



Wytyczne projektowania węzłów drogowych

Część 1: Wymagania podstawowe

01-2022.07.13

Wzorce i standardy
rekomendowane przez
Ministra właściwego ds. transportu

WR-D-32-1

WR-D-32-1

Wytyczne projektowania węzłów drogowych. Część 1: Wymagania podstawowe

Wersja: **01**

Obowiązuje od: **2022.07.13**

Rekomendował: **Minister Infrastruktury w dniu 13 lipca 2022 r. (DDP-4.0600.7.2022)**

Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu:

- 1) nie stanowią przepisów techniczno-budowlanych w rozumieniu ustawy – Prawo budowlane,
- 2) zgodnie z ustawą o drogach publicznych przeznaczone są do dobrowolnego stosowania,
- 3) nie zwalniają osób wykonujących samodzielne funkcje techniczne w budownictwie z odpowiedzialności zawodowej.

Opracował Zespół w składzie:

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

Koordynator zamówienia: Stanisław Gaca

Jednostka odpowiedzialna:

Ministerstwo Infrastruktury, Departament Dróg Publicznych
ul. Chałubińskiego 4/6, 00-968 Warszawa

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury

Zdjęcie na okładce © GDDKiA/Krzysztof Nalewajko

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



**Rzeczpospolita
Polska**

Unia Europejska
Fundusz Spójności



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. Skróty
- 3.3. Symbole

4. Elementy i klasyfikacja węzłów

- 4.1. Zasady ogólne
- 4.2. Elementy węzłów podlegające projektowaniu
- 4.3. Procedura projektowania węzłów
- 4.4. Klasyfikacja rodzajów węzłów
- 4.5. Węzły typu WA
 - 4.5.1. Węzeł „koniczyna typowa”
 - 4.5.2. Węzeł „koniczyna modyfikowana” z trzema łącznicami pośrednimi
 - 4.5.3. Węzeł „koniczyna modyfikowana” z dwiema łącznicami pośrednimi
 - 4.5.4. Węzeł czterowlotowy „podwójna trąbka”
 - 4.5.5. Węzeł czterowlotowy „wiatrak”
 - 4.5.6. Węzeł czterowlotowy „turbina”
 - 4.5.7. Węzeł czterowlotowy „krzyż maltański”
 - 4.5.8. Węzeł trójwlotowy „trąbka”
 - 4.5.9. Węzeł trójwlotowy „nożyczki”
 - 4.5.10. Węzeł trójwlotowy „gruszka”
 - 4.5.11. Węzeł trójwlotowy kierunkowy „T” i „Y”
- 4.6. Węzły typu WB
 - 4.6.1. Węzeł czterowlotowy „karo typowe”
 - 4.6.2. Węzeł czterowlotowy „karo” z wyspą centralną
 - 4.6.3. Węzeł czterowlotowy „karo” z rondem
 - 4.6.4. Węzeł „półkoniczyna” z pętlami naprzeciwległymi
 - 4.6.5. Węzeł „półkoniczyna” z pętlami przyległymi
 - 4.6.6. Węzeł „harfa”
- 4.7. Węzły typu WC

5. Dane do projektowania węzłów

6. Wymagania funkcjonalno-techniczne

- 6.1. Zasady ogólne
- 6.2. Jednorodność rozwiązań
- 6.3. Funkcjonalność i elastyczność rozwiązań
- 6.4. Przejezdność
- 6.5. Zagospodarowanie otoczenia

7. Projektowanie węzłów w trudnych warunkach

- 7.1. Zasady ogólne
- 7.2. Dostępność
- 7.3. Węzły zespolone
- 7.4. Węzły nietypowe

- 7.4.1. Węzły zdeformowane
- 7.4.2. Węzeł „karo rozsunięte”

8. Zasady lokalizacji oraz wyboru typu i rodzaju węzła

- 8.1. Zasady wyboru lokalizacji węzła
- 8.2. Zasady wyboru typu węzła
- 8.3. Procedura wyboru rozwiązania węzła i jego parametrów

9. Ocena funkcjonowania węzłów

- 9.1. Ocena warunków ruchu na etapie projektowania
- 9.2. Inspekcja bezpieczeństwa ruchu drogowego
- 9.3. Audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego
- 9.4. Ocena oddziaływania na środowisko

1. Przedmiot i zakres stosowania

- (1) Przedmiotowe wytyczne zawierają podstawowe warunki i zasady projektowania węzłów drogowych na drogach zamiejskich i ulicach.
- (2) Celem wytycznych jest formalizacja projektowania węzłów wszystkich typów, a także planowania i wyboru typu oraz rodzaju węzła.
- (3) Wytyczne obejmują:
 - a) ustalenia ogólne i stosowane określenia,
 - b) ogólną charakterystykę i wymagania w projektowaniu węzłów,
 - c) uwarunkowania i kryteria stosowania poszczególnych typów węzłów.
- (4) Wytyczne określają również dopuszczalne rozwiązania węzłów w trudnych warunkach, w tym w ramach przebudowy lub rozbudowy.
- (5) Wytyczne określają także:
 - a) rozwiązania węzłów w obszarach aglomeracyjnych,
 - b) dopuszczalne rozwiązania węzłów, które mogą wystąpić przy przebudowie lub rozbudowie i w trudnych warunkach zagospodarowania terenu.
- (6) Ilekroć w wytycznych mowa jest o:
 - a) rowerach – rozumie się przez to także hulajnogi elektryczne i urządzenia transportu osobistego,
 - b) pieszych – rozumie się przez to także osoby poruszające się przy użyciu urządzenia wspomagającego ruch.
- (7) Szczegółowe warunki i zasady projektowania elementów węzłów drogowych oraz ich wyposażenia zawarte są w WR-D-32-2.

2. Wykaz opracowań powołanych

2.1. Akty prawne

- [1] 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. z 2019 r. poz. 2311, z późn. zm.).
- [2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1936 z dnia 23 października 2019 r. zmieniająca dyrektywę 2008/96/WE w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej (Dz. Urz. UE L 305 z 26.11.2019, str. 1)

2.2. Normy

- [3] PN-B-02170:2016-12 Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki.

2.3. Pozostałe opracowania

- [4] K. Ostrowski, T. Dybicz, W. Kustra, P. Olszewski, J. Chodur, K. Jamroz, Nowoczesne metody obliczania przepustowości dróg i oceny warunków ruchu dróg poza aglomeracjami miejskimi, w tym dróg ekspresowych. Projekt RID-I-50. GDDKiA i NCBiR. Kraków, Warszawa, Gdańsk, 2019.
- [5] S. Gaca, W. Suchorzewski, M. Tracz, Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2008.
- [6] R. Krystek, Z. Wrześniowski, L. Michalski, K. Jamroz, M. Budzyński, J. Oskarbski, J. Żukowska, Węzły drogowe i autostradowe. WKŁ, 2008.
- [7] Instrukcja kontroli stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego. Załącznik do zarządzenia nr 22 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 13 lipca 2017 r.
- [8] Instrukcja dla audytorów bezpieczeństwa ruchu drogowego. Załącznik nr 1 do zarządzenia nr 42 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 3 września 2009 r.
- [9] 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

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, półbezpśrednia i pośrednia.

Nos – element geometrii węzła, który występuje w miejscach rozdziału kierunków ruchu, na styku dwóch różnych jezdni (głównej, łącznicy, zbierająco-rozprowadzającej) lub w miejscach ich połączenia, z uwzględnieniem powierzchni oznakowanej jako wyłączonej z ruchu.

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

Obszar węzła – obszar obejmujący odcinki 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 powiązanych funkcjonalnie z węzłem, 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.

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

Pas drogowy w rejonie węzła – wydzielony liniami rozgraniczającymi grunt wraz z przestrzenią nad i pod jego powierzchnią, obejmujący obszar węzła oraz obiekty budowlane i urządzenia techniczne związane z prowadzeniem, zabezpieczeniem i obsługą ruchu, a także urządzenia związane z potrzebami zarządzania drogą, wynikające z funkcji krzyżujących się dróg, 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.

Poziom swobody ruchu (PSR) – klasa warunków ruchu związana ze sprawnością i płynnością ruchu, uwzględniająca odczucia kierowców.

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. Przyporządkowane jej są graniczne parametry elementów geometrycznych drogi oraz zakres jej wyposażenia.

Przejezdność warunkowa – zapewnienie możliwości przejazdu przez węzeł występującego sporadycznie pojazdu większego niż przyjęty za miarodajny, z dopuszczeniem zajmowania powierzchni wykraczających poza pas ruchu, który jest przeznaczony dla danej relacji na skrzyżowaniach lub łącznicach.

Przejezdność węzła – osiągnana jest przez takie rozwiązanie, które zapewnia dobre i bezpieczne warunki przejazdu dla wszystkich pojazdów, dla których jest on przeznaczony. 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 rowerów.

Trudne warunki – warunki wynikające z istniejącego ukształtowania lub zagospodarowania terenu, ze stopnia złożoności warunków gruntowo-wodnych lub z konieczności ograniczenia oddziaływania drogi na środowisko, które przy zachowaniu podstawowych wymagań w odniesieniu do projektowania węzłów, uniemożliwiają zastosowanie rozwiązania typowego lub powodują, że koszty zastosowania rozwiązania typowego w cyklu życia drogi byłyby rażąco wysokie względem rozwiązania alternatywnego.

Typowe rozwiązanie węzła – rozwiązanie z zakresu podstawowych typów węzłów o standardowych parametrach, spełniających przyjęte założenia bezpieczeństwa i sprawności ruchu. Rozwiązanie takie traktuje się jako zalecane z wyjątkiem trudnych warunków.

Węzeł zespolony – węzeł składający się z co najmniej dwóch węzłów położonych blisko siebie, mających wspólne elementy i uzupełniających się funkcjonalnie w zakresie połączeń.

Wjazd lub wyjazd krytyczny – wjazd lub wyjazd (z: jezdni głównej, jezdni zbierająco-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).

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

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

3.2. Skróty

BRD – bezpieczeństwo ruchu drogowego.

PSR – poziom swobody ruchu.

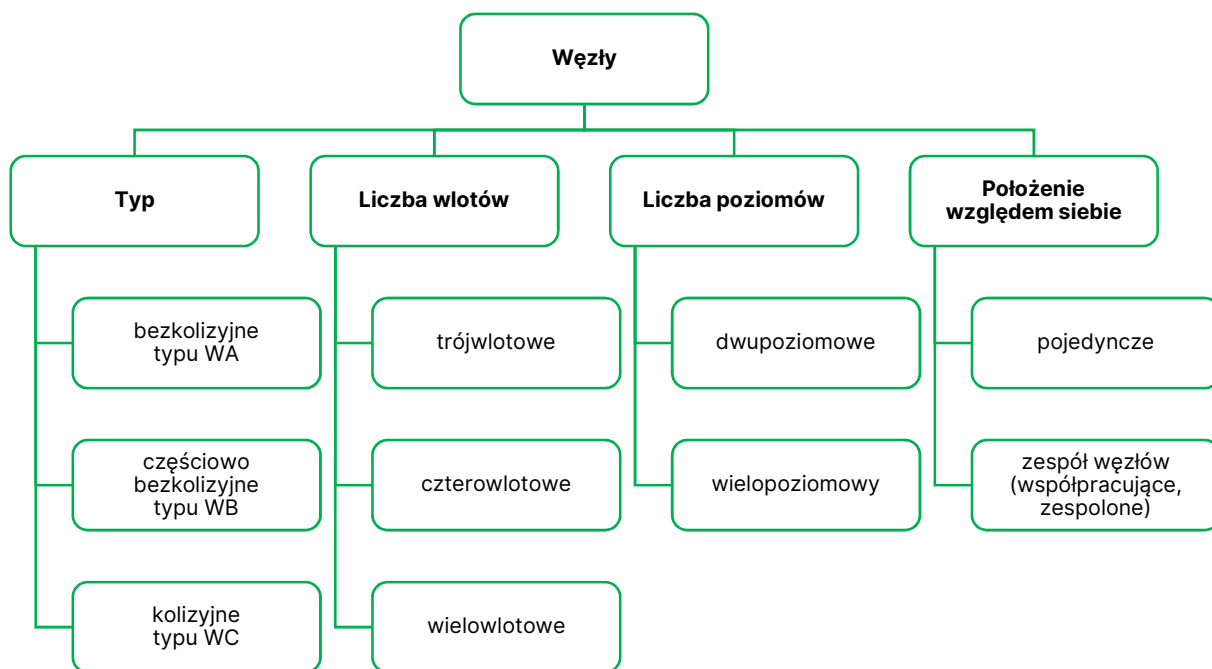
3.3. Symbole

(1) W tab. 3.3.1 zestawiono wykaz symboli użytych w niniejszych wytycznych wraz z odpowiednią jednostką oraz opisem.

Tab. 3.3.1. 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
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 ruchu za wjazdem
q_{1wy}	[E/24h]	natężenie ruchu przed wyjazdem na łącznicy, jezdni zbierająco-rozprowadzającej lub jezdni głównej
q_{3wy}, q_{2wy}	[E/24h]	natężenia ruchu za wyjazdem
q_{1p}	[E/24h]	natężenie ruchu przed odcinkiem przeplatania na pierwszym z pasów przeplatania
q_{2p}	[E/24h]	natężenie ruchu przed odcinkiem przeplatania na drugim z pasów przeplatania

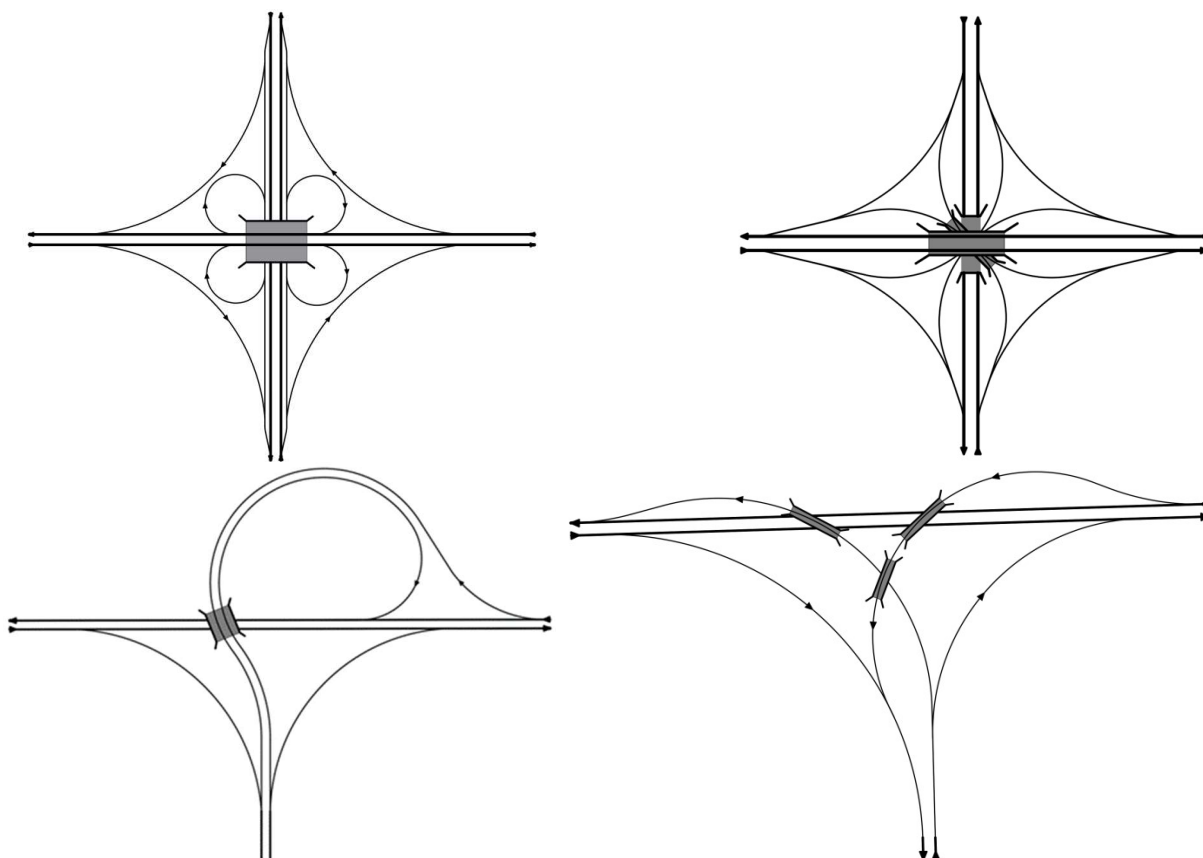
(2) Podział węzłów drogowych ze względu na wymagania funkcjonalno-techniczne przedstawia rys. 4.1.2.



