należy wykonać sprawnie funkcjonujący system odwodnienia powierzchniowego oraz, jeżeli zachodzi taka potrzeba, system odwodnienia wgłębного.

(2) Odwodnienie drogi powinno być zgodne z wymogami ochrony środowiska a w szczególności z warunkami decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach realizacji inwestycji.

(3) Na system odwodnienia powierzchniowego składają się:

- 1) Nadanie jezdni i poboczom odpowiednich spadków poprzecznych i podłużnych,
- 2) Odpowiednie wzniesienie korpusu drogi ponad przyległy teren,
- 3) Odwadniające rowy przydrożne i stokowe,
- 4) Lokalna regulacja rzek i potoków, o ile zachodzi taka potrzeba,
- 5) Przepusty służące przeprowadzeniu wód pod drogą lub łącznicą,
- 6) Kanalizacja deszczowa.

(4) System odwodnienia wgłębnego polega na:

- 1) Ujęciu wód znajdujących się poniżej powierzchni terenu na szerokości pasa drogowego, szczególnie gdy woda gruntowa położona jest w strefie przemarzania gruntu,
- 2) Odprowadzeniu wód podziemnych poza obręb korpusu drogi (w tym również pasa dzielącego) lub łącznicy.

(5) Wymiary i parametry urządzeń odwadniających powinny być przyjmowane na podstawie obliczeń hydraulicznych. Obliczenia hydrauliczne urządzeń odwadniających powinny być wykonane zgodnie z Polską Normą [3].

(6) Parametry urządzeń do odwodnienia wgłębnego drogi powinny być określone na podstawie badań gruntowo-wodnych podłoża.

(7) Podstawowym zabiegiem zapewniającym prawidłowe odwodnienie drogi jest odpowiednie ukształtowanie elementów korpusu drogowego oraz terenu pasa drogowego w obszarze węzła.

(8) Odwodnienie drogi należy tak zaprojektować, aby woda z korony drogi mogła być odprowadzana poza korpus drogowy w sposób nie stanowiący przeszkód dla ruchu i zgodnie z wymogami ochrony środowiska.

(9) Wody deszczowe (lub roztopowe) spływające z drogi, łącznic i innych elementów węzła powinny być przejmowane przez odwodnienie powierzchniowe w postaci rowów lub ścieków, albo przez kanalizację deszczową. Kanalizację deszczową można wykonywać gdy nie ma możliwości odprowadzenia wody za pomocą urządzeń do powierzchniowego odwodnienia lub gdy wymagają tego przepisy odrębne oraz gdy wykonanie i utrzymanie kanalizacji deszczowej jest ekonomicznie bardziej uzasadnione.

(10) Odbiornikami wód opadowych i roztopowych odprowadzanych z dróg mogą być:

- 1) Urządzenia kanalizacyjne,
- 2) Naturalne ciekły powierzchniowe,
- 3) Zbiorniki infiltracyjne.

(11) Wody odprowadzane z pasa drogowego węzła powinny spełniać wymagania określone w decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach oraz w pozwoleniu wodnoprawnym.

(12) Przed odprowadzeniem wody z obszaru węzła wskazane jest jej retencjonowanie na jego terenie w celu rozłożenia w czasie spływu wód opadowych do odbiorników. W tym celu należy wykorzystać części węzła nie wykorzystywane bezpośrednio do prowadzenia ruchu samochodowego, rowerowego czy pieszego np. teren między łącznicami a drogami krzyżującymi się na węźle.

6.6 Zarządzanie ruchem na węzłach

(1) Zarządzanie ruchem obejmuje zespół działań mających na celu możliwie najlepsze wykorzystanie infrastruktury drogowej w obrębie węzłów do zapewnienia bezpiecznego i efektywnego ruchu pojazdów. Realizacja tego zadania polega na zaprojektowaniu, wdrożeniu i eksploatacji systemu organizacji ruchu oraz nadzorze nad ruchem drogowym.

(2) Sterowanie ruchem jest jednym z zespołu działań zarządzania ruchem i obejmuje regulowanie ruchu pojazdów w celu zapewnienia przejazdu z efektywnym wykorzystaniem środków technicznych, przy zapewnieniu właściwego bezpieczeństwa i niezawodności podróżowania.

(3) Wymagania w zakresie zarządzania ruchem na węzłach dotyczą:

- 1) Umieszczania w pasie drogowym infrastruktury umożliwiającej zarządzanie ruchem (infrastruktury teletechnicznej i urządzeń sterowania ruchem). Urządzenia sterowania to urządzenia sterujące, wykonawcze, detekcyjne i systemy łączności umożliwiające realizację procesu sterowania.

- 2) Wykorzystania infrastruktury w działaniach dotyczących zarządzania ruchem takich jak [11]:
- c) informowanie o: czasach przejazdu, zdarzeniach drogowych i odległości do miejsca zdarzenia, robotach drogowych lub utrudnieniach i ich skutkach dla ruchu, wydarzeniach specjalnych, objazdach, zalecanej prędkości oraz ostrzeżeniach i poleceniach dla kierowców,
 - d) informowanie o warunkach pogodowych i niekorzystnym stanie nawierzchni (szczególnie istotne w obrębie wiaduktów podatnych np. na gołoledź oraz w sytuacji ograniczonej widoczności),
 - e) informowanie o ograniczeniu widoczności np.: zadymienie, smog, gęsta mgła, intensywne opady śniegu,
 - f) informowanie o planowanych remontach,
 - g) informowanie o komunikatach systemu Child alert,
 - h) informowanie o dojazdach do miejsc imprez masowych,
 - i) sterowanie prędkością i pojazdami na pasach jezdni,
 - j) pozyskiwanie danych o pojazdach w celach statystycznych oraz związanych z wykrywaniem zdarzeń losowych,
 - k) pozyskiwanie obrazu ruchu na węzłach,
 - l) dozowanie ruchu na wjazdach na jezdnię główną na drogach klasy A i S na węzłach typu WA lub WB,
 - m) sterowanie ruchem za pomocą sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach w obrębie węzłów typu WB lub WC.

(3) Informowanie kierujących pojazdami oraz sterowanie ruchem pojazdów odbywa się za pośrednictwem tablic i znaków zmiennej treści. Przed wdrożeniem strategii sterowania zaleca się przeprowadzenie analiz i prognoz ruchu oraz ocen zmiany poziomu bezpieczeństwa ruchu, w celu ograniczenia negatywnego wpływu kierowania na trasy alternatywne w korytarzu drogi objętej zarządzaniem ruchem, w szczególności w obszarach zurbanizowanych lub bezpośrednio z nimi graniczących.

(4) Możliwe do stosowania treści na tablicach i znakach zmiennej treści oraz wymagania techniczne dotyczące znaków zmiennej treści określają odrębne przepisy i instrukcje [10], [11] .

(5) Sygnalizację świetlną należy projektować zgodnie z wymaganiami technicznymi podanymi w [2].

(6) Tablice i znaki zmiennej treści umieszczane w celach informowania kierujących pojazdami lokalizuje się w obrębie węzła w odległości umożliwiającej identyfikację komunikatu i wykonanie manewru zgodnie z [10]:

- 1) Na drogach klasy A i S:
 - a) minimum 1000 m przed początkiem pasa wyłączenia,
 - b) minimum 500 m od końca pasa włączenia,
- 2) Na drogach klasy GP i G od 300 do 600 m przed skrzyżowaniem,
- 3) Na odcinkach, na których występuje tunel drogowy lub graniczących z tunelem drogowym co najmniej przed ostatnim węzłem przed tunelem - minimum 1000 m przed początkiem pasa wyłączenia.
- 4) W przypadku informowania o czasie przejazdu na drogach klas A/S/GP dla odcinków o poziomie swobody ruchu równym lub gorszym od $PSR=D$ (dla obszarów zamiejskich) lub $PSR E$ (dla obszarów aglomeracji miejskiej) dla których istnieje możliwość obliczenia czasu przejazdu alternatywnymi trasami o klasie co najmniej G:
 - a) Na ciągu głównym dróg klasy A lub S przed węzłem umożliwiającym wybór trasy alternatywnej w odległości od 1000m do 3000m do początku pasa wyłączenia,
 - b) Na ciągu głównym dróg klasy GP przed skrzyżowaniem umożliwiającym wybór trasy alternatywnej w odległości do 1500m do osi skrzyżowania.

(7) Sterowanie prędkością i pojazdami na pasach jezdni, realizowane jest za pośrednictwem znaków zmiennej treści i obejmuje:

- 1) Sterowanie dostępem do pasów ruchu,
- 2) Sterowanie ruchem na pasie awaryjnym,
- 3) Ograniczanie prędkości na pasach ruchu w celu harmonizacji ruchu lub maksymalizacji wykorzystania przepustowości,
- 4) Wprowadzanie ograniczeń w wyprzedzaniu pojazdów,
- 5) Sterowania pojazdami na pasach ruchu po zaistnieniu zdarzeń na drodze, powodujących konieczność wyłączenia części pasów ruchu na jezdni na krótki okres czasu,
- 6) Wprowadzania ograniczeń ruchu na pasach ruchu, np. wyprzedzanie lub dopuszczenie ruchu wybranych pojazdów oraz jego odwoływanie.

(8) Znaki zmiennej treści umieszczane w celach sterowania prędkością i pojazdami na pasach jezdni lokalizuje się w odległości umożliwiającej identyfikację wyświetlanych poleceń i wykonanie manewru:

- 1) Na drogach klasy A i S na odcinkach o przekroju 2x2 (i więcej) o SDR lub prognozowanym ruchu powyżej 50 000 poj./dobę w roku oddania drogi do ruchu, na odcinkach międzywęzłowych pierwsza bramownica za końcem pasa włączenia, ostatnia bramownica w odległości nie większej niż 500 metrów od początku pasa wyłączenia,
- 2) W obrębie węzłów - od 500 do 1000 metrów między bramownicami.