Rys. 4.1.2. Podział węzłów drogowych ze względu na wymagania funkcjonalno-techniczne

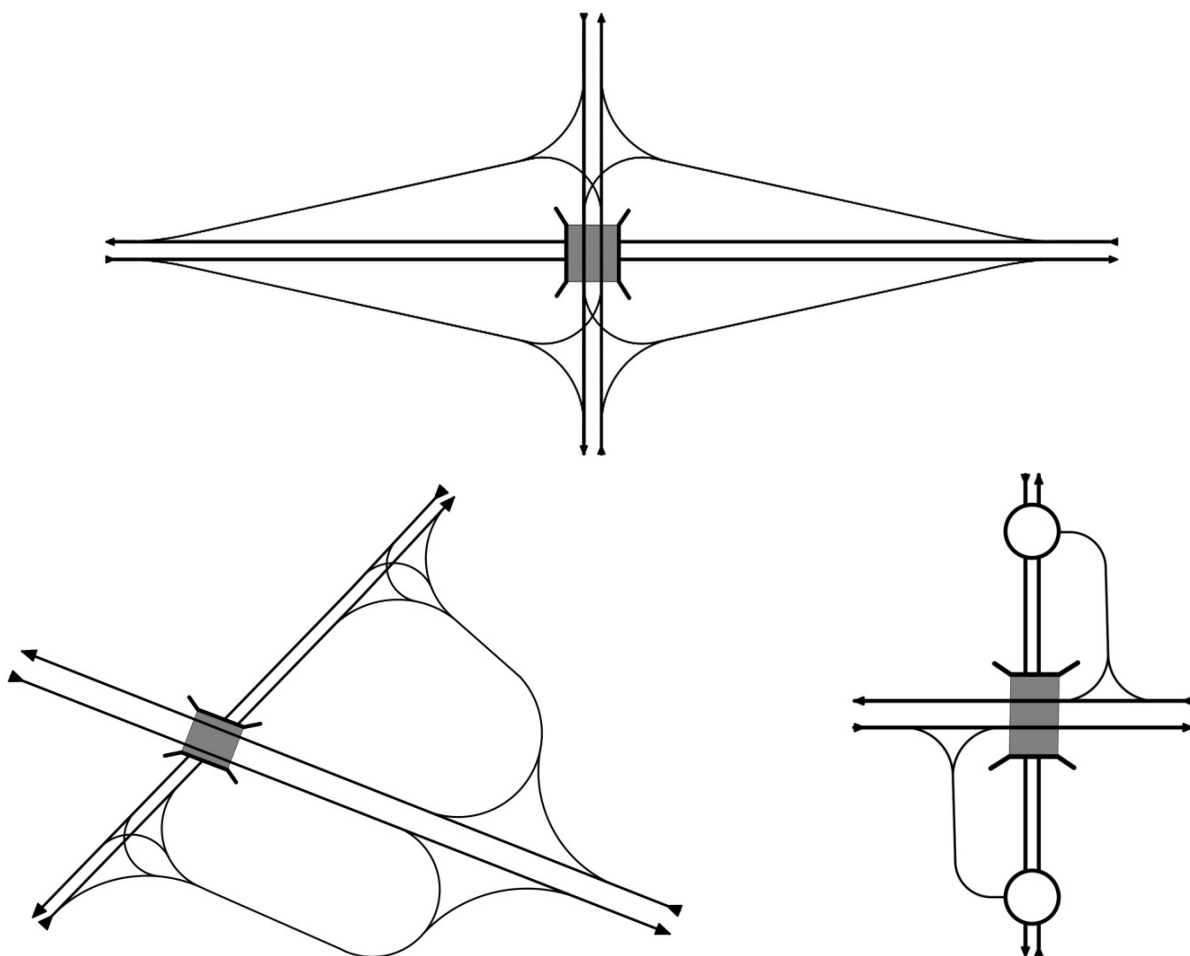
(3) W celu określenia wymagań funkcjonalno-technicznych węzłów i ich elementów, wprowadza się następujący podział na typy węzłów:

- a) 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. 4.1.3),



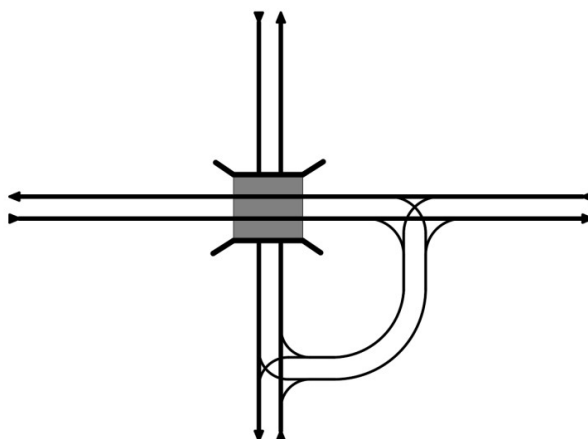
Rys. 4.1.3. Przykładowe schematy węzłów bezkolizyjnych typu WA

- b) 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. 4.1.4),



Rys. 4.1.4. Przykładowe schematy węzłów częściowo bezkolizyjnych typu WB

- c) kolizyjny typu WC – na którym tylko jezdnie główne krzyżują się w różnych poziomach, natomiast relacje skrajne na obu drogach odbywają się na skrzyżowaniach (rys. 4.1.5).



Rys. 4.1.5. Przykładowy schemat węzła kolizyjnego typu WC

(4) Każdy typ węzła jest reprezentowany przez typowe schematy węzłów lub ich modyfikacje.

(5) Zakres stosowania poszczególnych typów węzłów, w zależności od klas krzyżujących się dróg, określa tab. 4.1.1.

Tab. 4.1.1. Zakres stosowania poszczególnych typów węzłów, w zależności od klas krzyżujących się dróg

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

(WA), (WC) – rozwiązanie dopuszcza się w uzasadnionych przypadkach determinowanych wymaganiami przepustowości lub uwarunkowaniami terenowymi

(6) Węzły projektuje się uwzględniając:

- bezpieczeństwo użytkowników węzła,
- sprawność określoną przez warunki ruchu na węźle,
- dostępność terenu i uwarunkowania lokalizacji związane z zagospodarowaniem terenu,
- wpływ węzła na środowisko naturalne i społeczne,
- efektywność ekonomiczną.

(7) Bezpieczeństwo użytkowników węzła jest warunkowane:

- 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,
- ograniczeniem liczby wjazdów i wyjazdów z jezdni głównych oraz unikaniem wjazdów i wyjazdów z lewej strony jezdni głównych,
- zrozumiałością i stosowaniem powtarzalnych, typowych rozwiązań poszczególnych elementów węzłów,
- spełnieniem wymogów dotyczących bezpieczeństwa skrzyżowań w obszarze węzła oraz odcinków dróg.

(8) 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 pojazdu miarodajnego, a także innego (nienormatywnego), jeżeli zostanie wskazany przez zarządcę drogi.

(9) Wpływ na środowisko naturalne i społeczne określa się w zakresie:

- skutków przecięcia, przez krzyżujące się w węźle drogi, istniejących obszarów przyrodniczych i urbanistycznych,
- skutków zajęcia terenu pod budowę lub przebudowę węzła,
- skutków zmian stosunków gruntowo-wodnych,
- przekroczeń dopuszczalnych wartości emisji zanieczyszczeń w pasie drogowym i jego otoczeniu, a w szczególności:
 - zanieczyszczenia powietrza, wód, gleb, upraw, hodowli toksycznymi składnikami spalin,
 - hałasu drogowego, oddziaływującego na ludzi oraz zwierzęta w otoczeniu węzła,
 - drgań wpływających na obiekty w otoczeniu węzła.

(10) Efektywność ekonomiczną szacuje się w okresie cyklu życia z uwzględnieniem:

- nakładów na inwestycję i kosztów jej utrzymania,
- kosztów pozyskania terenu,
- kosztów eksploatacji pojazdów,
- kosztów czasu podróży,
- kosztów wpływu na środowisko,

f) kosztów wypadków drogowych.

(11) W obszarze węzła nie sytuuje się zjazdów zwykłych z wyjątkiem trudnych warunków. W obszarze węzła dopuszcza się sytuowanie zjazdów technicznych i awaryjnych.

(12) Wyjazdy z i wjazdy na jezdnię główną sytuuje się po jej prawej stronie. Dopuszcza się usytuowanie wyjazdów i wjazdów po lewej stronie jezdni głównej w szczególnych przypadkach, determinowanych względami funkcjonalnymi, na drodze klasy GP, G lub Z na której prędkość dopuszczalna wynosi nie więcej niż 80 km/h.

(13) W obszarze węzła WA, na obu krzyżujących się drogach, projektuje się przekrój o dwóch jezdniach głównych.

(14) W przypadku braku jezdni zbierająco-rozprowadzającej, zaleca się usytuowanie wyjazdu z jezdni głównej przed wjazdem.

4.2. Elementy węzłów podlegające projektowaniu

(1) Elementami sytuacyjnego rozwiązania węzła, podlegającymi projektowaniu, są:

- a) osie dróg i kąt ich przecięcia,
- b) jezdnie główne,
- c) łącznice (pośrednie, półpośrednie, bezpośrednie),
- d) jezdnie zbierająco-rozprowadzające,
- e) wjazdy na i wyjazdy z jezdni głównych, jezdni zbierająco-rozprowadzających oraz łącznic,
- f) pasy ruchu:
 - podstawowe pasy ruchu (szerokości pasów ruchu dla relacji na wprost i relacji skrętnych),
 - pasy włączenia i wyłączenia (długości odcinków zmiany pasa ruchu oraz długości odcinków zwalniania i przyśpieszania),
- g) skosy załamania krawędzi jezdni zbierająco-rozprowadzających oraz łącznic i wyokrąglenia tych załamań,
- h) skrzyżowania w obszarze węzła wraz z infrastrukturą dla pieszych, rowerów i transportu zbiorowego,
- i) wyposażenie węzła:
 - urządzenia organizacji i sterowanie ruchem,
 - urządzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego, w szczególności drogowe bariery ochronne i osłony energochłonne,
 - rozmieszczenie i rodzaj urządzeń do odwodnienia,
 - rozmieszczenie i rodzaj urządzeń do oświetlenia,
 - miejsca poboru opłat albo urządzenia służące do poboru lub kontroli prawidłowości uiszczenia opłaty,
 - infrastruktura w zakresie obsługi i utrzymania technicznego (obwody, zjazdy techniczne, dostępność do terenów zamkniętych elementami węzła, zbiorniki, pasy technologiczne),
 - infrastruktura w zakresie ochrony środowiska (ekrany akustyczne, przejścia dla zwierząt),
 - ogrodzenia.

(2) Parametrami ukształtowania wysokościowego węzła podlegającymi projektowaniu są:

- a) skrajnie wszystkich części drogi w obszarze węzła, które powinny odpowiadać wymaganiom określonym w WR-D-21,
- b) pochylenia podłużne jezdni głównych, jezdni zbierająco-rozprowadzających i łącznic oraz łuki pionowe w miejscu załamania niwelet jezdni głównych, jezdni zbierająco-rozprowadzających i łącznic,
- c) pochylenia poprzeczne jezdni głównych, jezdni zbierająco-rozprowadzających oraz łącznic,
- d) ukształtowanie wysokościowe węzła z uwzględnieniem płynności przejazdu pojazdów na kierunku z pierwszeństwem przejazdu, BRD, sprawnego odwodnienia i estetyki.

4.3. Procedura projektowania węzłów

(1) Projektowany węzeł, niezależnie od tego, czy jest elementem projektu odcinka (odcinków) drogi, czy samodzielny projektem, podlega odrębnym analizom.

(2) Projekty węzłów realizowane są w ramach:

- a) budowy (rozbudowy, odbudowy) – realizacja zadania na podstawie decyzji o pozwoleniu na budowę (DPB) lub decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej (ZRID),
- b) przebudowy elementów węzłów – realizacja zadania na podstawie zgłoszenia wykonywania robót budowlanych.

(3) W ramach procedury projektowania węzłów wyróżnia się cztery fazy, zgodnie z tab. 4.3.1.

Tab. 4.3.1. Fazy projektowania węzłów

Faza	Rodzaje i zakres opracowań
1. Planistyczna	<ul style="list-style-type: none"> studium korytarzowe wraz z analizą wielokryterialną (SK) – przyjęcie wariantów przebiegu trasy oraz określenie nazwy, lokalizacji i typów węzłów (drogi krajowe)
2. Projektowanie wstępne	<ul style="list-style-type: none"> studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowe (STES) – dla wybranych i analizowanych wariantów przebiegu trasy przyjętych na etapie SK wykonywane jest uszczegółowienie rozwiązań, takich jak przyjęcie podstawowych parametrów technicznych węzłów (przekroje podłużne i poprzeczne); w odniesieniu do węzłów – wariantowe rozwiązania typu i geometrii węzłów, wyposażenie techniczne oraz założenia do organizacji ruchu na węzłach i sterowania ruchem na węzłach, wstępne projektowanie wyposażenia węzłów (głównie drogi krajowe), studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowe z elementami koncepcji (STES-R) – opracowanie zawiera ponadto wytyczne do projektu budowlanego (głównie drogi krajowe), koncepcja programowa (KP) – projektowanie szczegółów dotyczących węzłów wraz z ich wyposażeniem (drogi inne niż drogi krajowe oraz w przypadku braku STES-R – drogi krajowe). <p>Opracowania STES, STES-R oraz KP zawierają analizę wielokryterialną, a ich celem jest m. in. określenie zakresu rzeczowego i finansowego inwestycji oraz jej efektywności ekonomicznej; każde z wymienionych opracowań tworzy podstawę do wniosku o uzyskanie DŚU.</p>
Uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach (DŚU) – dotyczy całej inwestycji (nie tylko węzła). DŚU uzyskuje się na etapie wymaganym przez zarządcę drogi.	
3. Projektowa – zakres formalno-prawny	<ul style="list-style-type: none"> projekt budowlany (PB) – projekt węzłów w wariantcie wybranym do realizacji (zgodny z DŚU)
Uzyskanie koniecznych decyzji administracyjnych, w tym finalnie DPB lub ZRID.	
4. Projektowa – uszczegółowienie rozwiązań technicznych	<ul style="list-style-type: none"> projekt wykonawczy (PW), projekty technologiczne (opcjonalnie).

(4) W stadium koncepcji, na podstawie analizy wariantów rozwiązań węzła, następuje wybór najkorzystniejszego dla danych warunków typu i rozwiązania, na podstawie obliczeń przepustowości, oceny warunków i bezpieczeństwa ruchu oraz analizy efektywności. Prace projektowe w tej fazie powinny być poprzedzone zebraniem i opracowaniem danych niezbędnych do ustalenia głównych założeń projektowych o zakresie wyszczególnionym w lit. b. W fazie tej powinny zostać uwzględnione przesłanki, uwarunkowania, ograniczenia i wymagania doboru typu rozwiązania i kształtowania węzłów. Inne podstawowe cele projektu koncepcyjnego węzła to:

- a) ustalenie szczegółowej lokalizacji węzła i jego elementów oraz określenie zajętości terenu,
- b) ustalenie głównych założeń i parametrów rozwiązania geometrycznego oraz organizacji ruchu, obejmujących m. in. ustalenie:
 - wymagań obejmujących warunki ruchu w zakresie przepustowości i poziomów swobody ruchu,
 - liczby pasów ruchu na jezdniach głównych,
 - schematu węzła, wraz z konfiguracją wjazdów i wyjazdów,

- parametrów projektowych skrzyżowań (w przypadku węzłów typu WB i WC),
- pochyłeń podłużnych i poprzecznych jezdni głównych, jezdni zbierająco-rozprowadzających i łącznic,
- sposobu prowadzenia ruchu pieszych i rowerów w obszarze węzła, w tym na skrzyżowaniach,
- lokalizacji infrastruktury transportu zbiorowego,
- założenia do projektu stałej organizacji ruchu
- struktury programu sterowania – w przypadku skrzyżowań z sygnalizacją lub systemu sterowania ruchem w obszarze węzła,
- wymagań wynikających z warunków bezpieczeństwa ruchu drogowego,
- 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 4.2.

(6) Do procedury projektowania węzła należą także:

- a) wykonanie projektu organizacji ruchu,
- b) zaprojektowanie infrastruktury dla pieszych, rowerów i transportu zbiorowego w przypadku konieczności zapewnienia obsługi ruchu pieszych, rowerów i pojazdów transportu zbiorowego w obszarze węzła,
- c) zaprojektowanie wyposażenia węzła, w szczególności urządzeń:
 - do oświetlenia,
 - bezpieczeństwa ruchu drogowego,
 - do odwodnienia,
 - ochrony środowiska.

(7) Drogowe obiekty inżynierskie w obszarze węzła, w zależności od rodzaju, projektuje się zgodnie z właściwymi WR-M.

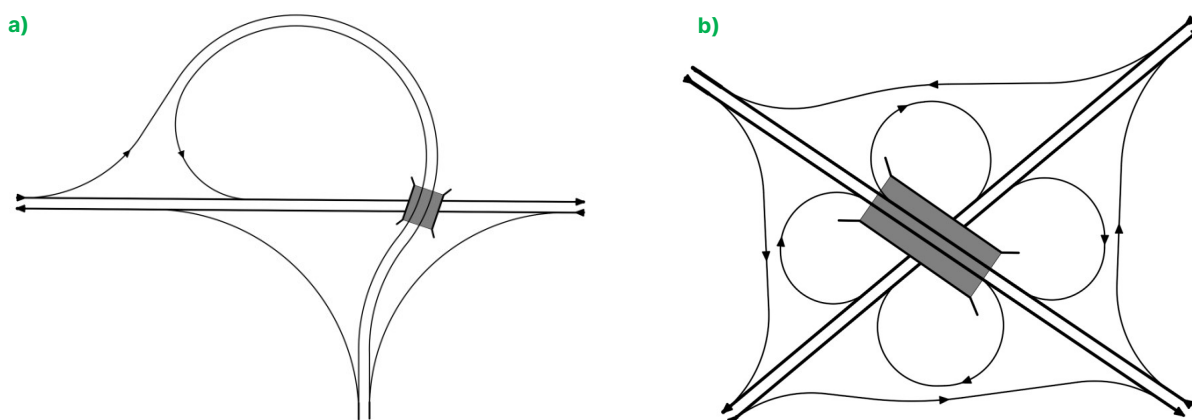
(8) Skrzyżowanie stanowiące element węzła typu WB lub WC projektuje się zgodnie z WR-D-31.

(9) W niniejszym rozdziale podano ogólne i podstawowe informacje. Bardziej szczegółowe wymagania znajdują się w dokumentach zarządcy drogi lub w opisie przedmiotu zamówienia.

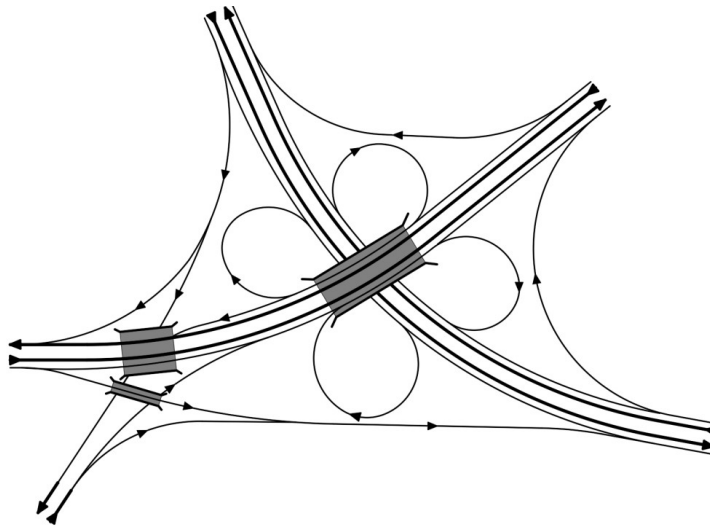
4.4. Klasyfikacja rodzajów węzłów

(1) Podział ze względu na liczbę wlotów:

- a) trójwlotowe (rys. 4.4.1a),
- b) czterowlotowe (rys. 4.4.1b),
- c) wielowlotowe (rys. 4.4.2).

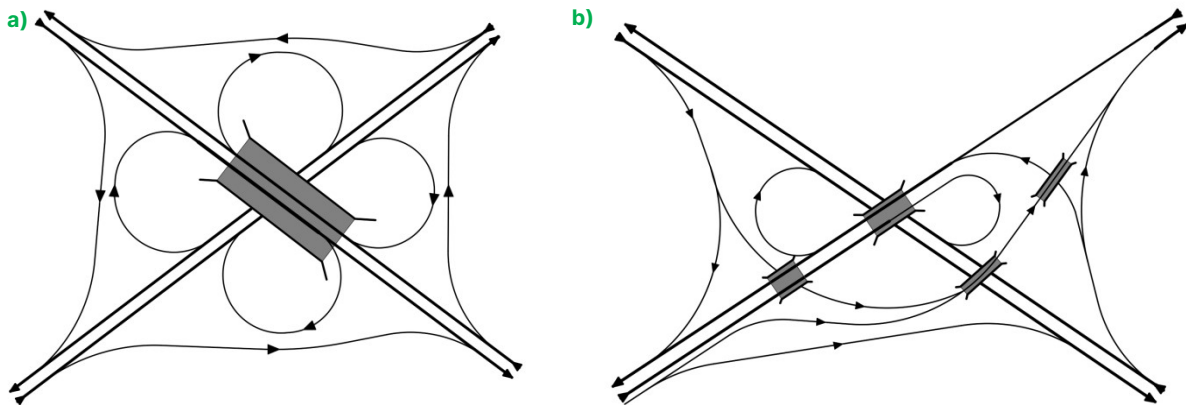


Rys. 4.4.1. Przykładowe schematy węzłów: a) trójwlotowego; b) czterowlotowego



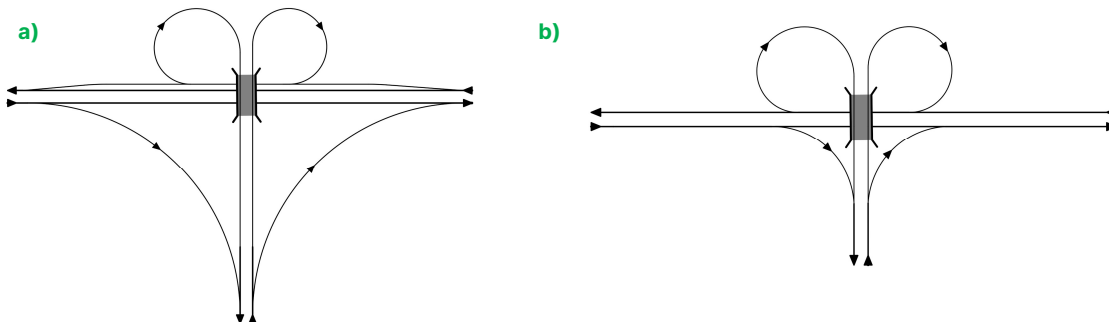
Rys. 4.4.2. Przykładowy schemat węzła pięciowłotowego

- (2) Podział ze względu na wzajemną zależność łącznic:
- a) łącznice prowadzone niezależnie od siebie (rys. 4.4.3a),
 - b) łącznice ze wspólnymi odcinkami (z możliwością wystąpienia przeplatania na łącznicy; rys. 4.4.3b).



Rys. 4.4.3. Przykładowe schematy wzajemnej zależności łącznic w węzłach: a) łącznice prowadzone niezależnie od siebie; b) łącznice ze wspólnymi odcinkami

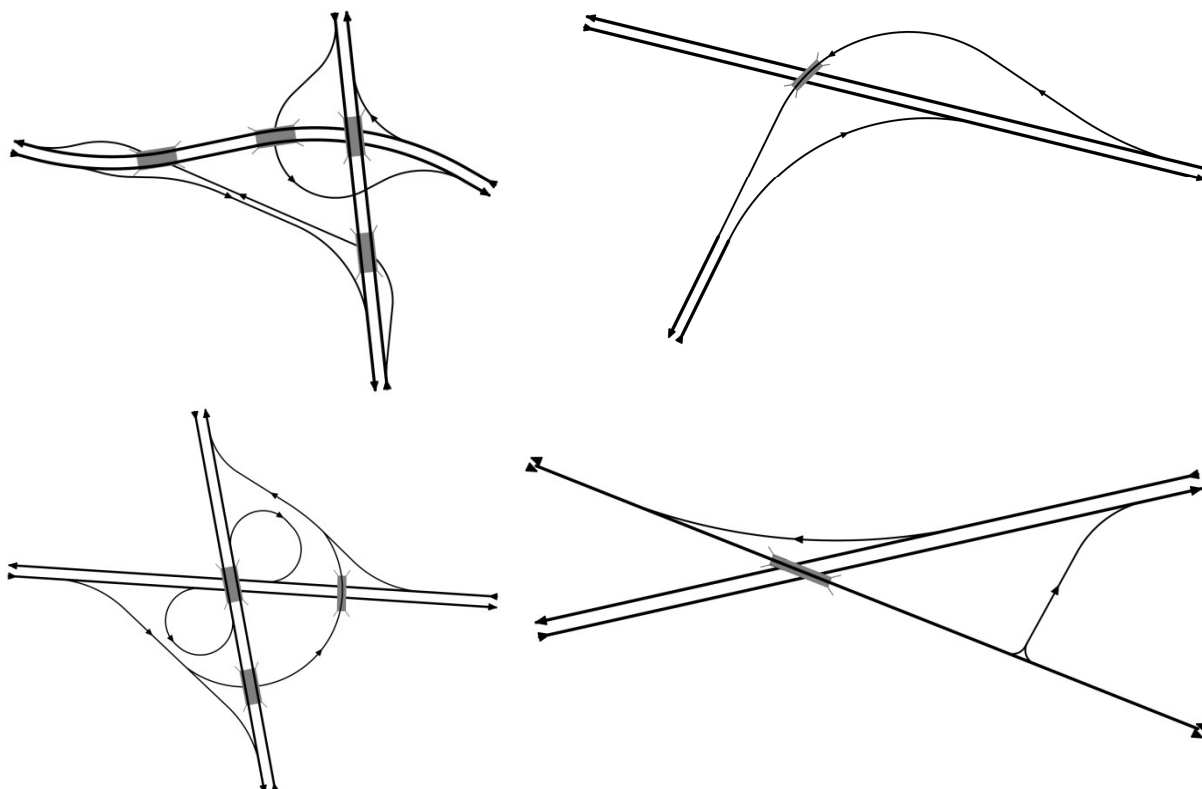
- (3) Podział ze względu na występowanie jezdni zbierająco-rozprowadzających:
- a) występowanie jezdni zbierająco-rozprowadzających, na których zlokalizowane są odcinki przeplatania (rys. 4.4.4a),
 - b) brak jezdni zbierająco-rozprowadzających, odcinki przeplatania zlokalizowane są na jezdniach głównych (rys. 4.4.4b).



Rys. 4.4.4. Przykładowe schematy węzłów: a) z jezdnią zbierająco-rozprowadzającą; b) bez jezdni zbierająco-rozprowadzającej

(4) Podział ze względu na liczbę połączeń:

- a) pełna liczba połączeń,
- b) niepełna liczba połączeń (brak połączeń dla wybranych relacji) – która może wynikać z:
 - małych natężeń ruchu na danej relacji, co z ekonomicznego punktu widzenia nie uzasadnia budowy łącznicy,
 - trudnych warunków terenowych,
 - niekorzystnego kąta krzyżujących się dróg,
 - braku możliwości uzyskania minimalnej odległości między obszarami węzłów, określonej w tab. 8.1.1 i braku uzasadnienia dla budowy węzła zespolonego (rys. 4.4.5).



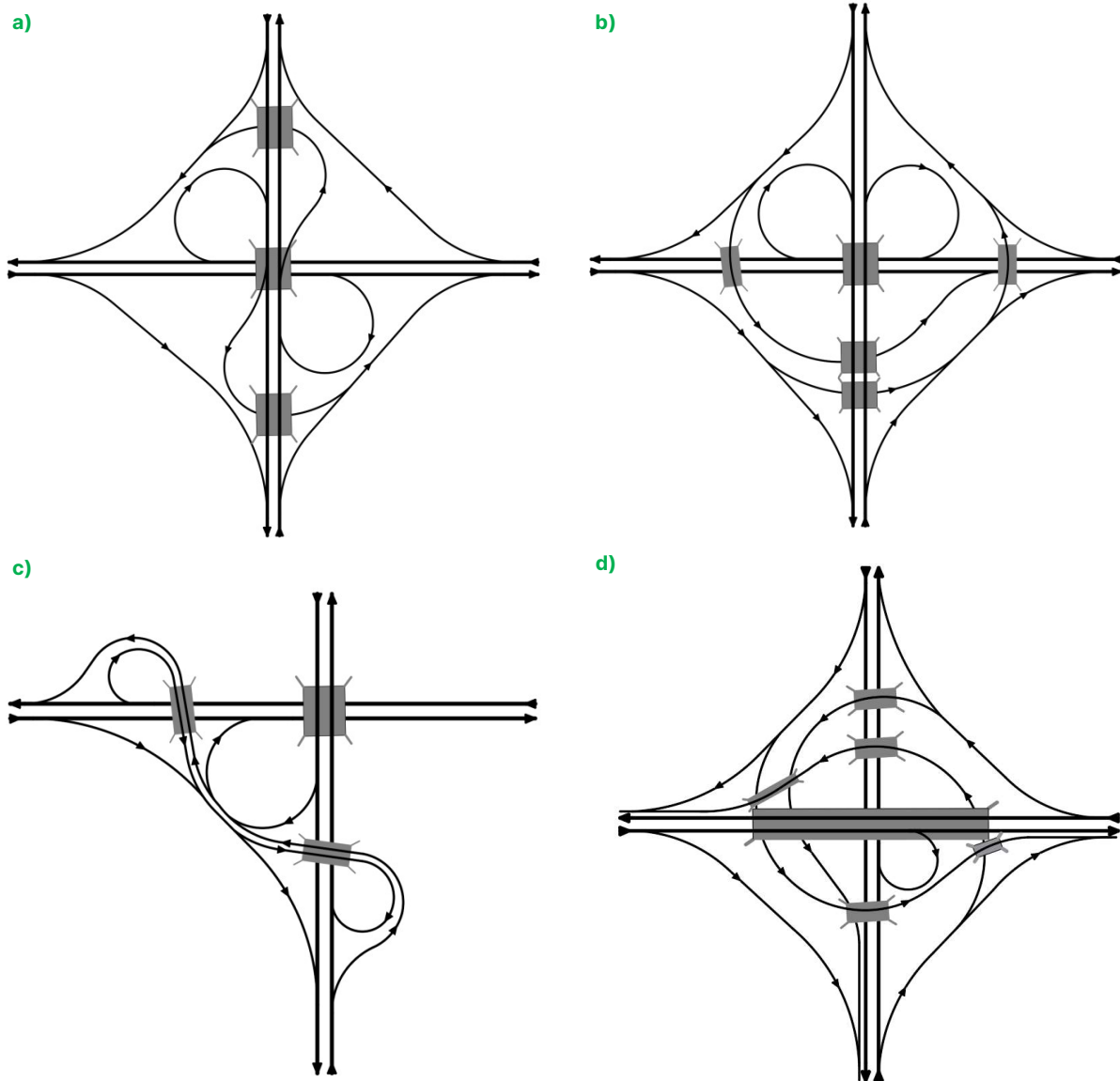
Rys. 4.4.5. Przykładowe schematy węzłów z niepełną liczbą połączeń

(5) Podział ze względu na symetrię układu łącznic:

- a) symetryczne względem punktu przecięcia się jezdni głównych (rys. 4.4.6a),
- b) symetryczne względem osi jednej z krzyżujących się dróg (rys. 4.4.6b),
- c) symetryczne względem przekątnej między krzyżującymi się drogami (rys. 4.4.6c),
- d) asymetryczne (rys. 4.4.6d).

(6) Węzły bez łącznic pośrednich mogą być określane jako węzły kierunkowe.

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



Rys. 4.4.6. Przykładowe schematy węzłów o łącznicach: a) symetrycznych względem punktu przecięcia się jezdni głównych; b) symetrycznych względem osi jednej z krzyżujących się dróg; c) symetrycznych względem przekątnej między krzyżującymi się drogami; d) asymetrycznych

4.5. Węzły typu WA

4.5.1. Węzeł „koniczyna typowa”

(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, z czterema łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo) i czterema łącznicami pośrednimi (skręty w lewo).