(9) W obrębie węzłów o istotnym znaczeniu z uwagi na ruch, należy przewidzieć miejsce dla urządzeń umożliwiających sterowanie oraz pozwalających na pozyskiwanie danych o pojazdach w czasie rzeczywistym (prędkość, natężenie, zajętość, zatrzymany pojazd, kierunek jazdy i pas ruchu, czas przejazdu pomiędzy punktami wyznaczającymi objazd, dane do analizy obrazu w celu uzyskania danych alfanumerycznych np. numer rejestracyjny, tablica ADR – oznakowanie substancji niebezpiecznych). Należy ponadto przewidzieć część pasa drogowego na kanały technologiczne, umożliwiające łączność światłowodową.

(10) W węzłach, na których występuje zagrożenie pojawiania się zdarzeń drogowych, np. jazdy pod prąd, wtargnięcia pieszego na drogę, należy przewidzieć zastosowanie dedykowanych urządzeń umożliwiających wykrywanie zdarzeń losowych, nieprawidłowych manewrów, pojawianie się ludzi, zwierząt lub innych obiektów na drodze.

(11) Należy zapewnić możliwość pozyskiwania obrazu na węźle umożliwiającą monitorowanie sytuacji na drodze na węzłach w ciągu dróg klasy A i S o zakresie wynikającym ze stosowanego systemu zarządzania ruchem.

(12) Dozowanie ruchu na wjazdach z wykorzystaniem sygnalizacji świetlnej stosuje się na łącznicach wjazdowych dróg klas A i S w celu poprawy bezpieczeństwa i warunków ruchu na tych drogach z uwzględnieniem możliwej zmiany poziomu bezpieczeństwa i warunków ruchu na drogach alternatywnych i dojazdowych zlokalizowanych w korytarzu drogi objętej zarządzaniem ruchem.

(13) W miejscach występowania anomalii pogodowych oraz w obrębie mostów, estakad, wiaduktów lub innych obiektów inżynierskich, na których może dochodzić do występowania niekorzystnych zjawisk pogodowych oraz śliskości nawierzchni należy przewidzieć możliwość pozyskiwania danych pogodowych oraz informacji o stanie nawierzchni. W analizie rozmieszczenia stacji meteorologicznych należy uwzględnić istniejące lub planowane lokalizacje stacji meteorologicznych na sieci drogowej.

(14) W obrębie węzłów dróg klas A i S oraz innych dróg istotnych z punktu widzenia zarządzania ruchem należy przewidzieć możliwość przekazywania danych z urządzeń infrastruktury do pojazdów (I2V) oraz pozyskiwania danych z pojazdów (V2I) za pomocą dedykowanej łączności krótkiego zasięgu lub innej technologii łączności dostępnej podczas wdrażania systemu. Należy przewidzieć możliwość przekazywania następujących informacji:

- 1) Danych o podróży, zdarzeniach, danych pogodowych i danych o stanie nawierzchni,
- 2) Przekazywanie informacji o treściach wyświetlanych przez tablice i znaki zmiennej treści,
- 3) Przekazywanie danych o utrudnieniach i czasach przejazdu,
- 4) Lokalizacja urządzeń zarządzania ruchem nie może ograniczać widoczności oraz musi spełniać wymogi skrajni drogowej.

6.7 Zagospodarowanie otoczenia węzłów

(1) Linie wyznaczające obszar węzła powinny zapewnić lokalizację wszystkich elementów węzła oraz całej infrastruktury niezbędnej do jego prawidłowego funkcjonowania a także w miarę możliwości umożliwić wykonanie pasa zieleni osłonowej.

(2) Zagospodarowanie otoczenia węzła nie może ograniczać sprawności i bezpieczeństwa ruchu. Powinno także uwzględniać w miarę potrzeb jego perspektywiczną rozbudowę oraz ewentualne etapowanie budowy węzła.

(3) Zagospodarowanie otoczenia węzła nie powinno ograniczać widoczności na węźle, utrudniać orientacji kierujących pojazdami oraz pogarszać rozpoznawalności węzła.

(4) W obrębie węzła nie należy lokalizować żadnych obiektów usługowych do których wjazd lub wyjazd odbywałby się z wykorzystaniem łącznic, jako dojazdów.

- (5) Dopuszcza się lokalizację w bezpośrednim sąsiedztwie węzła Obwodów Utrzymania Drogi - OUD (Autostrady) lub Miejsc Kontroli Pojazdów. Zjazdy do OUD lub Miejsca Kontroli Pojazdów mogą być wykonywane wyłącznie z jezdni zbierająco – rozprowadzającej lub z drogi klasy nie wyższej niż GP. Należy zapewnić wymagane długości pasów wyłączania i włączania. Wyjątkowo zjazd do UOD może następować z łącznicy węzła podwójna trąbka.
- (6) Nie należy dopuszczać do lokalizowania w obszarze węzła i w jego pobliżu jakichkolwiek reklam świetlnych, które mogłyby rozpraszać uwagę kierujących pojazdami.
- (7) Zalecane jest odizolowanie węzła od otoczenia pasem zieleni wysokiej, o ile pozwalają na to warunki terenowe. Zmniejszy to oddziaływanie węzła na otoczenie oraz ułatwi koncentrację kierujących pojazdami na manewrach na węźle. Wskazane jest aby szerokość pasa osłonowej zieleni wysokiej na węźle była nie mniejsza niż 30 m.
- (8) Nie należy lokalizować drzew w odległości mniejszej niż 10 m od krawędzi jezdni dróg i łącznic, co związane jest z zapewnieniem bezpieczeństwa w przypadku wypadnięcia pojazdu z jezdni oraz zapewnieniem widoczności w obszarze węzła.
- (9) Zaleca się aby pasy dzielące jednie dróg i łącznic na węźle były obsadzone zielenią niską, która stanowiłaby barierę przeciwośnieniową, pod warunkiem zapewnienia wymagań widoczności.
- (10) Do wszystkich powierzchni wewnątrz łącznic węzła większych niż 1 ha powinien być zapewniony zjazd techniczny umożliwiający służbom utrzymaniowym wjazd na taki teren. Wjazd ten powinien być wyposażony w urządzenia utrudniające skorzystanie z niego przez pojazdy nieuprawnione. Wskazane jest, aby zjazdy techniczne nie były usytuowane przy jezdniach głównych węzła lecz przy łącznicach lub jezdniach zbierająco–rozprowadzających. Szerokość zjazdu powinna umożliwić przejazd pojazdom służb utrzymaniowych i nie powinna być mniejsza niż 5 m, w tym jezdnie o nawierzchni co najmniej gruntowej ulepszonej o szerokości 3,5 m.
- (11) Pasy technologiczne służące do obsługi pasa drogowego nie powinny przecinać łącznic węzła. Powinny mieć połączenie z drogami publicznymi poprzez zjazdy z dodatkowych jezdni lub dróg klasy nie niższej niż GP.
- (12) Każda z dróg dwujezdniowych na węźle powinna być wyposażona w przejazdy awaryjne między jezdniami. Przejazdy te powinny być zlokalizowane na początku i na końcu węzła, tak aby umożliwić jego eksploatację podczas zamknięcia jednej z jezdni.
- (13) Teren węzła z drogą klasy A lub S powinien być otoczony ogrodzeniem nie niższym niż 2,5 m uniemożliwiającym przedostanie się zwierząt na obszar węzła.
- (14) Należy zapewnić odwodnienie terenu w otoczeniu węzła, tak aby wyeliminować zagrożenie zalewania węzła przez spływające wody deszczowe z otoczenia węzła.
- (15) Zaleca się wykorzystać powierzchnie wewnątrz łącznic węzła jako teren pod zbiorniki retencyjne lub infiltracyjne o ile pozwalają na to warunki geologiczne. Teren dookoła zbiorników powinien być obsadzony zielenią niską i wysoką. Zieleń ta nie powinna pogarszać warunków eksploatacji i utrzymania tych zbiorników. Do zbiorników należy zapewnić zjazd techniczny.
- (16) Zbiorniki retencyjne lub infiltracyjne usytuowane na obszarze węzłów dróg nie wymagających ogrodzenia należy zabezpieczyć przed wejściem przez ich ogrodzenie.

6.8 Obsługa ruchu pieszego, rowerowego i transportu zbiorowego

- (1) Na węzłach typu WC należy zapewnić pełną obsługę ruchu pieszych, rowerzystów i transportu zbiorowego, a na węzłach WB zapewnić taką obsługę co najmniej na drodze poprzecznej w obszarze skrzyżowania.
- (2) Na węzłach typu WA, w przypadku stwierdzonych potrzeb, należy zapewnić niezależną infrastrukturę umożliwiającą bezkolizyjne przekraczanie przez pieszych i rowerzystów dróg krzyżujących się w węźle zgodnie z zasadami podanymi w WRD-41 i WRD-45.
- (3) Przystanki w obszarach węzłów typu WB i WC należy lokalizować na drodze poprzecznej w obszarze skrzyżowań.