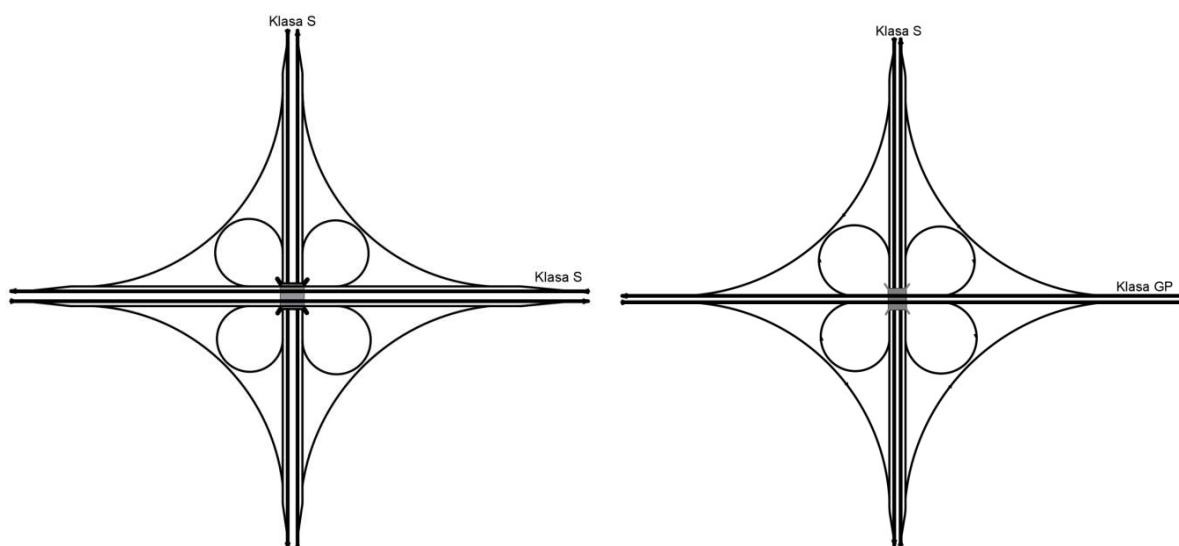
(2) Zalety uzasadniające stosowanie:

- a) dwa wiadukty (dla każdej jezdni jeden wiadukt),
- b) możliwość rozbudowy węzła etapami,
- c) możliwość zawracania na węźle,
- d) różnorodność zastosowań – od dróg klas A i S po drogi niższych klas, zgodnie z tab. 4.1.1.

(3) Przeciwwskazania do stosowania:

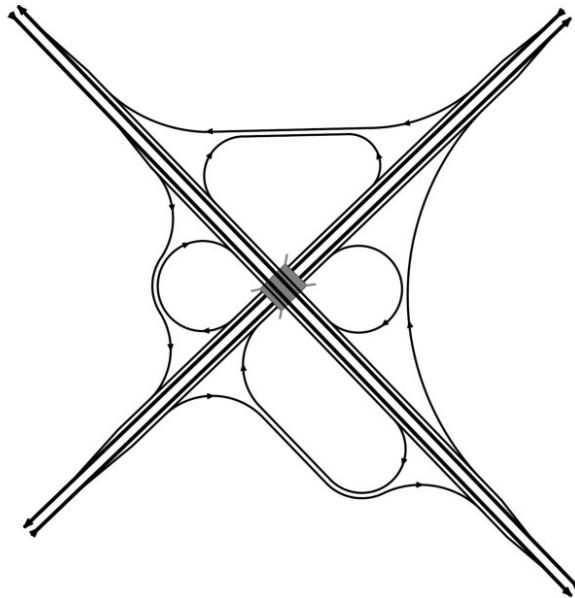
- a) dwa wjazdy i wyjazdy na jezdniach głównych – przy braku jezdni zbierająco-rozprowadzającej pogorszenie warunków ruchu i BRD na prawym pasie,
- b) odcinek przeplatania na prawym pasie jezdni głównej, w przypadku braku jezdni zbierająco-rozprowadzającej,
- c) konieczność ograniczania prędkości na jezdniach głównych przy braku jezdni zbierająco-rozprowadzających,
- d) przy ograniczonym zajęciu terenu występują krótkie łącznice pośrednie o dużym pochyleniu podłużnym,
- e) w przypadku nierównomiernych obciążeń ruchem możliwe pogorszenie warunków ruchu na wybranych relacjach.

(4) Na drodze klasy A lub S w obszarze węzła stosuje się jezdnie zbierająco-rozprowadzające (rys. 4.5.1.1). Dopuszcza się niestosowanie jezdni zbierająco-rozprowadzających na drodze klasy S, na której prędkość dopuszczalna wynosi nie więcej niż 90 km/h.



Rys. 4.5.1.1. Przykłady stosowania jezdni zbierająco-rozprowadzających na węzłach „koniczyna typowa”

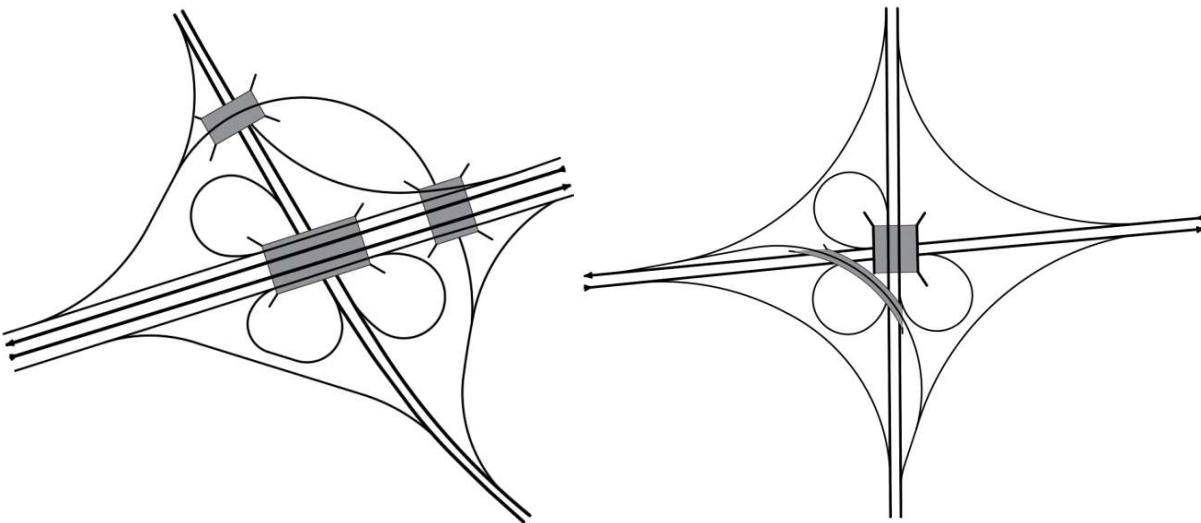
(5) W obszarze węzła „koniczyna typowa” może występować zróżnicowanie geometryczne łącznic w planie sytuacyjnym. Dotyczy to zarówno łącznic pośrednich jak i bezpośrednich. Łącznice mogą mieć przebieg swobodny lub dopasowany (rys. 4.5.1.2). Rodzaj przebiegu łącznic wiąże się zwykle z rodzajem zagospodarowania terenu wokół węzła i dostępnością terenu.



Rys. 4.5.1.2. Przykład zróżnicowania geometrycznego łącznic – przebieg swobodny występuje we wschodniej części obszaru węzła, a wymuszony w pozostałych częściach obszaru węzła

4.5.2. Węzeł „koniczyna modyfikowana” z trzema łącznicami pośrednimi

(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, z czterema łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo), jedną łącznicą półbezpośrednią i trzema łącznicami pośrednimi (skręty w lewo) – rys. 4.5.2.1.



Rys. 4.5.2.1. Przykładowe schematy węzłów „koniczyna modyfikowana” z trzema łącznicami pośrednimi

(2) Zalety uzasadniające stosowanie:

- a) możliwość poprawy warunków ruchu na najbardziej obciążonej relacji skrętu w lewo,
- b) możliwość rozbudowy węzła etapami,
- c) różnorodność zastosowań – od dróg klas A i S po drogi niższych klas, zgodnie z tab. 4.1.1.

(3) Przeciwwskazania do stosowania:

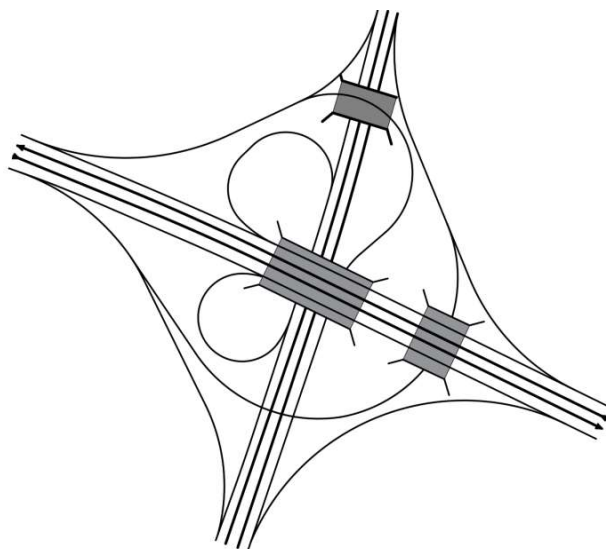
- a) konieczność budowy co najmniej trzech wiaduktów,
- b) brak możliwości zawracania przez pojazdy niektórych relacji na węzle,
- c) dwa wjazdy i wyjazdy na jezdniach głównych – przy braku jezdni zbierająco-rozprowadzającej pogorszenie warunków ruchu i BRD na prawym pasie,
- d) odcinek przeplatania na prawym pasie jezdni głównej, w przypadku braku jezdni zbierająco-rozprowadzającej,

e) przy ograniczonym zajęciu terenu występują krótkie łącznice pośrednie o dużym pochyleniu podłużnym.

(4) Na drodze klasy A lub S w obszarze węzła stosuje się jezdnie zbierająco-rozprowadzające. Dopuszcza się niestosowanie jezdni zbierająco-rozprowadzających na drodze klasy S, na której prędkość dopuszczalna wynosi nie więcej niż 90 km/h.

4.5.3. Węzeł „koniczyna modyfikowana” z dwiema łącznicami pośrednimi

(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, z czterema łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo), dwiema łącznicami półbezpośrednimi i dwiema łącznicami pośrednimi (skręty w lewo) – rys. 4.5.3.1.



Rys. 4.5.3.1. Przykładowy schemat węzła „koniczyna modyfikowana” z dwiema łącznicami pośrednimi

(2) Zalety uzasadniające stosowanie:

- a) możliwość poprawy warunków ruchu na dwóch najbardziej obciążonych relacjach skrętu w lewo,
- b) możliwość rozbudowy węzła etapami.

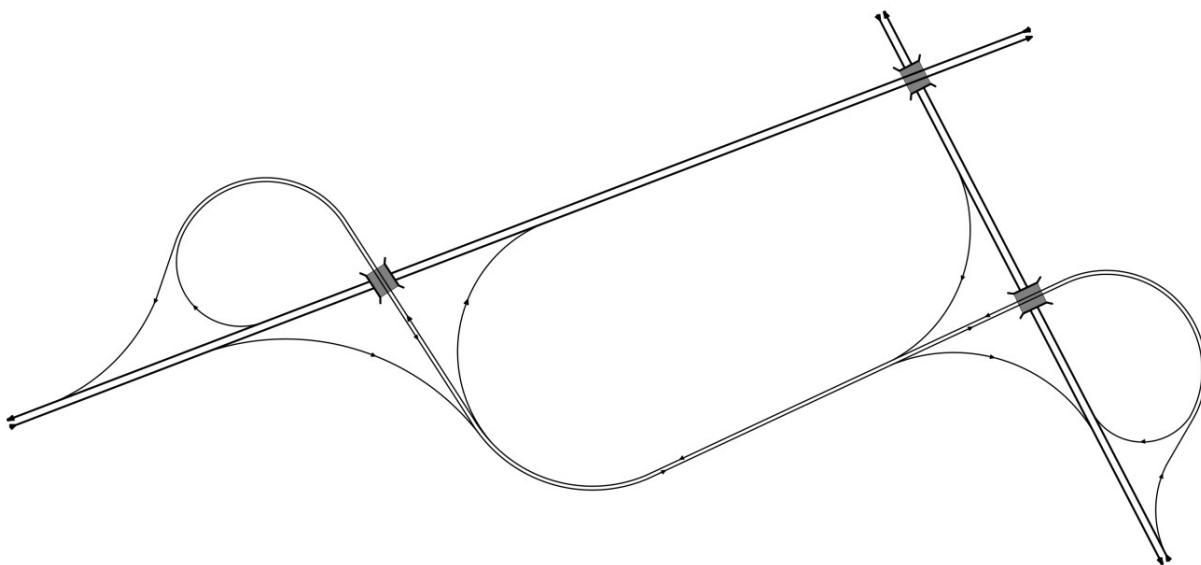
(3) Przeciwwskazania do stosowania:

- a) konieczność budowy co najmniej czterech wiaduktów,
- b) brak możliwości zawracania na węźle,
- c) dwa wjazdy/wyjazdy na jezdni głównej – przy braku jezdni zbierająco-rozprowadzającej pogorszenie warunków ruchu i BRD na prawym pasie,
- d) odcinek przeplatania na prawym pasie jezdni głównej, w przypadku braku jezdni zbierająco-rozprowadzającej,
- e) przy ograniczonym zajęciu terenu występują krótkie łącznice pośrednie o dużym pochyleniu podłużnym.

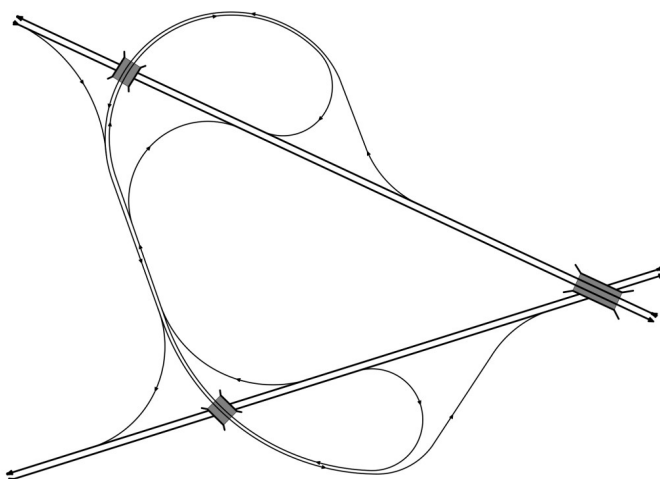
(4) Na drodze klasy A lub S w obszarze węzła stosuje się jezdnie zbierająco-rozprowadzające.

4.5.4. Węzeł czterowlotowy „podwójna trąbka”

(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, zbudowany na bazie węzła „trąbka” (węzła trójwlotowego), bez łącznic bezpośrednich – rys. 4.5.4.1 i 4.5.4.2.



Rys. 4.5.4.1. Przykładowy schemat węzła „podwójna trąbka” na drogach krzyżujących się pod prostym kątem



Rys. 4.5.4.2. Przykładowy schemat węzła „podwójna trąbka” na drogach krzyżujących się pod ostrym kątem

(2) Zalety uzasadniające stosowanie:

- a) brak odcinków przeplatania,
- b) możliwość stosowania przy niekorzystnym kącie krzyżowania się dróg,
- c) możliwość wykorzystania terenu w obszarze węzła na zaplecze techniczne zarządcy drogi.