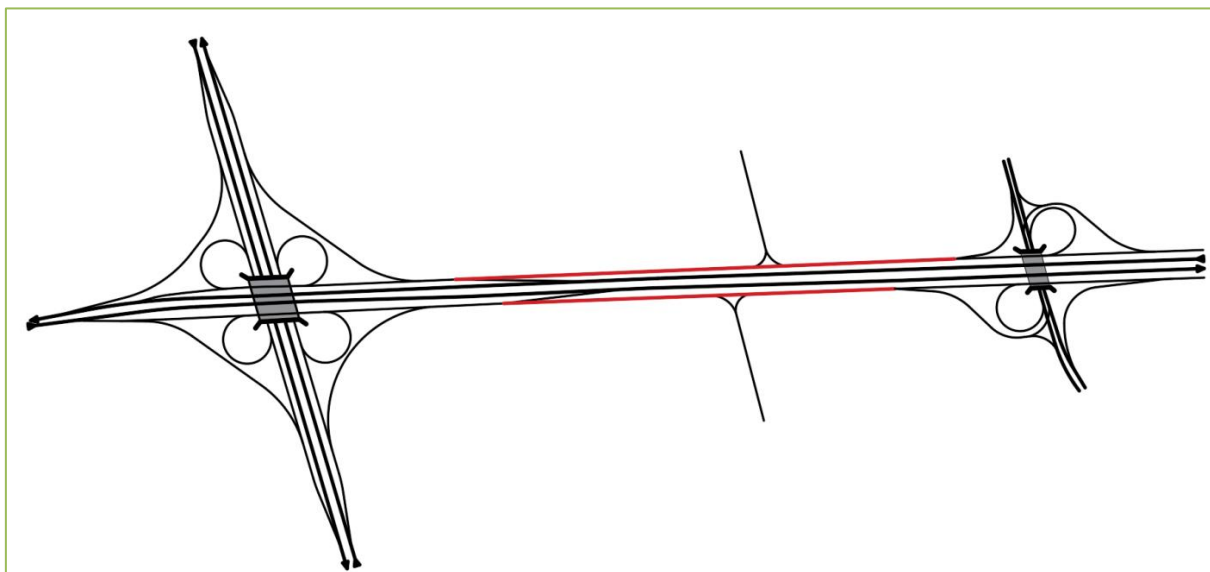
7. Specyfika projektowania węzłów w trudnych warunkach

7.1 Zasady ogólne

- (1) Rozwiązania projektowe węzłów, odbiegające od standardowych zasad i parametrów przedstawionych w rozdziałach 4 i 6, mogą być dopuszczone do stosowania w trudnych warunkach, pod warunkiem zagwarantowania minimalnego dopuszczalnego standardu funkcjonowania węzła, w tym szczególnie bezpieczeństwa jego użytkowników.
- (2) Trudne warunki w odniesieniu do projektowania węzłów obejmują następujące sytuacje:
 - 1) Uzasadnioną względami funkcjonalnymi konieczność lokalizacji węzłów w odległości mniejszej niż wymagana minimalna odległość między obszarami węzłów,
 - 2) Konieczność budowy węzła o liczbie wlotów większej niż 4,
 - 3) Konieczność obsługi przyległego terenu, na odcinkach dróg zamiejskich, gdzie szczególnie drogi klasy A i S stanowią barierę dla przyległego obszaru oraz w warunkach miejskich, gdzie konieczna jest obsługa układu dróg w sąsiedztwie węzła,
 - 4) Występowanie trudnych lub niemożliwych do usunięcia przeszkód w otoczeniu węzłów, uniemożliwiających zaprojektowanie węzła zgodnego ze standardowymi schematami i parametrami,
 - 5) Zagospodarowanie terenu wokół węzła, które wymusza zmianę standardowych parametrów geometrycznych jezdni głównych lub łącznic i jezdni zbierająco-rozprowadzających, w tym ich deformację oraz obniżenie parametrów geometrycznych związanych z występującymi utrudnieniami.
- (3) W każdym przypadku odstąpienia od rozwiązań standardowych, konieczne jest stosowanie rozwiązań kompensujących, które umożliwią wyeliminowanie lub zminimalizowanie negatywnych skutków zastosowania rozwiązań odbiegających od standardowych.

7.2 Dostępność

- (1) W warunkach miejskich, szczególnie w przypadku dróg klasy S i GP (przekrój dwujezdniowy) może wystąpić konieczność zapewnienia zwiększonej dostępności do drogi. W przypadku zapewnienia wymaganej odległości pomiędzy obszarami węzłów, standardowe rozwiązania nie przewidują dodatkowych połączeń lokalnego układu ulicznego. W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się możliwość obsługi przyległego do drogi obszaru miejskiego przez zastosowanie jezdni sąsiadującej, która na wybranym odcinku ma wspólny przebieg z jezdniami zbierająco – rozprowadzającymi w obszarze węzłów. Przykład jezdni sąsiadującej przedstawiono na rys. 7.2.1.

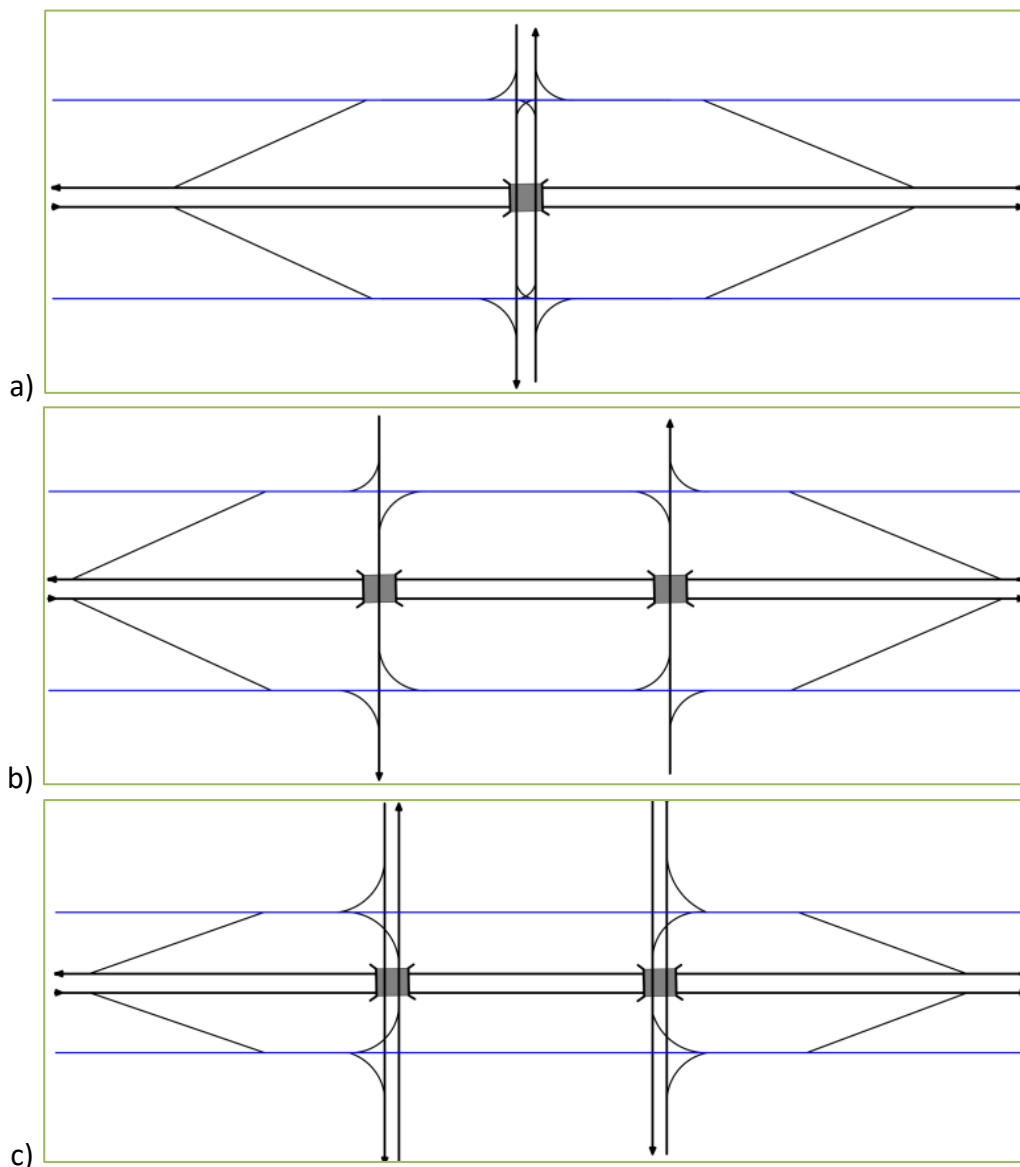


Rys. 7.2.1. Przykład jezdni sąsiadującej

- (2) Wprowadzenie jezdni sąsiadującej należy poprzedzić szczegółowymi analizami bezpieczeństwa i warunków ruchu w odniesieniu do węzłów, odcinków jezdni łączących węzły i odcinków ulic

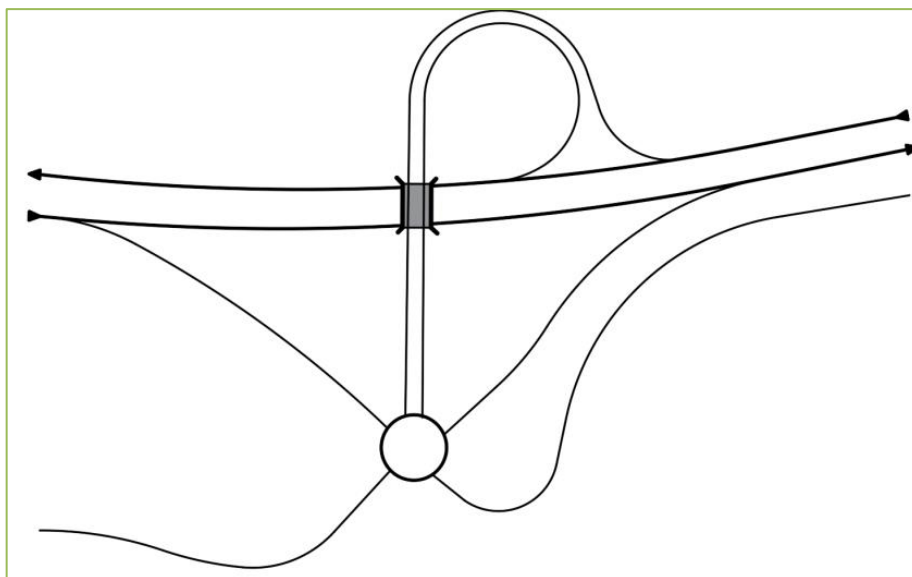
podłączonych do jezdni sąsiadujących (rys. 7.2.1). Należy wykazać, że nie ma innej możliwości zapewnienia koniecznej dostępności do drogi nadrzędnej. Stosowanie jezdni sąsiadującej z jej połączeniem z węzłami dopuszcza się w obszarach podmiejskich.