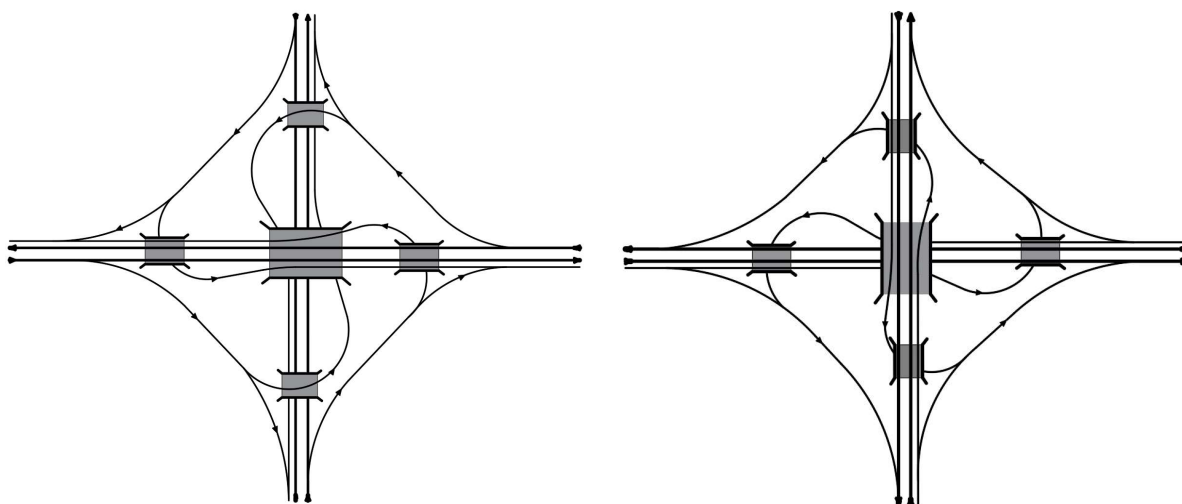
(3) Przeciwwskazania do stosowania:

- a) niekorzystne warunki ruchu przez zamianę części relacji bezpośrednich na pośrednie,
- b) konieczność budowy co najmniej czterech wiaduktów,
- c) wydłużenie czasu przejazdu przez węzeł,
- d) skomplikowany sposób prowadzenia relacji skrętu w prawo
- e) duża zajętość terenu.

(4) Stosowanie węzła „podwójna trąbka” ze względu na niekorzystne warunki ruchu powinno być ograniczone do szczególnych przypadków, w tym do przypadków niekorzystnego kąta krzyżujących się dróg.

4.5.5. Węzeł czterelotowy „wiatrak”

(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, symetryczny względem przecięcia się jezdni głównych, z czterema łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo) i czterema łącznicami półbezpośrednimi (skręty w lewo) – rys. 4.5.5.1.



Rys. 4.5.5.1. Przykładowe schematy węzłów „wiatrak”

(2) Zalety uzasadniające stosowanie:

- a) poprawa warunków ruchu na relacjach skrętu w lewo w stosunku do węzła z łącznicami pośrednimi,
- b) brak odcinków przeplatania przy poprawnej segregacji ruchu na wyjazdach dwupasowych.

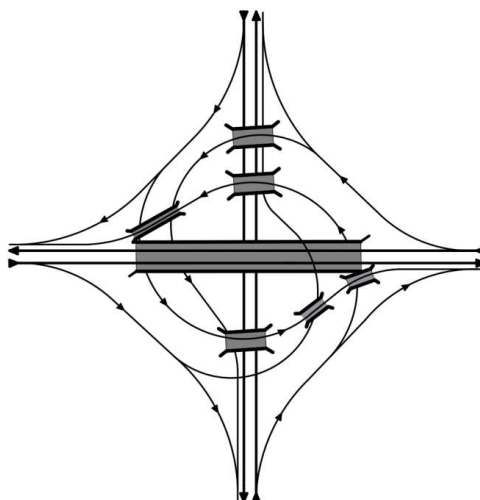
(3) Przeciwwskazania do stosowania:

- a) przy ograniczeniu zajęcia terenu konieczność zastosowania małych promieni łuków poziomych na łącznicach półbezpośrednich, co skutkuje pogorszeniem warunków ruchu,
- b) konieczność budowy co najmniej ośmiu wiaduktów.

(4) W obszarze węzła stosuje się jezdnie zbierająco-rozprowadzające.

4.5.6. Węzeł czterelotowy „turbina”

(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, symetryczny względem przecięcia się jezdni głównych, z czterema łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo) i czterema łącznicami półbezpośrednimi (skręty w lewo) – rys. 4.5.6.1.

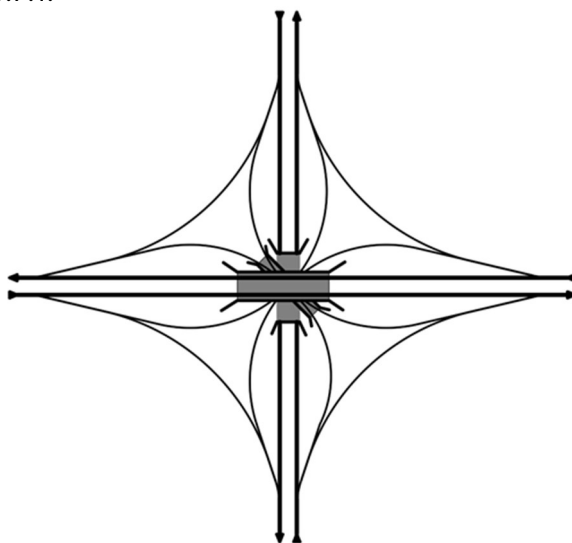


Rys. 4.5.6.1. Przykładowy schemat węzła „turbina”

- (2) Zalety uzasadniające stosowanie:
- poprawa warunków ruchu na relacjach skrętu w lewo w stosunku do węzła z łącznicami pośrednimi,
 - brak odcinków przeplatania przy poprawnej segregacji ruchu na wyjazdach dwupasowych.
- (3) Przeciwwskazania do stosowania:
- stosowanie ograniczone do dróg klas A i S, przy dużych natężeniach ruchu wszystkich relacji skrętu w lewo,
 - konieczność budowy ośmiu wiaduktów.
- (4) W obszarze węzła stosuje się jezdnie zbierająco-rozprowadzające.

4.5.7. Węzeł czterowlotowy „krzyż maltański”

(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, symetryczny względem przecięcia się jezdni głównych, z czterema łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo) i czterema łącznicami półbezpśrednimi (skręty w lewo) – rys. 4.5.7.1.

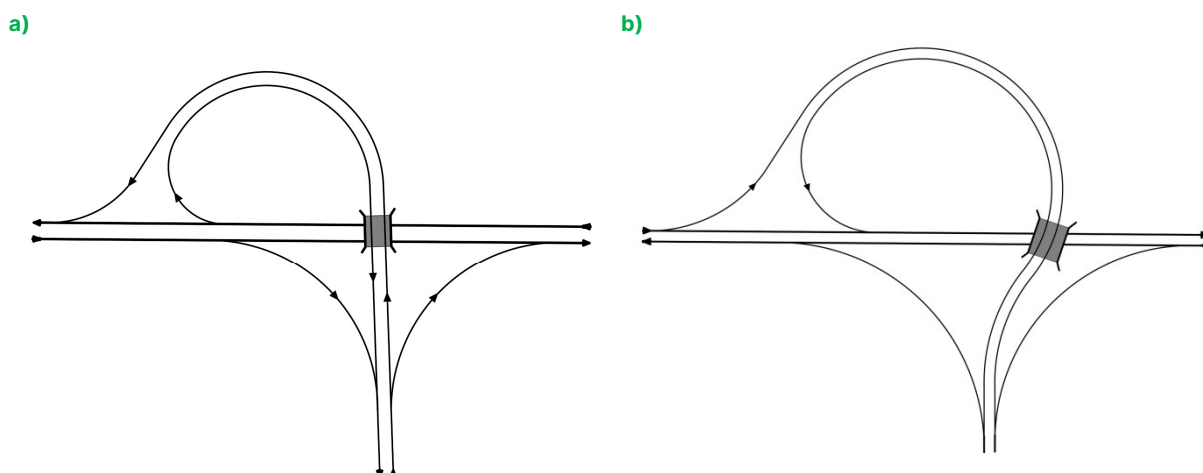


Rys. 4.5.7.1. Przykładowy schemat węzła „krzyż maltański”

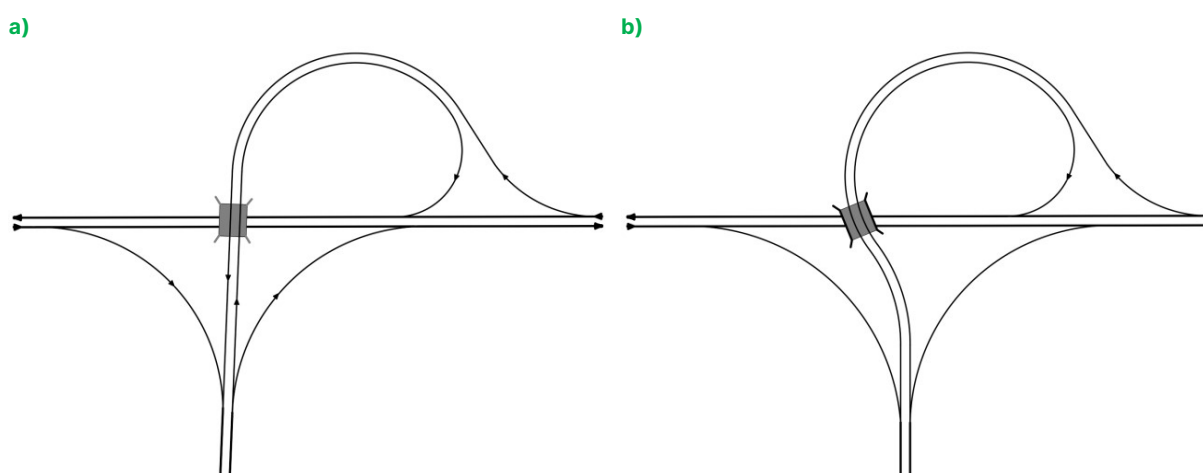
- (2) Zalety uzasadniające stosowanie:
- bardzo dobre warunki ruchu na relacjach skrętu w lewo i w prawo,
 - brak odcinków przeplatania przy poprawnej segregacji ruchu na wyjazdach dwupasowych.
- (3) Przeciwwskazania do stosowania:
- stosowanie ograniczone do dróg klas A i S, przy dużych natężeniach ruchu wszystkich relacji skrętu w lewo,
 - konieczność budowy wiaduktów w trzech poziomach,
 - niekorzystny pod względem estetycznym – zakłócenie przestrzeni w krajobrazie.
- (4) Ze względu na dużą ingerencję w przestrzeń, przez tworzenie silnie wyróżniającego się obiektu, węzła nie stosuje się na obszarach o niskiej zabudowie i na obszarach z ochroną krajobrazową.

4.5.8. Węzeł trójwlotowy „trąbka”

(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, z dwiema łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo), jedną łącznicą pośrednią i jedną łącznicą półbezpośrednią (skręty w lewo) – rys. 4.5.8.1 i 4.5.8.2.



Rys. 4.5.8.1. Przykładowe schematy węzłów „trąbka lewa”: a) bez odgięcia jezdni drogi poprzecznej na dojeździe do węzła; b) z odgięciem jezdni drogi poprzecznej na dojeździe do węzła



Rys. 4.5.8.2. Przykładowe schematy węzłów „trąbka prawa”: a) bez odgięcia jezdni drogi poprzecznej na dojeździe do węzła; b) z odgięciem jezdni drogi poprzecznej na dojeździe do węzła

(2) Zalety uzasadniające stosowanie:

- a) stosunkowo mała zajętość terenu,
- b) jeden wiadukt,
- c) korzystne warunki ruchu dla relacji skrętu w lewo z drogi poprzecznej („trąbka lewa”),
- d) możliwość funkcjonowania jako rozwiązanie etapowe, np. przy docelowym węźle „koniczyna”.

(3) Przeciwwskazania do stosowania:

- a) zazwyczaj długa prosta na drodze poprzecznej, poprzedzająca mały promień łuku w planie (wjazd na łuk z dużymi prędkościami),
- b) niekorzystne warunki ruchu relacji skrętu w lewo na drogę poprzeczną, jeżeli natężenie takiej relacji jest dominujące („trąbka lewa”).

(4) Nie zaleca się stosowania przy łączących się drogach klas A i S lub w przypadku dużych natężeń ruchu na włączającej się drodze.

(5) Zaleca się stosowanie odgięcia jezdni drogi poprzecznej na dojeździe do węzła, co powinno powodować pożądaną redukcję prędkości przed wjazdem na łącznicę (rys. 4.5.8.1b i 4.5.8.2b).

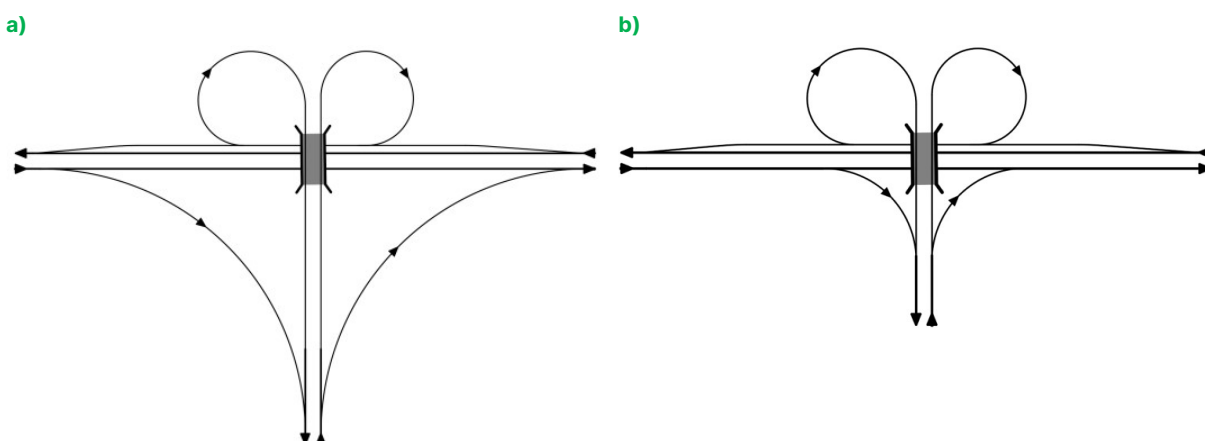
- (6) Wybór formy węzła „trąbka”, tj. „trąbka lewa” lub „trąbka prawa”, zależy od:
- kierunku drogi poprzecznej, przy kącie znacznie odbiegającym od kąta prostego i braku możliwości jego korekty; preferencje wyboru jednej z form węzła wynikają z możliwości zastosowania łącznicy pośredniej o jak najbardziej korzystnych parametrach geometrycznych,
 - 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 węzeł „trąbka prawa”,
 - przy dominującym natężeniu ruchu w lewo z drogi poprzecznej na jezdnię główną preferowanym rozwiązaniem jest węzeł „trąbka lewa”.

(7) 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 węzeł „trąbka lewa”.

(8) Węzeł „trąbka lewa” lub „trąbka prawa” może być klasyfikowany jako węzeł typu WA lub typu WB, w zależności od występowania na drodze poprzecznej skrzyżowania funkcjonalnie związanego z węzłem i leżącego w obszarze węzła.

4.5.9. Węzeł trójwlotowy „nożyczki”

(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, z dwiema łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo) i dwiema łącznicami pośrednimi (skręty w lewo) – rys. 4.5.9.1.



Rys. 4.5.9.1. Przykładowe schematy węzłów „nożyczki”: a) jeżeli nie występują ograniczenia terenowe; b) jeżeli występują ograniczenia terenowe

(2) Zalety uzasadniające stosowanie:

- stosunkowo mała zajętość terenu,
- konieczność budowy jednego wiaduktu,
- możliwość funkcjonowania jako rozwiązanie etapowe, np. przy docelowym rozwiązaniu jako węzła „koniczyna”.

(3) Przeciwwskazania do 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,
- jeżeli warunki terenowe uniemożliwiają spełnienie warunku widoczności,
- występowanie odcinka przeplatania na jezdni głównej, jeżeli brak jest jezdni zbierająco-rozprowadzającej.

(4) Nie zaleca się stosowania jako rozwiązanie docelowe, z wyjątkiem ulic.

(5) Nie stosuje się w przypadku krzyżujących się dróg klas A i S lub w przypadku występowania niekorzystnych warunków ruchu (ocena na podstawie analiz ruchu drogowego).

(6) Zaleca się stosowanie odgięcia jezdni drogi poprzecznej na dojeździe do jezdni głównej krzyżującej się drogi.

(7) W obszarze węzła zaleca się stosowanie jezdni zbierająco-rozprowadzającej.

(8) Dopuszcza się stosowanie wariantu węzła przedstawionego na rys. 4.5.9.1b, jako rozwiązanie docelowe w przypadku węzła ulic przy ograniczonej dostępności terenu.

4.5.10. Węzeł trójwlotowy „gruszka”

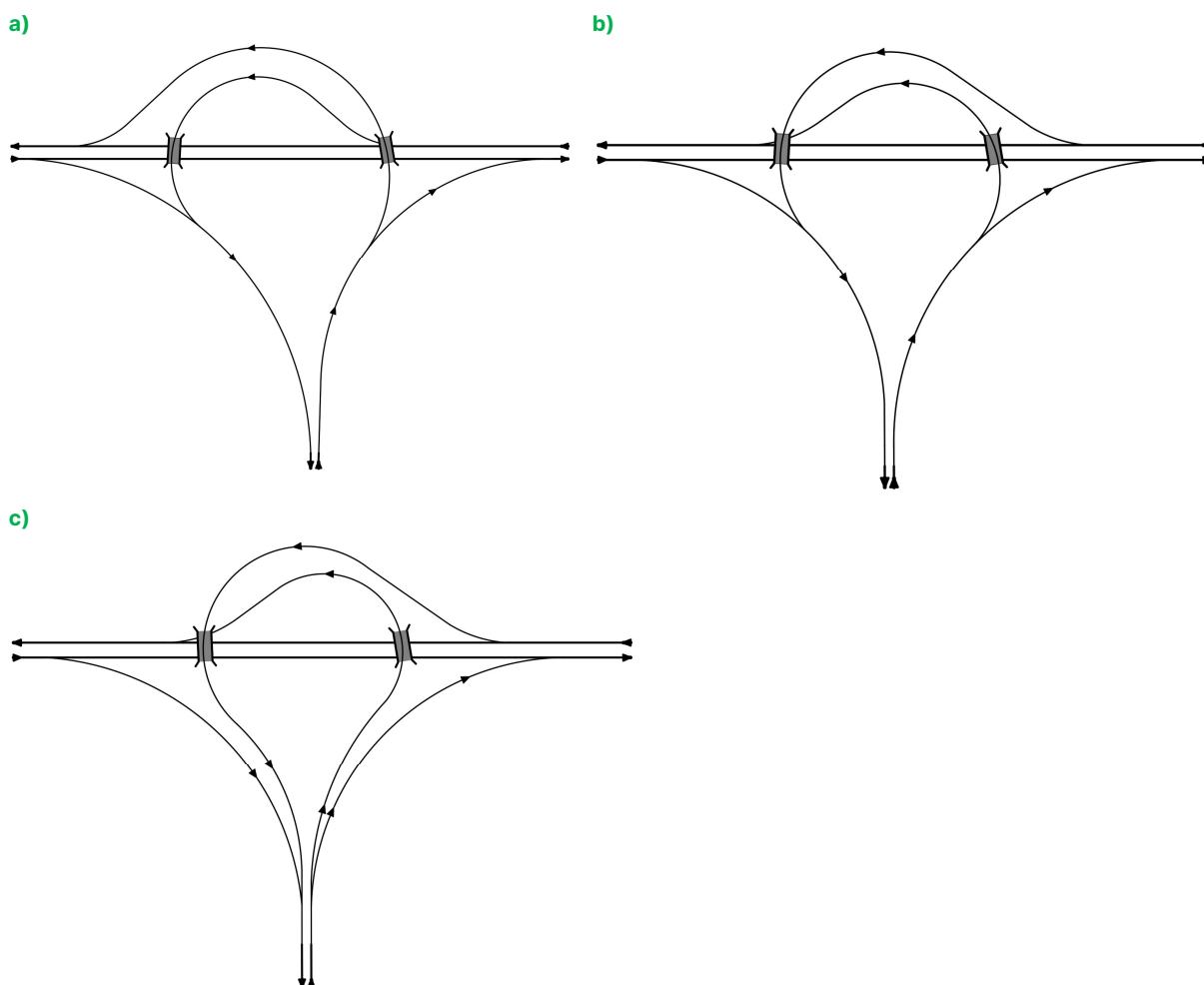
(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, z dwiema łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo) i dwiema łącznicami półbezpośrednimi (skręty w lewo). Wyróżnia się węzły: „gruszka prawa”, „gruszka lewa”, przy wspólnym i niezależnym prowadzeniu łącznic – rys. 4.5.10.1.

(2) Zaleta uzasadniająca stosowanie: dobre warunki ruchu dla relacji skrętów w lewo.

(3) Przeciwwskazania do stosowania:

- a) konieczność budowy dwóch wiaduktów,
- b) duża zajętość terenu.

(4) Zaleca się stosowanie węzła „gruszka” w wariantcie z niezależnym prowadzeniem łącznic (rys. 4.5.10.1c).



Rys. 4.5.10.1. Przykładowe schematy węzłów „gruszka”: a) lewa; b) prawa; c) prawa z niezależnym prowadzeniem łącznic

(5) W przypadku wyboru węzła „gruszka”, stosowanie wariantu „gruszka lewa” lub „gruszka prawa” zależy od:

- a) kąta krzyżowania się dróg, szczególnie gdy kąt ten znacznie różni się od kąta prostego,

- b) wielkości natężenia relacji skrętu w lewo i występowania dużej dysproporcji tych natężeń.

(6) Węzeł „gruszka prawa” (rys. 4.5.10.1b) jest korzystniejszym rozwiązaniem niż „węzeł gruszka lewa” (rys. 4.5.10.1a), w związku z tym, jeżeli nie zachodzą uwarunkowania określone w akapicie (5), stosuje się węzeł „gruszka prawa”.

4.5.11. Węzeł trójwlotowy kierunkowy „T” i „Y”

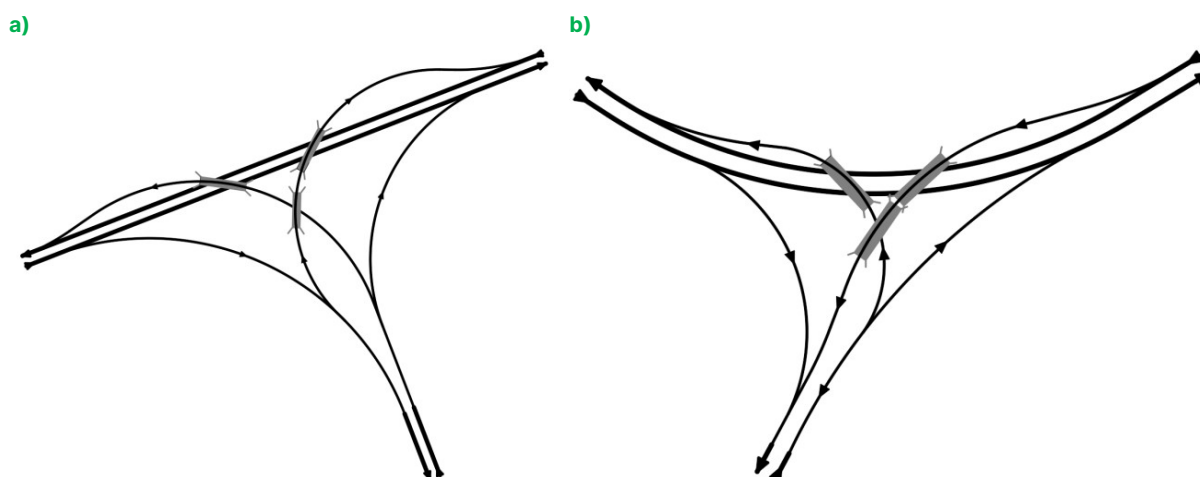
(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, z dwiema łącznicami bezpośrednimi (skręty w prawo) i dwiema łącznicami półbezpośrednimi (skręty w lewo). W wariantcie zapewniającym istotną poprawę warunków ruchu wszystkie łącznice mogą być bezpośrednie.

(2) Węzeł „T” (rys. 4.5.11.1a) stosuje się, jeżeli kąt krzyżujących się dróg jest zbliżony do kąta prostego, a krzyżujące się jezdnie główne w obszarze węzła mają przebieg w linii prostej.

(3) Węzeł „Y” (rys. 4.5.11.1b) stosuje się, jeżeli kąt krzyżujących się dróg odbiega znacząco od kąta prostego lub jezdnie główne w obszarze węzła mają przebieg w łuku w planie.

(4) 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.



Rys. 4.5.11.1. Przykładowe schematy węzłów kierunkowych trójwlotowych: a) „T”; b) „Y”

(5) Przeciwwskazania do stosowania:

- konieczność wybudowania trzech wiaduktów,
- duża zajętość terenu,
- w przypadku węzła „Y” może wystąpić problem włączania się do ruchu na jezdni głównej na łuku w planie.

(6) Węzeł zaleca się stosować w przypadku łączenia się dróg klas A i S ze sobą lub w przypadku łączenia się drogi klasy A lub S z drogami innych klas o znacznym natężeniu ruchu.

4.6. Węzły typu WB

(1) Skrzyżowania w obszarze węzła typu WB sytuuje się na drodze niższej klasy, a w przypadku występowania dróg tej samej klasy, na drodze o mniejszym natężeniu lub prędkości do projektowania.

(2) Na drodze, na której nie zlokalizowano skrzyżowań, nie występują punkty kolizji rozumiane jako przecinanie się potoków ruchu w jednym poziomie, a dostęp do jezdni głównych, jezdni zbierająco-rozprowadzających oraz łącznic zapewnia się wyłącznie przez pasy włączania i wyłączania.

(3) W przypadku braku jezdni zbierająco-rozprowadzającej, zaleca się usytuowanie wyjazdu z jezdni głównej przed wjazdem na tą jezdnię.

(4) Skrzyżowania w obszarze węzła typu WB projektuje się zgodnie z WR-D-31.

4.6.1. Węzeł czterowłotowy „karo typowe”

(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, z czterema łącznicami jednokierunkowymi oraz wiaduktem przechodzącym zależnie od warunków nad lub pod trasą główną – rys. 4.6.1.1

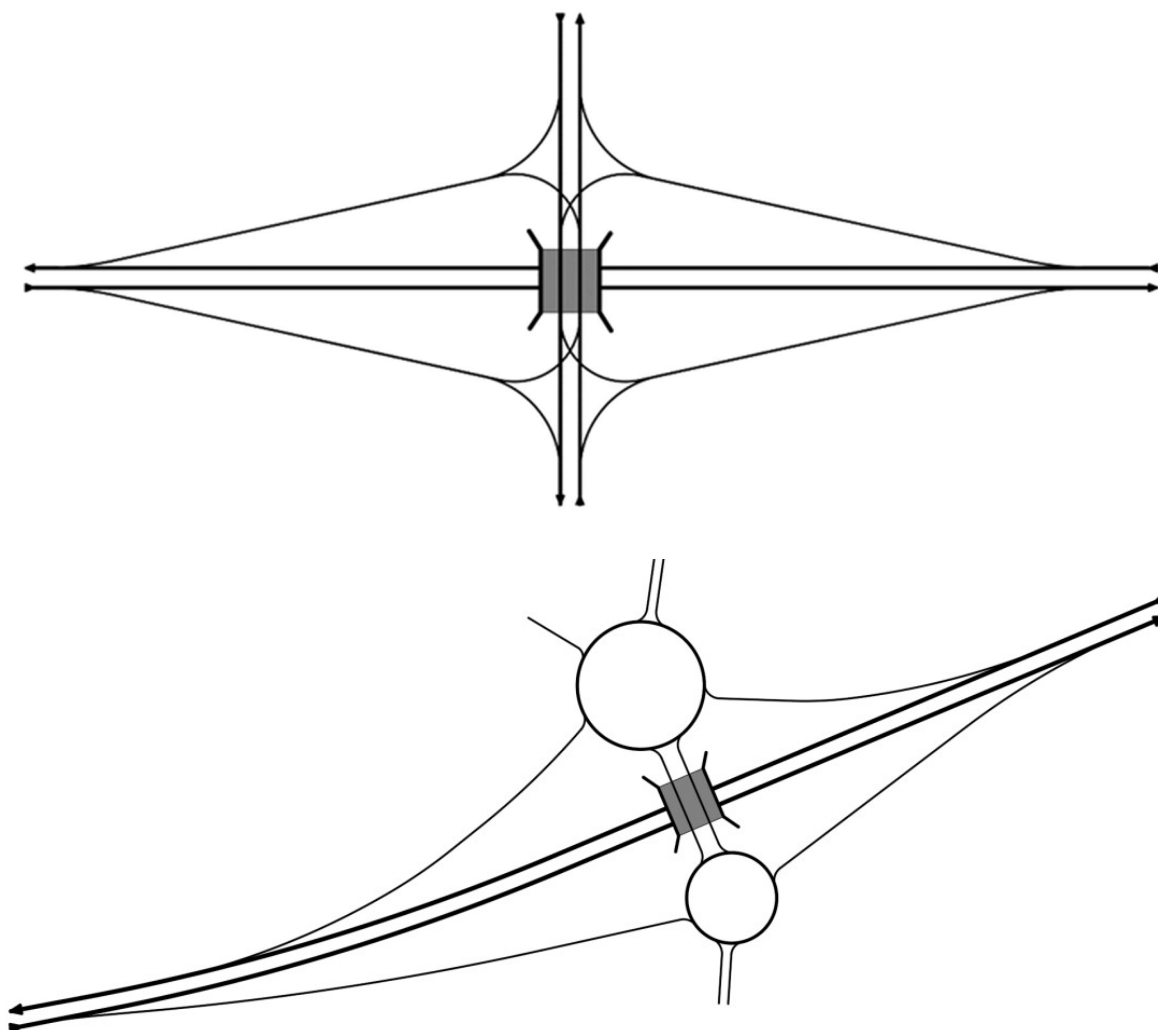
(2) Zalety uzasadniające stosowanie:

- a) jeden wyjazd z jezdni głównej,
- b) stosunkowo małe zajęcie terenu
- c) możliwość zawracania na węźle,
- d) brak odcinków przeplatania w obszarze węzła,
- e) łatwość dostosowywania kształtu łącznic do nietypowych połączeń z drogami podrzędnymi,
- f) możliwość rozbudowy węzła etapami.

(3) Przeciwwskazania do stosowania:

- a) ryzyko wjazdu pod prąd na łącznice i jezdnię główną,
- b) filary i przyczółki obiektu mogą stanowić przeszkody boczne wymagające stosowania zabezpieczeń,
- c) w przypadku małego zajęcia terenu, występuje konieczność stosowania długich ścian oporowych na styku łącznicy i jezdni głównej.

(4) Węzeł może być stosowany w przypadku ulic i dróg zamiejskich. W przypadku ulic zaleca się stosowanie przebiegu jezdni głównych drogi wyższej klasy pod obiektem.



Rys. 4.6.1.1. Przykładowe schematy węzłów czterowłotowych „karo typowe”

(5) Typy skrzyżowań w obszarze węzła „karo typowe” na drodze poprzecznej dobiera się na podstawie analizy ruchu drogowego, wymogów bezpieczeństwa i uwarunkowań związanych z otoczeniem węzła. Nie stosuje się 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) ronda,
- c) skrzyżowania skanalizowane z sygnalizacją świetlną.

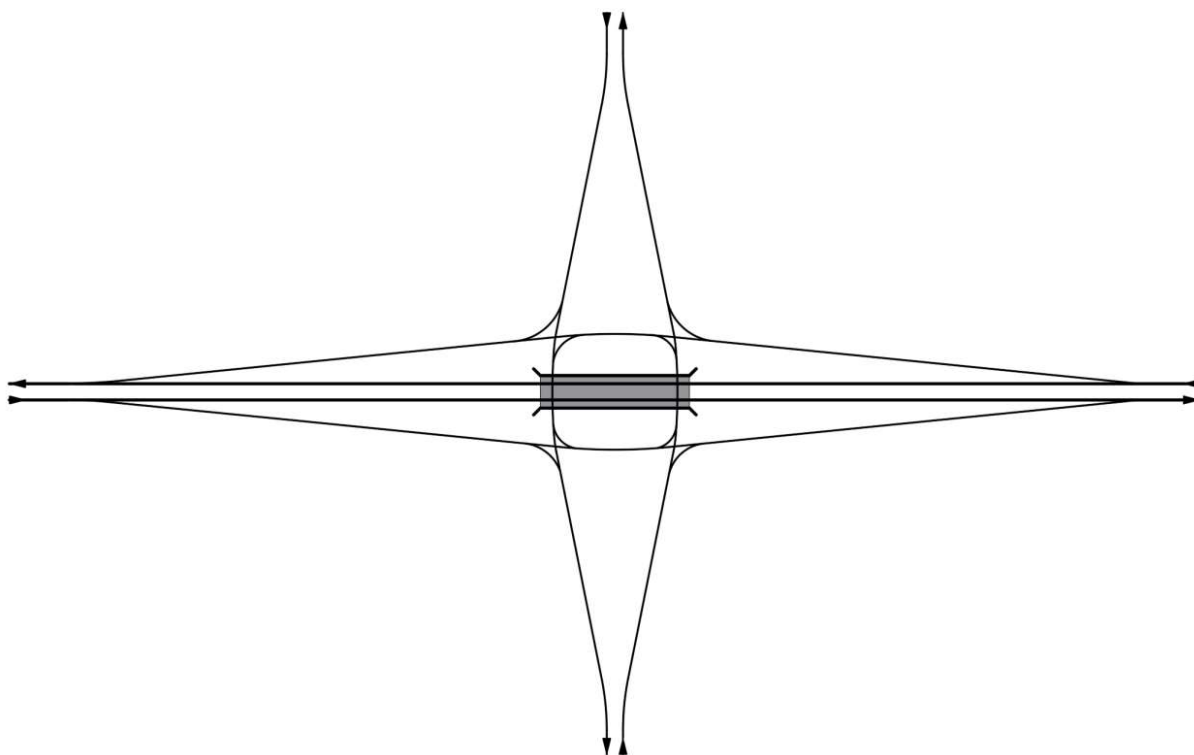
(6) Na drodze zamiejskiej, jeżeli nie ma szczególnych uwarunkowań, zaleca się stosowanie ronda jako elementu węzła.