(3) Na rys. 7.2.2 przedstawiono przykłady połączenia jezdni sąsiadującej z pojedynczym węzłem typu WB (karo i rozsunięte karo z jezdniami jedno i dwukierunkowymi). W przypadku występowania drogi klasy S lub GP, takie rozwiązanie jest dopuszczalne przy niewielkich odległościach pomiędzy ulicami poprzecznymi lub w sytuacji braku innej możliwości zapewnienia wymaganej dostępności do drogi nadrzędnej.



Rys. 7.2.2. Przykład podłączenia jezdni sąsiadującej do węzła karo (a) i karo rozsunięte (b, c) w warunkach miejskich

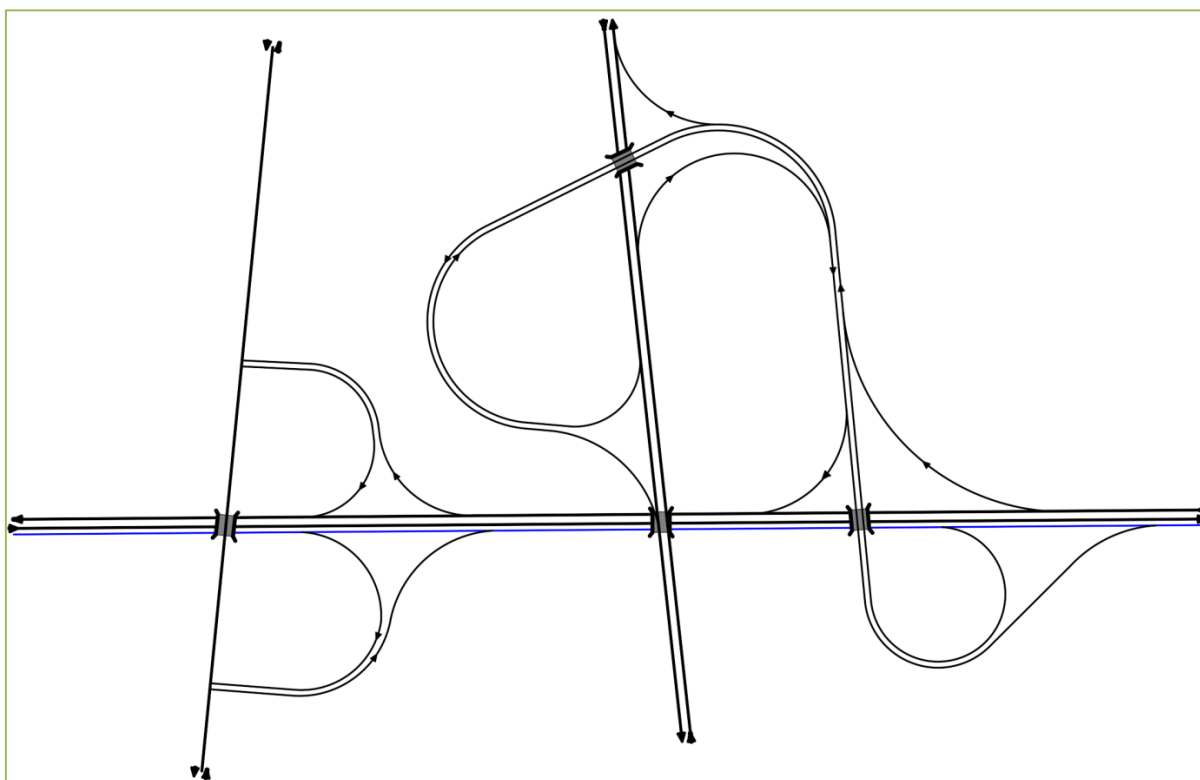
(4) W przypadku węzłów na drogach zamiejskich koniecznym może być zapewnienie bezpiecznego i sprawnego funkcjonowania obszaru przyległego do drogi klasy A, S, GP (dwujezdniowa). Wiąże się to z potrzebą zapewnienia połączeń w obszarze węzłów, co może skutkować niestandardowymi rozwiązaniami węzłów. Na rys. 7.2.3 przedstawiono węzeł trąbka typu WB. Tego typu rozwiązanie jest zalecane w przypadku konieczności zapewnienia połączenia dróg sieci nadrzędnej z drogami niższej klasy np. w celu zapewnienia dostępności do transportu zbiorowego lub obsługi przyległych obszarów rolniczych bądź przemysłowych.



Rys. 7.2.3. Przykład podłączenia układu dróg lokalnych do węzła trąbka jako WB

7.3 Rozwiązania specjalne

- (1) W ramach rozwiązań węzłów typu WA i WB dopuszcza się w trudnych warunkach zastosowanie rozwiązań specjalnych. Do takich rozwiązań należą węzły zespolone i węzły zdeformowane.
- (2) Węzeł zespolony występuje w sytuacji, kiedy nie ma możliwości zachowania wymaganej minimalnej odległości pomiędzy obszarami dwóch lub więcej węzłów i charakteryzują go (rys. 7.3.1):
 - 1) Występowanie wspólnych elementów (najczęściej jezdni zbierająco – rozprowadzających),
 - 2) Wzajemne uzupełnianie się w zakresie wymaganej funkcjonalności węzłów będących częściami węzła zespolonego.



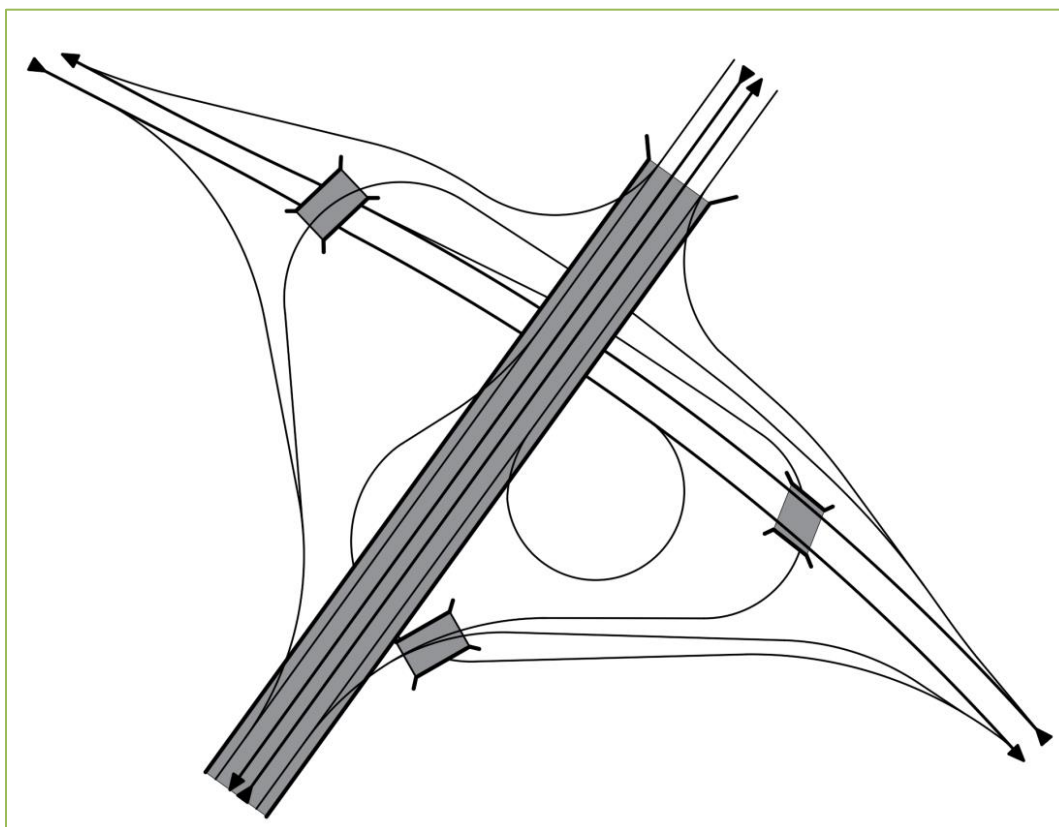
Rys. 7.3.1. Przykład węzła zespolonego

(3) Dopuszcza się zastosowanie węzła zespolonego w przypadkach, uzasadnionych trudnymi warunkami, tj. w sytuacjach:

- 1) Braku możliwości zapewnienia wszystkich relacji na pojedynczym węźle,
- 2) Wprowadzania rozwiązania alternatywnego, zapewniającego wyższy poziom bezpieczeństwa i sprawności ruchu dla węzła wielowłotowego (ponad 4 wloty),
- 3) Lokalizacji w obszarach aglomeracyjnych, o dużej gęstości dróg klasy GP i wyższej, które muszą mieć zapewnioną dostępność do drogi klasy A lub S.

(4) Węzły zdeformowane powstają głównie ze względu na występowanie przeszkód terenowych w otoczeniu węzła, które uniemożliwiają zastosowanie rozwiązań typowych. Przykładami takich przeszkód są zbiorniki wodne, rzeki, inne drogi, linie kolejowe, tereny chronione, intensywna zabudowa mieszkaniowa i przemysłowa. Deformacje węzłów wiążą się z koniecznością przyjęcia rozwiązań odbiegających od standardowych pod względem geometrii łącznic, co skutkować może koniecznością obniżeniem ich parametrów.

(5) Przykładem węzła zdeformowanego jest węzeł przedmostowy, który charakteryzuje się tym, że na przedłużeniu jezdni głównej z obszaru węzła, zlokalizowany jest obiekt inżynierski nad przeszkodą, np. most nad rzeką (rys. 7.3.2).



Rys. 7.3.2. Przykład węzła zdeformowanego (przedmostowego)

8. Zasady lokalizacji i wyboru typu i rodzaju węzła

8.1 Wybór lokalizacji

(1) Lokalizacja węzła drogowego jako elementu przestrzeni ma istotne oddziaływanie na cele planowania przestrzennego, takie jak rozwój przestrzenny, dostępność transportową, zachowanie struktur funkcjonalnych, funkcje ratownicze, ochrona przed hałasem, redukcja barier przestrzennych i jakość krajobrazu.

(2) Z uwagi na obsługę transportową podstawowymi czynnikami wyboru lokalizacji węzła powinny być:

- 1) Położenie względem głównych obszarów zamieszkania, handlu i przemysłu,
- 2) Miejsce i organizacja połączeń z innymi sieciami transportowymi.

(3) Z punktu widzenia ochrony środowiska podstawowymi czynnikami wyboru lokalizacji węzła powinny być:

- 1) Minimalizacja obszaru zajmowanego przez węzeł,
- 2) Minimalizacja zmian środowiskowych,
- 3) Minimalizacja liczby ludności znajdującej się w strefie uciążliwości powodowanej przez węzeł,
- 4) Maksymalizacja odległości od miejsc, na które węzeł ma negatywny wpływ.

(4) Podstawowymi kryteriami wyboru lokalizacji węzła powinny być:

- 1) Układ dróg, ich funkcje i klasy,
- 2) Wymagania w zakresie powiązań pomiędzy drogami służące zachowaniu hierarchizacji w sieci drogowej,
- 3) Położenie względem elementów zagospodarowania przestrzennego (zabudowy i jej funkcji, generatorów ruchu),
- 4) Obszarowy rozkład przestrzenny ruchu,
- 5) Ukształtowanie terenu i uwarunkowania środowiskowe,

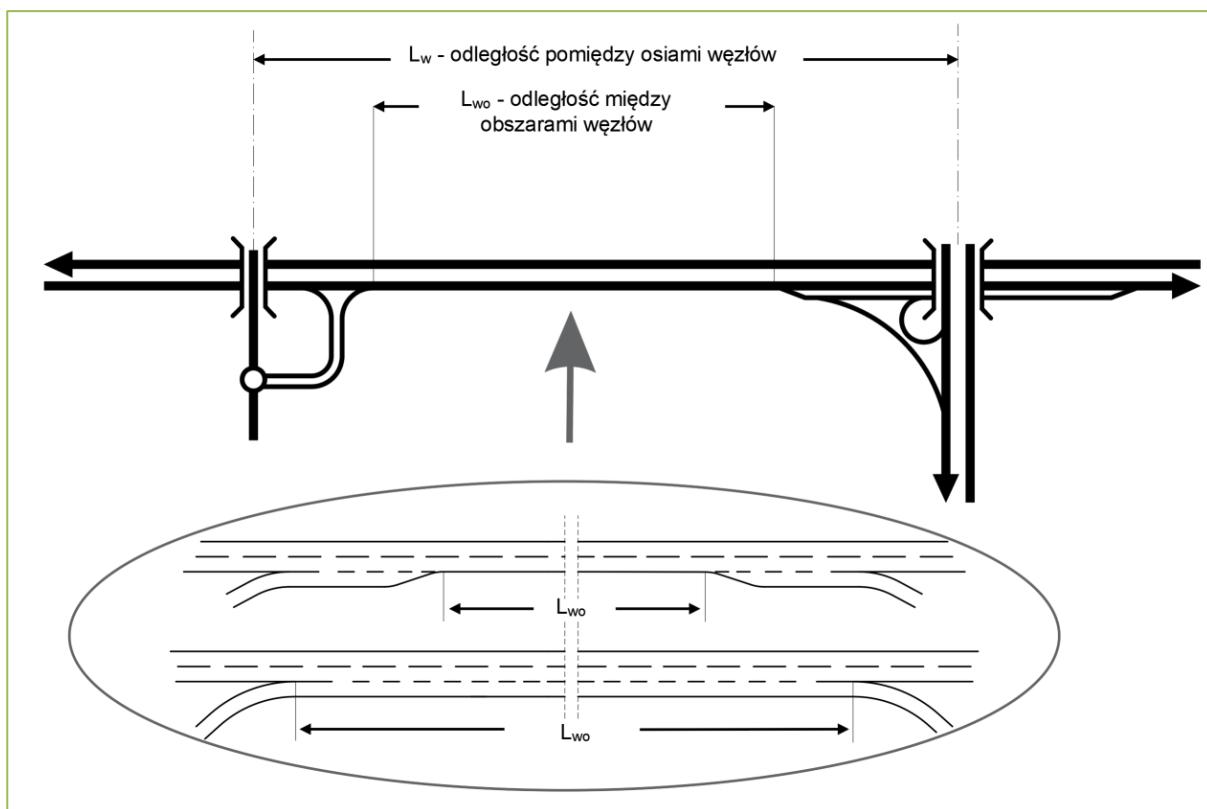
(5) Minimalne odległości pomiędzy obszarami węzłów, wynikające ze sprawności funkcjonowania i możliwości oznakowania zapewniającego bezpieczeństwo użytkowników, określono w tab. 8.1.1, przy następujących założeniach:

- 1) Odległości są liczone od końca ostatniego wjazdu lub ostatniego wyjazdu w obszarze jednego z węzłów do początku pierwszego wyjazdu lub pierwszego wjazdu w obszarze drugiego z węzłów (za punkty pomiarowe należy przyjąć początek lub koniec klina pasa włączania lub wyłączania, rys. 8.1.1).
- 2) W przypadku wspólnego odcinka przeplatania dwóch węzłów (bez dodatkowych wjazdów i wyjazdów na całej jego długości), należy przyjąć długość tego odcinka

(6) Odległości przedstawione w tab. 8.1.1 dotyczą również sąsiadujących z węzłem miejsc obsługi podróżnych.

(7) W przypadku braku możliwości uzyskania podanych w tabeli odległości, należy:

- 1) Zmienić schemat węzła, ze zmianą lokalizacji pasów włączenia lub wyłączenia,
- 2) Zastosować jezdnię zbierająco–rozprowadzającą, wspólną dla sąsiadujących węzłów, co będzie skutkować wystąpieniem węzła zespolonego,
- 3) Zrezygnować z wybranych relacji na węźle.



Rys. 8.1.1. Odległości między obszarami węzłów

Tab. 8.1.1 Minimalne odległości pomiędzy obszarami węzłów

Klasa drogi	Prędkość do projektowania V_{dp} [km/h]	Minimalna odległość między obszarami węzłów L_{wo} [km]
A	140	3,0
	130	3,0
	120	2,5
S	130	3,0
	120	2,5
	110	2,5
	100	2
	90	1,5
	100	1,1
GP	90	0,6
	80	0,6
		0,6
G	cały zakres	0,6
		0,6
		0,6
Z	cały zakres	0,6

8.2 Wybór typu węzła

(1) Podstawowymi kryteriami wyboru typu węzła są kryteria planistyczne i projektowe, takie jak:

- 1) Funkcje i klasy krzyżujących się dróg,
- 2) Wielkość i struktura kierunkowa natężeń ruchu,
- 3) Położenie względem obszarów niedostępnych dla lokalizacji elementów węzła,
- 4) Inne uwarunkowania, w tym organizacja systemu poboru opłat (stacje poboru opłat SPO).

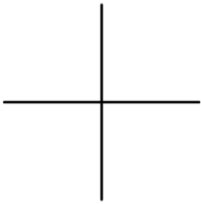
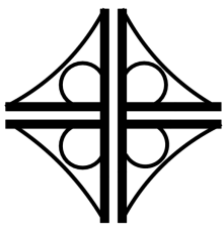
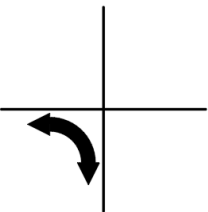
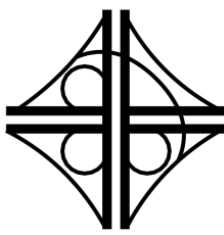
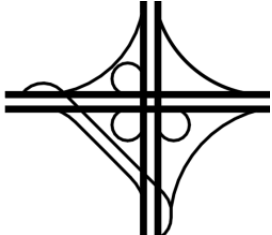
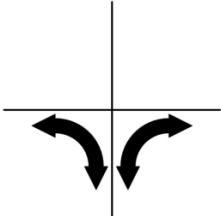
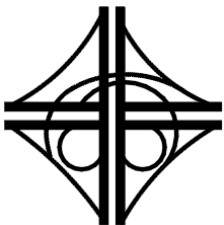
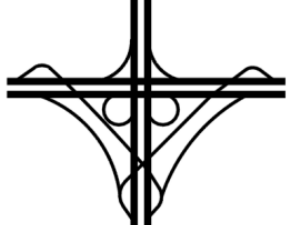
(2) Przy doborze rozwiązania węzła należy wziąć pod uwagę:

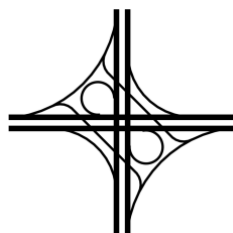
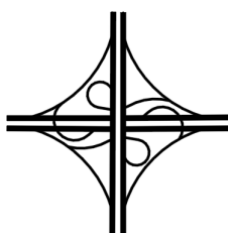
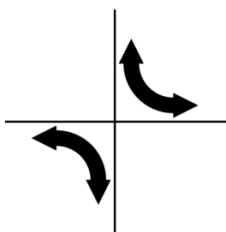
- 1) Warunki ruchu i przepustowość krytycznych elementów węzłów (np. unikanie odcinków przeplatania w obszarze węzła),
- 2) Liczbę obiektów inżynierskich,
- 3) Dostępność gruntów pod budowę węzła,
- 4) Liczbę poziomów (wysokość węzła).

(3) Przy doborze typu węzła należy uwzględnić zalecany zakres stosowania węzłów oraz zasady ogólne przedstawione w rozdz. 4.1.

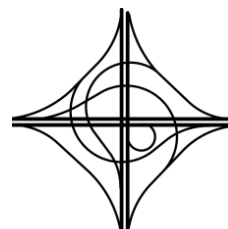
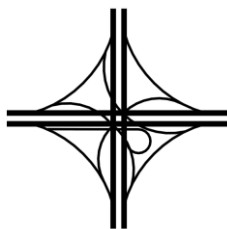
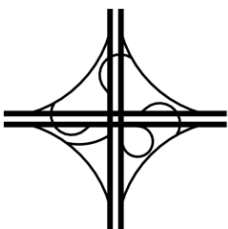
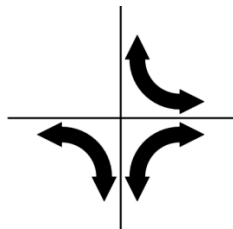
(4) Stosowanie typów łącznic na węzłach czterowlotowych typu WA zależy od występowania dużych potoków ruchu w relacjach skrzyżnych. Zalecane schematy przedstawiono w tab.8.2.1.