4.6.2. Węzeł czterowlotowy „karo” z wyspą centralną

(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, z czterema łącznicami jednokierunkowymi, różniący się od klasycznego węzła „karo” wyspą centralną, zamiast zespołu dwóch skrzyżowań – rys. 4.6.2.1.

(2) Zalety uzasadniające stosowanie:

- a) jeden zjazd z jezdni głównej,
- b) możliwość zawracania na węźle,
- c) brak odcinków przeplatania w obszarze węzła,
- d) duża przepustowość węzła,
- e) możliwość prowadzenia ruchu pojazdów transportu zbiorowego na pasie dzielącym jezdnie drogi podrzędnej,
- f) możliwość wykonania węzła trypoziomowego z trasami biegnącymi nad i pod wyspą położoną w poziomie terenu.



Rys. 4.6.2.1. Przykładowy schemat węzła „karo” z wyspą centralną

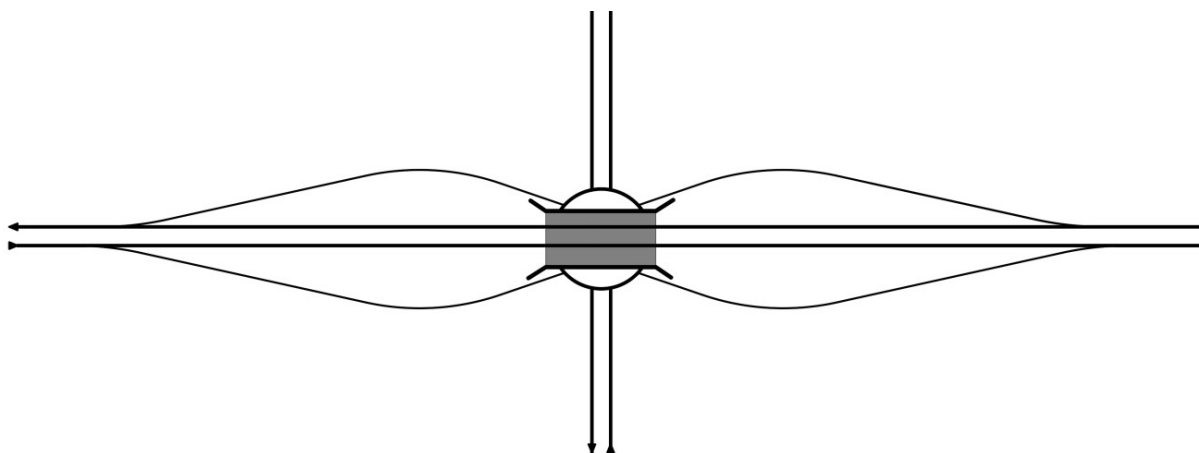
(3) Przeciwwskazania do stosowania:

- a) filary i przyczółki obiektu stanowią przeszkody boczne wymagające stosowania zabezpieczeń,
- b) możliwość blokowania ruchu na wyspie centralnej,
- c) dojazd do wyspy centralnej z dużą prędkością,
- d) konieczność stosowania sygnalizacji świetlnej.

(4) Zaleca się stosowanie w przypadku krzyżowania się ulic ze zbliżonym, stosunkowo dużym natężeniem ruchu.

4.6.3. Węzeł czterolotowy „karo” z rondem

(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, łączący drogą nadrzędną z jedną lub większą liczbą dróg podrzędnych, różniący się od klasycznego węzła „karo” występowaniem jednego ronda zamiast zespołu dwóch skrzyżowań – rys. 4.6.3.1.



Rys. 4.6.3.1. Przykładowy schemat węzła „karo” z rondem

(2) Zalety uzasadniające stosowanie:

- a) stosunkowo mała zajętość terenu,
- b) zazwyczaj niewielka łączna długość łącznic,
- c) możliwość zawracania,
- d) łatwość dostosowania kształtu węzła do uwarunkowań lokalnych,
- e) łatwość przebudowy.

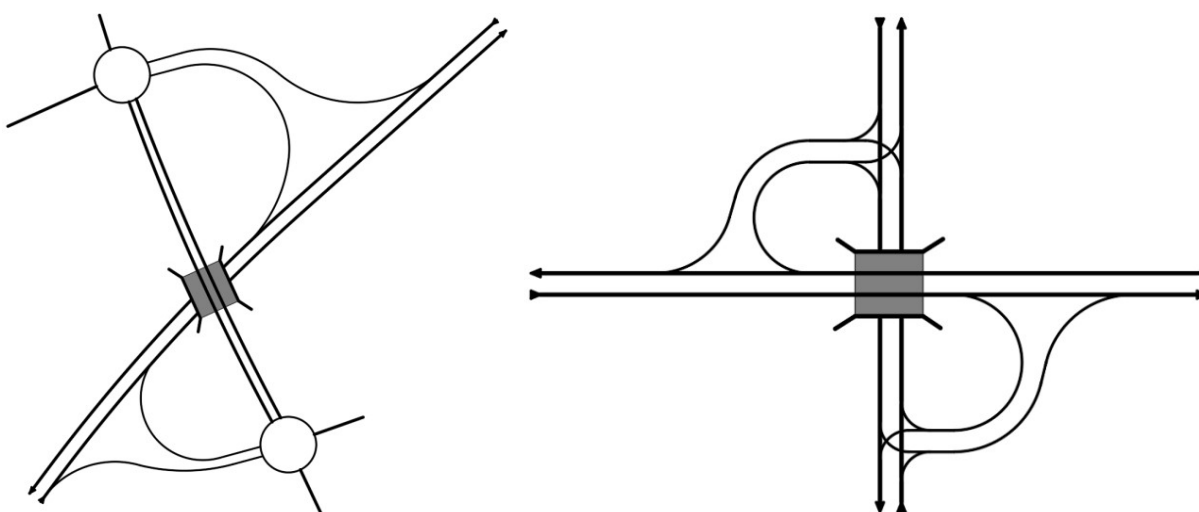
(3) Przeciwwskazania do stosowania:

- a) ryzyko blokowania się węzła przy zmiennych natężeniach ruchu w ciągu doby,
- b) ryzyko wjazdu pod prąd na łącznicę i jezdnię główną, w przypadku niewłaściwego ukształtowania wlotu łącznicy.

(4) Zaleca się stosowanie na ulicach i na drogach zamiejskich, przy stosunkowo niewielkich natężeniach na drodze poprzecznej.

4.6.4. Węzeł „półkoniczyna” z pętlami naprzeciwległymi

(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, w którym występują dwie łącznice bezpośrednie i dwie pętlowe łącznice pośrednie – rys. 4.6.4.1.

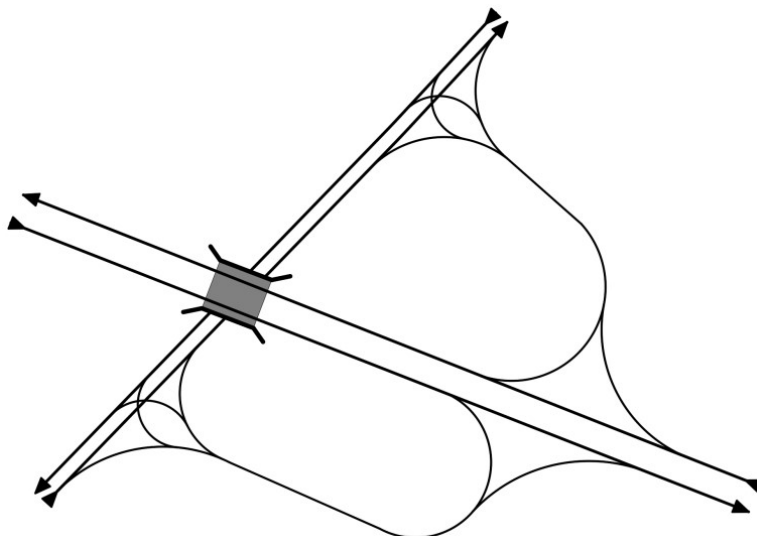


Rys. 4.6.4.1. Przykładowe schematy węzłów „półkoniczyna” z pętlami naprzeciwległymi

- (2) 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.
- (3) Przeciwwskazania do 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 w przypadku łącznic o przekroju P4.
- (4) Zaleca się stosowanie na drogach zamiejskich i obszarach podmiejskich. W miastach również może być stosowany, ale z ograniczeniami wynikającymi z zajętości terenu.
- (5) Typy skrzyżowań w obszarze węzła, na drodze poprzecznej dobiera się na podstawie analizy ruchu drogowego, wymogów bezpieczeństwa i uwarunkowań związanych z otoczeniem węzła. Nie stosuje się skrzyżowań zwykłych, ze względu na zwiększone ryzyko jazdy pod prąd. Możliwe rozwiązania to:
- skrzyżowania skanalizowane bez sygnalizacji świetlnej,
 - ronda,
 - skrzyżowania skanalizowane z sygnalizacją świetlną.

4.6.5. Węzeł „półkoniczyna” z pętlami przyległymi

- (1) Węzeł symetryczny względem osi drogi o pełnej liczbie połączeń, w którym występują dwie łącznice bezpośrednie i dwie pętlowe łącznice pośrednie – rys. 4.6.5.1.
- (2) Zalety uzasadniające stosowanie:
- przydatny, jeżeli droga podrzędna jest równoległa do przeszkody ciągłej,
 - ograniczona zajętość terenu,
 - możliwość rozbudowy do węzła typu WA „koniczyna”,
- (3) Przeciwwskazania do stosowania:
- pogorszenie warunków ruchu na relacjach skrętu w lewo w stosunku do węzła „karo”,
 - ryzyko wjazdu pod prąd na łącznice i jezdnię główną w przypadku zastosowania dwukierunkowych łącznic.
- (4) Węzeł o bardzo zbliżonej charakterystyce do węzła „półkoniczyna” z pętlami naprzeciwległymi, mający podobne zastosowanie, ale z dodatkową możliwością stosowania w trudnych warunkach terenowych, przy przeszkodzie zlokalizowanej równoległe do drogi poprzecznej lub przy ograniczeniach wynikających z zagospodarowania przestrzennego (rzeka, linia kolejowa z dworcem, zabudowa mieszkaniowa lub przemysłowo-usługowa).

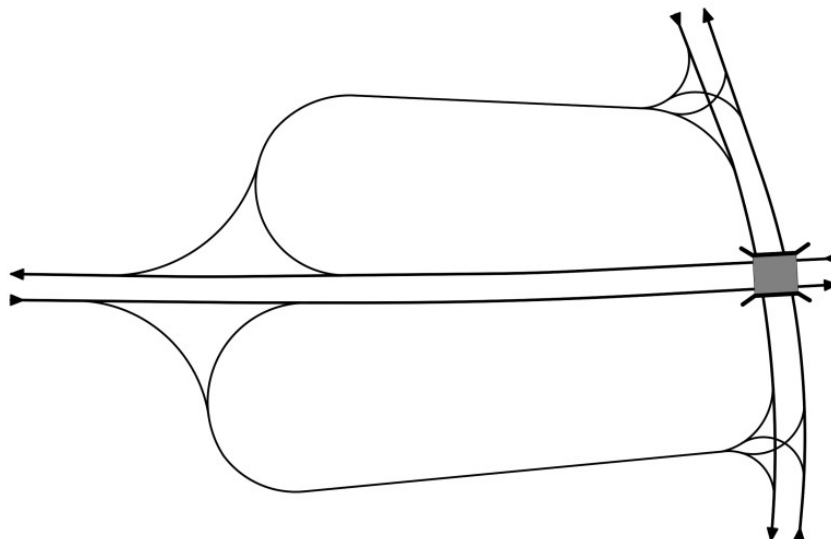


Rys. 4.6.5.1. Przykładowy schemat węzła „półkoniczyna” z pętlami przyległymi

4.6.6. Węzeł „harfa”

(1) Węzeł „harfa” (rys. 4.6.6.1) jest odmianą węzła „półkoniczyna” z pętlami przyległymi, który charakteryzuje się wydłużonymi łącznicami.

(2) Geometria węzła „harfa” pozwala na uzyskanie dłuższej strefy akumulacji pojazdów na wlocie skrzyżowania niż w przypadku węzła „półkoniczyna”.

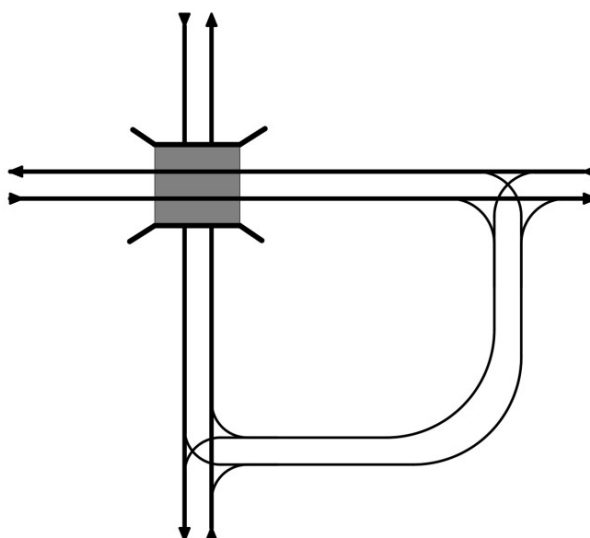


Rys. 4.6.6.1. Przykładowy schemat węzła „harfa”

4.7. Węzły typu WC

(1) Węzły typu WC charakteryzują się specyficznymi rozwiązaniami, których stosowanie jest uwarunkowane następującymi czynnikami (rys. 4.7.1):

- w przypadku dróg zamiejskich, gdy wielkości natężenia ruchu na skrzyżowaniu jezdni głównych w relacjach na wprost wymagałyby zastosowania sygnalizacji świetlnej, a ze względu na płynność ruchu nie jest ona zalecana,
- skrzyżowanie istniejące nie spełnia warunków BRD i sprawności ruchu,
- konfiguracja terenu pozwala na krzyżowanie jezdni głównych w dwóch poziomach, przy stosunkowo niskich kosztach,
- węzeł typu WC jest pierwszym etapem budowy węzła typu WB.



Rys. 4.7.1. Przykładowy schemat węzła typu WC

(2) Typy skrzyżowań w obszarze węzła, na obu krzyżujących się jezdniach głównych, dobiera się na podstawie analiz ruchu drogowego, wymogów bezpieczeństwa i uwarunkowań związanych z otoczeniem węzła. Nie stosuje się skrzyżowań zwykłych, ze względu na zwiększone ryzyko jazdy pod prąd. Możliwe rozwiązania to:

- a) skrzyżowania skanalizowane bez sygnalizacji świetlnej,
- b) ronda (nie zaleca się w przypadku dużych natężeń ruchu na jezdniach głównych),
- c) skrzyżowania skanalizowane z sygnalizacją świetlną, gdy inne typy skrzyżowania nie zapewniają wymaganej przepustowości.

(3) Skrzyżowania w obszarze węzła typu WC projektuje się zgodnie z WR-D-31.