Tab. 8.2.1 Zakres stosowania węzłów czterowlotowych typu WA (na podstawie [16])

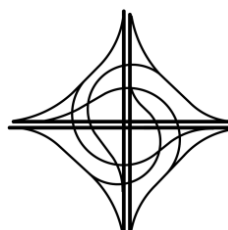
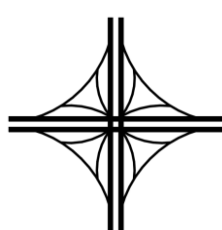
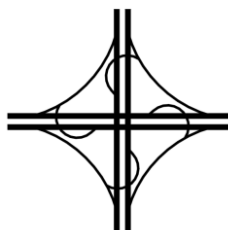
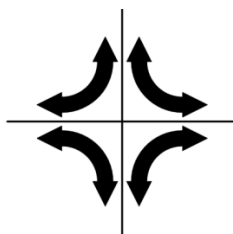
Położenie relacji o dominującym natężeniu ruchu	Zalecany schemat węzła czterowlotowego typu WA	
		
	koniczyna	
		
	koniczyna modyfikowana (jedna pętla)	
		
	koniczyna modyfikowana (dwie pętle)	



koniczyna modyfikowana (dwie pętle)



wiatrak modyfikowany krzyż maltański modyf. turbina modyfikowana



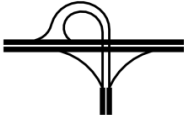
wiatrak

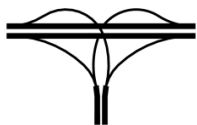
krzyż maltański

turbina

(5) Stosowanie łącznic na węzłach trójwlotowych typu WA powinno być uwarunkowane klasami krzyżujących się dróg i położeniem węzła względem obszaru zabudowy. Zalecane schematy węzłów przedstawiono w tab. 8.2.2.

Tab. 8.2.2 Zakres stosowania węzłów trójwlotowych typu WA (na podstawie [16])

Klasa i lokalizacja drogi – dwuwlotowa	A	A	S	A-S	GP-Z
Klasa i lokalizacja drogi – jednowlotowa	A	S	S	GP-Z	GP-Z
Trąbka lewa 	Nie	Nie	Dopuszcz.	Tak	Tak
Trąbka prawa 	Nie	Nie	Nie	Dopuszcz.	Dopuszcz.
Gruszka 	Nie	Dopuszcz.	Tak	Tak	Tak

Kierunkowy T		Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Kierunkowy Y bez głównego kierunku		Dopuszcz.	Dopuszcz.	Dopuszcz.	Tak	Tak

(6) Stosowanie łącznic na węzłach typu WB powinno być uwarunkowane klasami krzyżujących się dróg i położeniem węzła względem obszaru zabudowy. Zakres stosowania rozwiązań węzłów typu WB przedstawiono w WRD-32-2 w rozdz. 8

8.3 Procedura wyboru typu węzła i jego parametrów

(1) Wybór rozwiązania węzła składa się z następujących etapów:

- 1) Wybór typu węzła:
 - a) WA,
 - b) WB,
 - c) WC,
- 2) Wybór rodzaju i wariantu rozwiązania przebiegu łącznic:
 - a) wariant typowy,
 - b) wariant nietypowy,
- 3) Dobór parametrów:
 - a) jezdni głównych:
 - prędkość do projektowania
 - rozmieszczenie wysokościowo (w wykopie, w nasypie) i względem obiektu (górami, dołami),
 - przekrój poprzeczny,
 - b) łącznic i dróg zbierająco rozprowadzających:
 - prędkość do projektowania,
 - planu sytuacyjnego,
 - przekroju podłużnego,
 - przekroju poprzecznego,
 - c) wjazdów i wyjazdów,
 - d) odcinków przeplatania (w przypadku wybranych węzłów,
 - e) skrzyżowań (w przypadku wyboru węzła typu WB lub WC),
- 4) Dobór urządzeń wyposażenia technicznego:
 - a) infrastruktura dla pieszych, rowerzystów i transportu zbiorowego,
 - b) oświetlenie,
 - c) odwodnienie,
 - d) urządzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego,
 - e) urządzenia sterowania ruchem.

(2) Główne kryteria wyboru rozwiązania węzła:

- 1) Bezpieczeństwo ruchu, które ma być zapewnione poprzez:
 - a) dostrzegalność punktów rozdziału kierunków jazdy,
 - b) zrozumiałość i czytelność funkcjonowania,
 - c) widoczność w niewralgicznych miejscach, takich jak:
 - wjazdy,
 - skrzyżowania (w przypadku węzłów typu WA i WB),
 - łącznice pośrednie,
 - d) przejezdność,
- 2) Sprawność ruchu, charakteryzowana poziomem swobody ruchu,
- 3) Wpływ na środowisko naturalne (hałas, spaliny, grunty, warunki wodne itp.) i społeczne (wyburzenia, ograniczenie dostępności),
- 4) Koszty użytkowników drogi (eksploatacja, czas podróży),

5) Koszty inwestycji i utrzymania.

(3) Dla potrzeb analizy wielokryterialnej wyboru optymalnego wariantu rozwiązania projektowego węzła, zaleca się przyjęcie wag kryteriów zestawionych w tab. 8.3.1. Wagi kryteriów mogą być zmieniane ze względu na specyfikę projektowanego węzła i uwarunkowania inwestycji.

Tab. 8.3.1. Wagi kryteriów w analizie wielokryterialnej wyboru rozwiązania węzła

Kryterium oceny	Waga [%]
bezpieczeństwo	35
sprawność ruchu	25
wpływ na środowisko (naturalne i społeczne)	20
koszty inwestycji i utrzymania	15
koszty użytkowników	5

(4) Kryteria wyboru rozwiązania węzła, przedstawione w akapicie 2 nie wyczerpują listy kryteriów, ale są wymagane przy sporządzaniu analiz wielokryterialnych. Przyjmowanie dodatkowych kryteriów wymaga zmiany wag zestawionych w tab. 8.3.1. Każde kryterium powinno zawierać kryteria cząstkowe, ustalane indywidualnie, według potrzeb wynikających ze specyfiki inwestycji.

(5) Główne uwarunkowania wejściowe do procedury wyboru rozwiązania węzła to:

- 1) Klasa krzyżujących się dróg,
- 2) Prędkość do projektowania krzyżujących lub łączących się dróg,
- 3) Lokalizacja węzła w sieci drogowej,
- 4) Zagospodarowanie przestrzenne terenu, w tym występowanie przeszkód (np. rzeka, obszary chronione, urbanizacja, strefy przemysłowe),
- 5) Liczba wlotów,
- 6) Kąt krzyżujących lub łączących się dróg,
- 7) Wymagane poziomy swobody ruchu,
- 8) Prognozowane natężenia i struktura kierunkowa ruchu,
- 9) Odległość od sąsiednich węzłów i miejsc obsługi podróżnych,
- 10) Ukształtowanie wysokościowe terenu,
- 11) Potrzeby dostępności
- 12) Powierzchnia dostępnego terenu,
- 13) Potrzeby ruchu pieszego, rowerowego i transportu zbiorowego,

(6) W przypadku węzła istniejącego przeznaczonego do przebudowy należy przeprowadzić inspekcję bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz wykonać analizę zdarzeń drogowych zarejestrowanych w obszarze węzła co najmniej w okresie ostatnich 3 lat (zalecany okres to 5 lat), natomiast w przypadku węzła nowoprojektowanego, należy przeprowadzić audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego na wszystkich etapach procesu projektowego.

9. Ocena funkcjonowania węzłów

9.1 Ocena warunków ruchu

(1) Ocenę warunków ruchu na poszczególnych elementach węzłów prowadzi się na etapie: studium techniczno – ekonomiczno – środowiskowego (STES), koncepcji programowej, projektu budowlanego, okresu eksploatacji drogi, z wykorzystaniem ogólnodostępnych metod obliczeniowych

(2) Ocenę warunków ruchu wykonuje się dla miarodajnego natężenia ruchu oszacowanego zgodnie z zasadami opisanymi w rozdziale 5.2., z uwzględnieniem podanych poniżej parametrów:

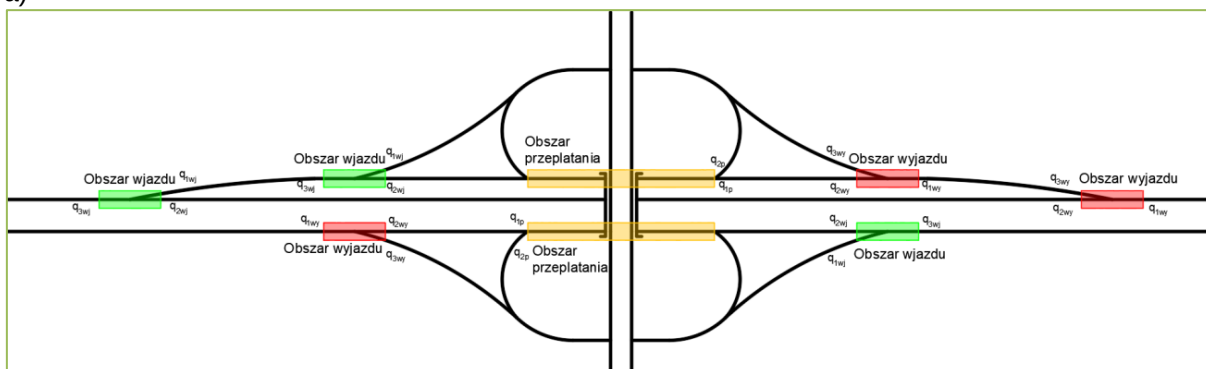
- 1) W obszarze wjazdu:
 - a) q_{1wj} , q_{2wj} – natężenia ruchu przed wjazdem na łącznicy, jezdni zbierająco – rozprowadzającej lub jezdni głównej
 - b) q_{3wj} – natężenie ruchu za wjazdem
- 2) W obszarze wyjazdu
 - a) q_{1wy} – natężenie ruchu przed wyjazdem na łącznicy, jezdni zbierająco – rozprowadzającej lub jezdni głównej
 - b) q_{3wy} , q_{2wy} – natężenia ruchu za wyjazdem
- 3) W obszarze przeplatania
 - a) q_{1p} – natężenie ruchu przed odcinkiem przeplatania na jednym z pasów przeplatania
 - b) q_{2p} – natężenie ruchu przed odcinkiem przeplatania na drugim z pasów przeplatania

(3) Ocena warunków ruchu wymaga wyznaczenia miar takich jak prędkość, gęstość oraz stopień wykorzystania przepustowości, obliczanych na podstawie natężenia prognozowanego lub pomierzonego.

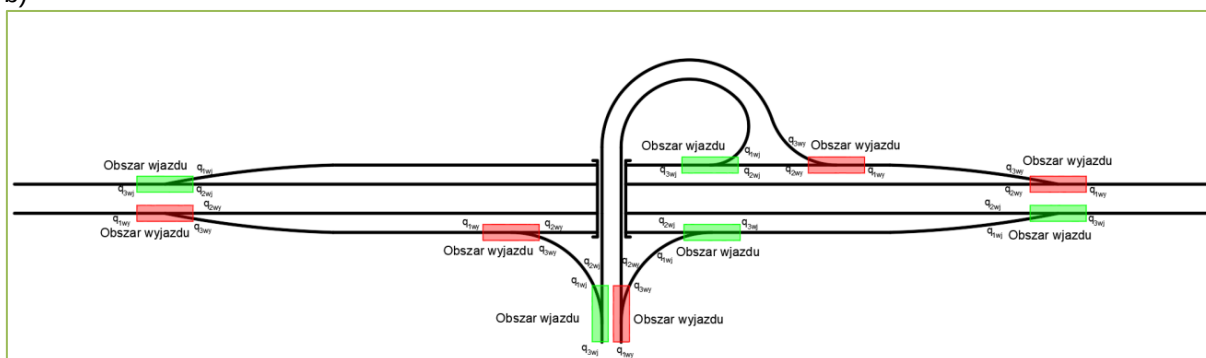
(4) Ocenę warunków ruchu wykonuje się na wszystkich elementach węzłów, na których dochodzi do zmian kierunków ruchu (występowania relacji skrzyżnych):

- 1) Typu WA na obszarach włączania, wyłączania, przeplatania (rys. 9.1.1.1a-b),
- 2) Typu WB na obszarach włączania, wyłączania, przeplatania, skrzyżowaniach (rys. 9.1.1.1c),
- 3) Typu WC na obszarach włączania, wyłączania, skrzyżowaniach.

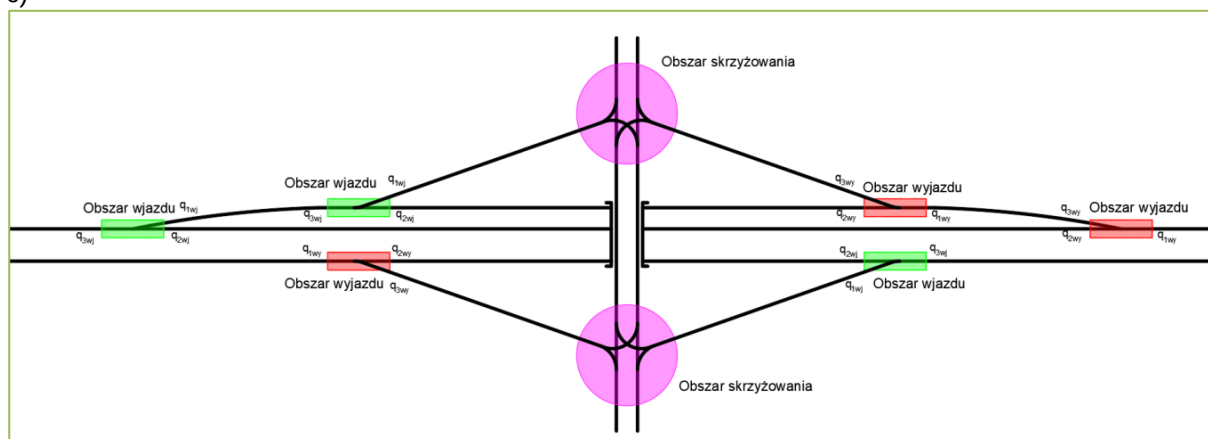
a)



b)



c)



Rys. 9.1.1.1. Wymagane obszary oceny warunków ruchu dla węzła

(5) Na skrzyżowaniach węzłów typu WB, WC ocenę warunków ruchu wykonuje się zgodnie z aktualnie obowiązującymi metodami oceny warunków ruchu dla skrzyżowań: bez sygnalizacji świetlnej, z sygnalizacją świetlną, rond.

(6) Podstawową miarą oceny warunków ruchu na obszarze węzła jest Poziom Swobody Ruchu (PSR).

(7) PSR to klasa warunków ruchu związana ze sprawnością i płynnością ruchu, uwzględniająca odczucia kierowców. Zakres zmienności warunków ruchu (na obszarach wjazdu wyjazdu, przeplatania) jest podzielony na 6 poziomów oznaczonych literami od A do F, przy czym PSR A odpowiada najlepszym, a PSR F najgorszym warunkom ruchu [4], [12].

(8) Zalecany poziomy swobody ruchu (na obszarach wjazdu wyjazdu, przeplatania) na planowanych, projektowanych lub funkcjonujących drogach A, S, GP i G wynoszą:

- 1) Na zamiejskich odcinkach dróg klasy A, S, GP – C (warunkowo D),
- 2) Na odcinkach dróg klasy A, S, GP przechodzących przez aglomerację - D (warunkowo E).

(9) Zalecany poziomy swobody ruchu na skrzyżowaniach na planowanych, projektowanych lub funkcjonujących drogach A, S, GP i G wynosi C.

(10) Wynikowym PSR dla całego obszaru węzła będzie miejsce o najniższym PSR (wybrany obszar wjazdu, wyjazdu, przeplatania, skrzyżowanie), miejscem o najgorszych warunkach ruchu lub najmniejszej przepustowości, tzw. „wąskie gardło”.

(11) W przypadkach, gdy warunki drogowe lub ruchowe odbiegają od typowych, przy wykonywaniu oceny warunków ruchu należy kierować się wiedzą ekspercką lub analizę oprzeć na wykonaniu analizy z wykorzystaniem narzędzi symulacyjnych.

(12) W tab. 9.5.1.1 podano maksymalne wartości stopnia wykorzystania przepustowości oraz gęstości ruchu dla każdego z PSR na odcinkach przeplatania – przekroczenie każdej z tych wartości oznacza spadek PSR o jeden poziom.

Tab. 9.1.1.1. Kryteria PSR dla dróg dwujezdniowych na odcinkach przeplataniach, wjazdach i wyjazdach

Poziom Swobody Ruchu (PSR)	Stopień wykorzystania przepustowości X	Maksymalna obliczeniowa gęstość ruchu k_0
PSR [i]	[-]	[E/km/pas]
A	$\leq 0,30$	6,5
B	$\leq 0,55$	11,0
C	$\leq 0,78$	16,0
D	$\leq 0,90$	21,0
E	$\leq 1,00$	26,5
F	$> 1,00$	$> 26,5$

9.2 Inspekcja bezpieczeństwa ruchu drogowego

- (1) Inspekcja bezpieczeństwa ruchu drogowego (brd) dotyczy węzłów już funkcjonujących i ma na celu identyfikację źródeł zagrożeń dla użytkowników węzłów.
- (2) Efekty inspekcji w postaci zidentyfikowanych i sklasyfikowanych zgodnie z [14] zagrożeń należy uwzględniać przy projektach przebudowy węzła.
- (3) Główne grupy zagrożeń, które występują na istniejących węzłach to:
 - 1) Niedopasowany typ węzła do warunków ruchu, co przyczynia się jednocześnie do pogorszenia bezpieczeństwa, np. przez zwiększony udział niebezpiecznych manewrów w obszarze węzła,
 - 2) Ograniczenia widoczności związane z:
 - a) wjazdami na jezdnie główne, zlokalizowanymi na łukach w planie,
 - b) wjazdami na jezdnie główne dróg poprzecznych zlokalizowanymi w rejonie wierzchołków łuków pionowych,
 - c) geometrią łącznic (małe wartości promieni łuków w planie) w połączeniu z obiektami w otoczeniu jezdni, jak np. ekrany akustyczne, bariery drogowe, elementy oznakowania pionowego,
 - d) nieprawidłowym oświetleniem obszaru węzła,
 - 3) Niebezpieczne otoczenie jezdni węzła, głównie:
 - a) nieprawidłowo dobrane lub zlokalizowane urządzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego (bariery, osłony energochłonne),
 - b) niezabezpieczone przeszkody w otoczeniu węzła, takie jak: podpory i przyczółki obiektów, elementy infrastruktury (oświetlenie, odwodnienie, urządzenia ochrony przed hałasem), wysokie skarpy o pochyleniu bardziej stromym niż 1:3
 - 4) Nieprawidłowo zaprojektowana geometria wjazdów, zjazdów, odcinków przeplatania,
 - 5) Brak zachowania wymaganej odległości pomiędzy kolejnymi punktami rozdziału ruchu, które uniemożliwiają prawidłową organizację ruchu oraz utrudniają podjęcie decyzji przez kierujących co może skutkować ich niebezpiecznymi zachowaniami na drodze,
 - 6) Występowanie odcinków przeplatania na jezdniach głównych przy wysokich prędkościach dopuszczalnych,
 - 7) Brak jednorodności stosowanych rozwiązań na dłuższym odcinku,
 - 8) Niedostosowanie typów i geometrii skrzyżowań w węzłach typu WB i WC do wymogów bezpieczeństwa, w tym generowanie ryzyka jazdy pod prąd na węźle,
 - 9) Nieprawidłowe lub brak (w miejscach, gdzie jest to konieczne) rozwiązania dla ruchu pieszego, rowerowego i transportu zbiorowego,
 - 10) Nieprawidłowe odwodnienie obszaru węzła.

9.3 Audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego

- (1) Audyt brd dokumentacji projektowej dla węzłów ma na celu nie dopuszczenie do budowy węzłów, na których wystąpią zagrożenia wskazane w rozdziale 9.2.
- (2) Audyt brd należy prowadzić zgodnie z zasadami podanymi w [15].
- (3) W szczególności rolą audytora jest ocena dokumentacji pod kątem spełnienia podstawowych wymagań w zakresie:
 - 1) Eliminacji możliwości wykonywania nieprawidłowych manewrów, głównie jazdy pod prąd,
 - 2) Optycznego prowadzenia kierowcy i możliwości dostatecznie wczesnego dostrzegania miejsc rozdziału kierunków jazdy,
 - 3) Zapewnienia dostatecznie długich odcinków segregacji ruchu z ich czytelnym oznakowaniem,
 - 4) Zapewnienia odległości między kolejnymi punktami rozdziału kierunków jazdy, umożliwiającej kierowcy poprawne odczytanie treści oznakowania, przed dojazdem do kolejnego punktu rozdziału,
 - 5) Jednorodności stosowanych rozwiązań w odniesieniu do geometrii i zarządzania ruchem,
 - 6) Spełnienia wymagań widoczności w strefach wjazdów i odcinków przeplatania oraz na łącznicach pośrednich z uwzględnieniem planu, rozwiązania wysokościowego i występowania obiektów w obszarze węzła i w jego otoczeniu,
 - 7) Zabezpieczenia łącznic i jezdni głównych przed ryzykiem zderzeń czołowych,
 - 8) Spełnienia wymagań dynamiki ruchu pojazdów:

- a) właściwy dobór prędkości do projektowania łącznic w kontekście prędkości na dojeździe do łącznicy,
 - b) dostatecznie długie odcinki na zatrzymanie przed dojazdem do skrzyżowania,
 - c) odcinki zmiany pasów ruchu dostosowane do rzeczywistych różnic prędkości.
- (4) Konieczna jest weryfikacja dostępności do węzłów i ocena zasadności przyjęcia rozwiązań odbiegających od standardowych ze względu na trudne warunki.
- (5) Najczęściej występujące błędy projektowe węzłów, zagrażające bezpieczeństwu użytkowników, to:
- 1) Zbyt krótkie odcinki łącznic wyjazdowych z dróg klasy A i S na węzłach typu WB,
 - 2) Zbyt małe długości odcinków widoczności na zatrzymanie przed przeszkodą na łącznicach,
 - 3) Brak koordynacji geometrii planu i niwelety na łącznicach,
 - 4) Rozpoczynanie pasów wyłączania za obiektem, co powoduje zbyt późną dostrzegalność wyjazdu z jezdni głównej,
 - 5) Brak widoczności oznakowania pionowego na łącznicach pośrednich,
 - 6) Brak lub nieprawidłowe zabezpieczenie „nosa” początkującego łącznicę lub JZR,
 - 7) Brak lub nieprawidłowe sterowania ruchem na wjazdach i wyjazdach przy jezdniach głównych dróg klasy A i S,
 - 8) Nieprawidłowy dobór przekroju poprzecznego łącznic, brak dróg zbierająco – rozprowadzających, przy odcinkach przeplatania występujących na jezdniach głównych dróg klasy A i S (przy prędkościach powyżej 80 km/h),
 - 9) Zjazdy z łącznic do różnych obiektów w otoczeniu węzła,
 - 10) Nieprawidłowe lokalizowanie infrastruktury dla ruchu pieszego, rowerowego i transportu zbiorowego w obszarze węzła,
 - 11) Projektowanie łącznic umożliwiających rozwijanie dużych prędkości, przy konieczności redukcji tej prędkości na zakończeniach łącznic, w tym w przypadku jednoczesnej redukcji w przekroju więcej niż jednego pasa ruchu.

9.4 Ocena oddziaływania na środowisko

- (1) Węzeł jest częścią drogi i powinien w czasie eksploatacji spełniać wymagania przepisów szczególnych, dotyczących ochrony środowiska w zakresie wszystkich jego komponentów.
- (2) Budowa węzła może być realizowana wraz z budową drogi lub w okresie późniejszym, w zależności od prognozy ruchu oraz uwarunkowań ekonomicznych. Zawsze jednak budowa powinna być poprzedzona opracowaniem oceny oddziaływania drogi lub drogi z węzłem na środowisko, oraz wydaniem decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach przedsięwzięcia.
- (3) W odniesieniu do drogi jako całości, a tym również węzłów, ocena oddziaływania na środowisko obejmuje takie aspekty, jak:
- 1) Ochronę środowiska kulturowego,
 - 2) Ochronę przyrody, krajobrazu, gruntów rolnych i leśnych,
 - 3) Ochronę wód i powierzchniowych utworów geologicznych,
 - 4) Ochronę powietrza,
 - 5) Obiektów i obszarów przed hałasem i wibracjami.
- (4) Poziom prognozowanych uciążliwości oraz sposoby i zakresy wymaganych zabezpieczeń wynikają w dużej mierze z wyboru wariantu przebiegu drogi na etapie prowadzonych prac studialnych. Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach przedsięwzięcia powinna zawierać wymagania w odniesieniu do wszystkich wymienionych w pkt. 3. komponentów.
- (5) Negatywne oddziaływanie węzła na otoczenie powinno zostać zminimalizowane lub wyeliminowane w sposób określony w decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach.
- (6) Przy opracowaniu raportu z oceną oddziaływania na środowisko dla uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach (STeŚ), można przewidzieć etapową realizację niektórych zabezpieczeń środowiska. Na podstawie prognozy ruchu należy określić wstępnie horyzont czasowy, kiedy w otoczeniu drogi lub węzła mogą zostać przekroczone wymagania dopuszczalnych poziomów określonych uciążliwości, ujętych w przepisach krajowych. Raport może zawierać wskazanie do ustalenia potrzeby, zakresu i częstotliwości dokonywania pomiarów, w szczególności w odniesieniu do komponentów środowiska ujętych w pkt. 3.

(7) Prognozowane w okresie eksploatacji szczegółowe zakresy oddziaływania węzła na środowisko należy określić na etapie projektu szczegółowego (budowlanego). Na tym etapie również należy zaprojektować wymagane urządzenia i zabezpieczenia w zakresie ochrony środowiska. Zastosowane rozwiązania techniczne oraz sposoby i zakres projektowanej minimalizacji uciążliwości komunikacyjnych dla drogi wraz węzłem lub samego węzła powinny zostać opisane w raporcie z ponownej oceny oddziaływania, który wraz z projektem budowlanym jest załącznikiem do wniosku o wydanie decyzji ZRID (lub pozwolenia na budowę).

(8) W razie potrzeby, węzeł powinien zostać wyposażony w urządzenia, które ograniczą negatywne oddziaływanie na otoczenie.

(9) Urządzenia ochrony środowiska mogą być realizowane etapowo. Realizacja zabezpieczeń może nastąpić po wybudowaniu węzła oraz stwierdzeniu przekroczenia dopuszczalnych poziomów oddziaływań.

(10) W przypadku przewidywania etapowej realizacji urządzeń środowiska, należy przy projektowaniu przewidzieć odpowiednią rezerwę miejsca dla późniejszej lokalizacji takich urządzeń oraz ich budowy. W dokumentacji należy określić założenia dotyczące technologii budowy oraz niezbędny dla tej technologii zakres terenowy.

(11) Projektowanie zabezpieczeń środowiska przed uciążliwościami komunikacyjnymi powinno mieć charakter kompleksowy.

(12) Jeżeli z uwagi na ustalony przebieg drogi lub lokalizację elementów węzła zachodzi potrzeba zabezpieczenia wód podziemnych, podskórnych lub powierzchniowych przed zanieczyszczeniem, zabezpieczenia te muszą być wykonane w pierwszym etapie, w takim zakresie aby były skuteczne. Można etapować zabezpieczenie podłoża, ale założenia do etapowania muszą uwzględniać sposób rozszerzenia urządzeń ochrony wód.

(13) Ochrony przyrody, wynikającej z konieczności zabezpieczenia populacji dzikich zwierząt przed defragmentacją siedlisk, jak również ochrony pozostałych stanowisk i siedlisk chronionych prawnie nie należy etapować.

(14) Z uwagi na stosowanie dla ochrony powietrza zieleni trwałej, nie należy odsuwać czasu realizacji nasadzenia zieleni. Z uwagi na czas potrzebny do osiągnięcia przez zieleni wartości użytkowych, nasadzenia zieleni powinny mieć być wykonane w pierwszym etapie realizacji. Na etapie projektu węzła należy przewidzieć odpowiednią ilość terenu dla zieleni osłonowej oraz zapewnić dostępność do niej z uwagi potrzebę zapewnienia pielęgnacji.

(15) Ochronę przed hałasem należy zaprojektować wstępnie na podstawie prognozy ruchu. Realizację zabezpieczeń można przewidzieć jako etapową, jedynie gdy przekroczenia mogą wystąpić około 10 lat po oddaniu węzła do użytku.

(16) Zagadnienie ochrony przed wibracjami wymaga analizy w odniesieniu do węzłów realizowanych w ciasnej zabudowie lub w sąsiedztwie istniejących obiektów. Ochronę przed wibracjami należy zaprojektować wstępnie na podstawie rozpoznanych warunków gruntowych. Realizację zabezpieczeń można przewidzieć jako etapową, gdy przekroczenia w otoczeniu wystąpią po oddaniu węzła do użytku lub w okresie późniejszym.