5. Dane do projektowania węzłów

- (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 ustala się biorąc pod uwagę:
 - a) klasy krzyżujących się dróg,
 - b) rodzaj węzła,
 - c) liczbę pasów ruchu w obszarze węzła: na jezdniach głównych, łącznicach, jezdniach zbierająco-rozprowadzających,
 - d) pochylenie podłużne drogi,
 - e) lokalizację drogi w obszarze zabudowanym lub poza obszarem zabudowanym,
 - f) dostępności do drogi (częstość wjazdów i wyjazdów),
 - g) prędkości do projektowania krzyżujących się dróg i ewentualne ograniczenia prędkości dopuszczalnej na jezdni głównej w trudnych warunkach,
 - h) natężenie i strukturę kierunkową ruchu drogowego.
- (3) Dane o ruchu powinny obejmować następujące parametry, bezpośrednio charakteryzujące ruch w roku prognozy, a w przypadku węzłów istniejących, także bezpieczeństwo ruchu w stanie istniejącym:
 - a) miarodajne natężenia ruchu samochodowego na wszystkich wlotach wraz ze strukturą rodzajową i kierunkową oraz współczynnikiem nierównomierności godzinowej k_{15} ,
 - b) w przypadku przebudowy lub rozbudowy – dane o zdarzeniach drogowych (z okresu co najmniej 3 lat) wraz określeniem ich okoliczności.
- (4) Pod pojęciem miarodajnego natężenia ruchu rozumie się natężenie ruchu w ustalonej godzinie, panujące w roku prognozy na węźle drogowym:
 - a) 30 rok dla nowobudowanej drogi klasy A lub S, liczony od roku zakończenia inwestycji, z uwzględnieniem okresów pośrednich prognozy (15, 20, 25 rok),
 - b) 20 rok dla nowobudowanej drogi klasy GP lub G, liczony od roku zakończenia inwestycji, z uwzględnieniem okresu pośredniego (15 rok),
 - c) 30 rok dla przebudowywanej lub rozbudowywanej drogi klasy A lub S, liczony od roku zakończenia inwestycji, z uwzględnieniem okresów pośrednich prognozy (15, 20, 25 rok),
 - d) 20 rok dla przebudowywanej lub rozbudowywanej drogi klasy GP lub G, liczony od roku zakończenia inwestycji, uwzględnieniem okresu pośredniego (15 rok).
- (5) Decyzją zarządcy drogi możliwa jest zmiana horyzontu czasowego prognozy.
- (6) Pomiary ruchu drogowego w obszarze węzła wykonuje się zgodnie z WR-D-12.
- (7) Analizy i prognozy ruchu drogowego w obszarze węzła wykonuje się zgodnie z WR-D-13.

6. Wymagania funkcjonalno-techniczne

6.1. Zasady ogólne

- (1) Wymagania funkcjonalno-techniczne wynikają z funkcji węzła uwarunkowanej funkcją krzyżujących się dróg, położeniem węzła i charakterem jego otoczenia.
- (2) Rozróżnia się zamiejskie i miejskie funkcje węzła, wynikające z odmiennych uwarunkowań funkcjonowania węzła, dotyczących:
 - a) cech bezpośredniego otoczenia oraz ograniczeń przestrzennych i środowiskowych,
 - b) oczekiwań użytkowników związanych z motywacjami i odległościami wykonywanych podróży,
 - c) udziału w ruchu użytkowników niezmotoryzowanych,
 - d) organizacji ruchu pojazdów transportu zbiorowego.
- (3) Podstawowe wymagania funkcjonalno-techniczne dla węzłów dotyczą zapewnienia [6]:
 - a) połączeń pomiędzy krzyżującymi się drogami,
 - b) bezpieczeństwa wszystkich użytkowników węzła,
 - c) sprawności ruchowej elementów węzła na ustalonym poziomie warunków ruchu,
 - d) przejezdności węzła, w tym w przypadkach szczególnych dla pojazdów nienormalnych.
- (4) Wymagania w zakresie zapewniania połączeń uwarunkowane są:
 - a) położeniem węzła w sieci drogowej (względem innych węzłów),
 - b) typem węzła,
 - c) zagospodarowaniem przestrzennym otoczenia węzła.
- (5) Wymagania w zakresie zapewniania właściwych warunków i bezpieczeństwa ruchu na węzłach dotyczą:
 - a) geometrycznego ukształtowania elementów węzła,
 - b) utrzymania węzła,
 - c) zarządzania ruchem na węźle,
 - d) odwodnienia węzła,
 - e) oświetlenia węzła,
 - f) stosowania urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego,
 - g) stosowania innych urządzeń stanowiących wyposażenie węzła.
- (6) Spełnienie wymagań funkcjonalno-technicznych uwarunkowane jest uwzględnieniem takich parametrów, jak:
 - a) miarodajne (prognozowane) natężenie ruchu, jego struktura kierunkowa i rodzajowa wszystkich użytkowników drogi,
 - b) prędkość do projektowania dla poszczególnych elementów węzła,
 - c) rodzaj pojazdu miarodajnego.
- (7) Projektowane rozwiązania sprawdza się pod względem:
 - a) warunków ruchu i przepustowości,
 - b) przejezdności,
 - c) warunków widoczności,
 - d) uwarunkowań ekonomicznych,
 - e) uwarunkowań estetycznych,
 - f) uwarunkowań środowiskowych.

6.2. 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:
 - a) stosowania podobnych zakresów wartości parametrów geometrycznych poszczególnych elementów węzła w ciągu drogi i w obszarze jednego węzła, w dostosowaniu do klasy drogi i jej funkcji,

- b) możliwości różnicowania parametrów geometrycznych poszczególnych elementów węzła w zależności od klasy drogi, lecz bez zmiany podstawowego kształtu danego elementu,
- c) jednolitej w ciągu drogi zasady rozmieszczania i wzajemnego łączenia poszczególnych elementów węzła.

(2) W ciągu drogi zaleca się stosowanie zbliżonych typów wyjazdów z ich usytuowaniem przed drogowymi 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 usytuowanym zgodnie z ww. zasadą.

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

(4) Zaleca się stosowanie takich samych typów odcinków przeplatania na sąsiadujących węzłach, z uwzględnieniem ograniczeń wynikających z klasy drogi i prędkości dopuszczalnej.

(5) Przy odległościach między węzłami mniejszych niż 5 km zaleca się przyjmowanie takich samych prędkości do projektowania na sąsiadujących węzłach, w odniesieniu do poszczególnych elementów.

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

(7) Odstępstwa od zasad i zaleceń podanych w akapitach (1)-(6) są dopuszczalne w trudnych warunkach, jeżeli zastosowane będą rozwiązania kompensacyjne oraz w przypadku węzłów na drogach klas G, Z, L i D.

6.3. Funkcjonalność i elastyczność rozwiązań

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

- a) roli węzła jako elementu sieci dróg zamiejskich lub ulic, zapewniającego ich wzajemne powiązanie wraz z obsługą uczestników ruchu na tych drogach lub ulicach,
- b) natężenia ruchu i struktury kierunkowej ruchu pojazdów,
- c) struktury rodzajowej ruchu pojazdów,
- d) występowania pojazdów innych niż pojazdy samochodowe,
- e) występowania ruchu pieszych i rowerów.

(2) Węzeł powinien zapewniać swobodę wyboru kierunku jazdy, jeżeli 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 klasie i funkcji krzyżujących się dróg. Ustala je zarządca drogi, przy założeniu, że warunki ruchu powinny być takie, jak na odcinku poprzedzającym, z możliwością ich obniżenia w przypadku trudnych warunków, do poziomu nie niższego niż:

- a) D – na jezdni głównej drogi zamiejskiej,
- b) E – na jezdni głównej ulicy.

(4) Ustalając wymagany poziom swobody ruchu w węźle uwzględnia się 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.

(7) Zaleca się, aby rozwiązania węzła umożliwiały 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 zapewnia się ciągłość tras dla pieszych lub rowerów, jeśli te rodzaje ruchu występują w ciągu dróg dochodzących do węzła. Przejścia dla pieszych i przejazdy dla rowerów sytuuje się na wlotach skrzyżowań w obszarach węzłów WB i WC oraz bezkolizyjnie w pozostałych przypadkach.

6.4. Przejezdność

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

(2) Przejezdność węzła oznacza możliwość przejazdu pojazdu miarodajnego 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 rowerów. Dla pojazdów innych niż miarodajne (ponadnormatywne), określonych przez zarządcę drogi, zapewnia się co najmniej przejezdność warunkową dla wskazanych relacji.

(3) Analiza przejezdności węzła typu WB lub WC powinna w szczególności obejmować warunki przejezdności elementów kolizyjnych skrzyżowań: wlotów i wylotów, z uwzględnieniem wszystkich pasów ruchu i wysp kanalizujących ruch, jeżeli występują, oraz pełną przejezdność pasów ruchu na rondach, stanowiących elementy węzła.

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

- a) obrys kół pojazdu w czasie przejazdu,
- b) obrys skrajnych elementów pojazdu (kabiny, skrzyni ładunkowej) w czasie przejazdu,
- c) porównanie usytuowania wyznaczonych obrysów w przekrojach projektowanych jezdni.

(5) W ramach analizy przejezdności sprawdza się, czy te elementy spełniają wymagania opisane w akapitach od (6) do (8).

(6) Szerokości pasów ruchu na jezdniach stanowiących część węzła projektuje się 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 jezdni.

(7) Dopuszcza się zachodzenie obrysu skrzyni/ładunku pojazdu miarodajnego poza obrys krawędzi jezdni, nie więcej jednak niż na szerokość do 0,50 m, pod warunkiem przebiegu tego obrysu w całości w skrajni drogi.

(8) Nie dopuszcza się do wychodzenia obrysu skrzyni/ładunku pojazdu miarodajnego poza krawędzie jezdni w przypadku usytuowania przy tych krawędziach drogi dla pieszych, drogi dla rowerów albo drogi dla pieszych i rowerów w odległości mniejszej niż 0,50 m od jezdni oraz w przypadku wysp azyłu na przejściu dla pieszych lub przejeździe dla rowerów.

(9) W przypadku braku spełnienia wymaganych warunków przejezdności pojazdów miarodajnych, poszerza się odpowiednio korytarz ruchu lub zmienia krzywiznę korytarza 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 wykorzystuje się szablony korytarzy ruchu pojazdów miarodajnych zawarte w WR-D-31-1.

6.5. Zagospodarowanie otoczenia

(1) Granice pasa drogowego w obszarze węzła powinny umożliwić usytuowanie wszystkich elementów węzła oraz całej infrastruktury niezbędnej do jego prawidłowego funkcjonowania, a także w miarę potrzeb umożliwić wykonanie pasa zieleni osłonowej.

(2) Należy zapewnić integrację projektowanego węzła z istniejącym zagospodarowaniem jego otoczenia, przy minimalizacji negatywnego oddziaływania na to otoczenie.

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

(4) Zagospodarowanie otoczenia węzła kształtuje się w taki sposób, aby nie ograniczało widoczności na węźle, nie utrudniało orientacji kierujących pojazdami oraz nie pogarszało rozpoznawalności węzła.

(5) Nie dopuszcza się do sytuowania w obszarze węzła i w jego otoczeniu jakichkolwiek reklam świetlnych, które mogłyby rozpraszać uwagę kierujących pojazdami.

(6) Zaleca się wykorzystanie powierzchni wewnątrz łącznic węzła jako terenów pod zbiorniki retencyjne lub infiltracyjne, o ile pozwalają na to warunki geologiczne oraz możliwe jest zapewnienie dojazdu do takich urządzeń w sposób nie pogarszający BRD.

7. Projektowanie węzłów w trudnych warunkach

7.1. Zasady ogólne

(1) Rozwiązania projektowe węzłów, odbiegające od standardowych zasad i parametrów przedstawionych w rozdziałach 4 i 6, dopuszcza się wyłącznie w trudnych warunkach, przy jednoczesnym zagwarantowaniu minimalnego dopuszczalnego standardu funkcjonowania węzła, w tym w szczególności bezpieczeństwa jego użytkowników.

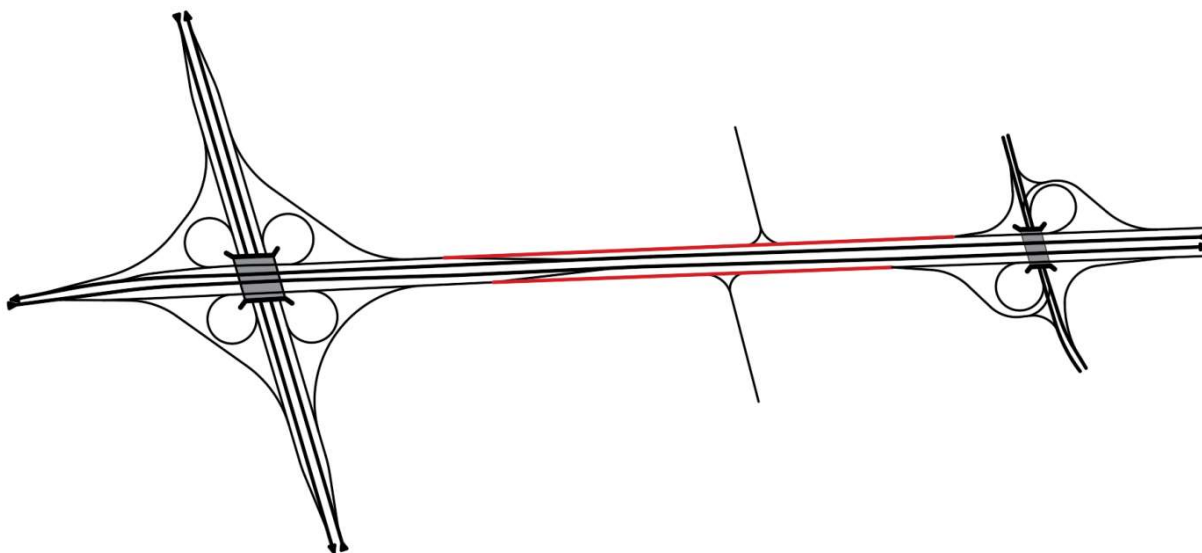
(2) Trudne warunki w odniesieniu do projektowania węzłów obejmują następujące sytuacje:

- a) uzasadnioną względami funkcjonalnymi konieczność lokalizacji węzłów w odległości mniejszej niż wymagana minimalna odległość między obszarami węzłów,
- b) konieczność budowy węzła o liczbie wlotów większej niż cztery,
- c) konieczność obsługi przyległego terenu w warunkach miejskich, gdzie konieczna jest obsługa układu dróg w bezpośrednim sąsiedztwie węzła, a takie rozwiązanie nie pogorszy sprawności i BRD,
- d) występowanie trudnych lub niemożliwych do usunięcia przeszkód w otoczeniu węzłów,
- e) zagospodarowanie terenu wokół węzła, które wymusza zmianę standardowych parametrów geometrycznych jezdni głównych lub łącznic i jezdni zbierająco-rozprowadzających, w tym ich deformację.

(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

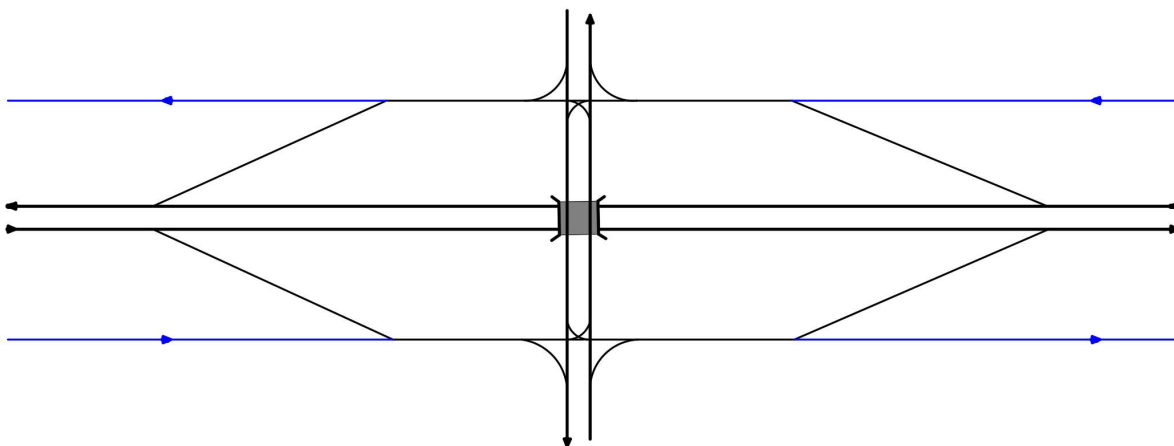
(1) Jeżeli nie ma możliwości zaprojektowania innej drogi publicznej lub dodatkowej jezdni w celu obsługi terenów przyległych do pasa drogowego ulicy, dopuszcza się możliwość zaprojektowania jezdni zbierająco-rozprowadzającej ze zjazdem lub skrzyżowaniem do obsługi ulic i ich otoczenia. Przykład takiego rozwiązania przedstawiono na rys. 7.2.1.



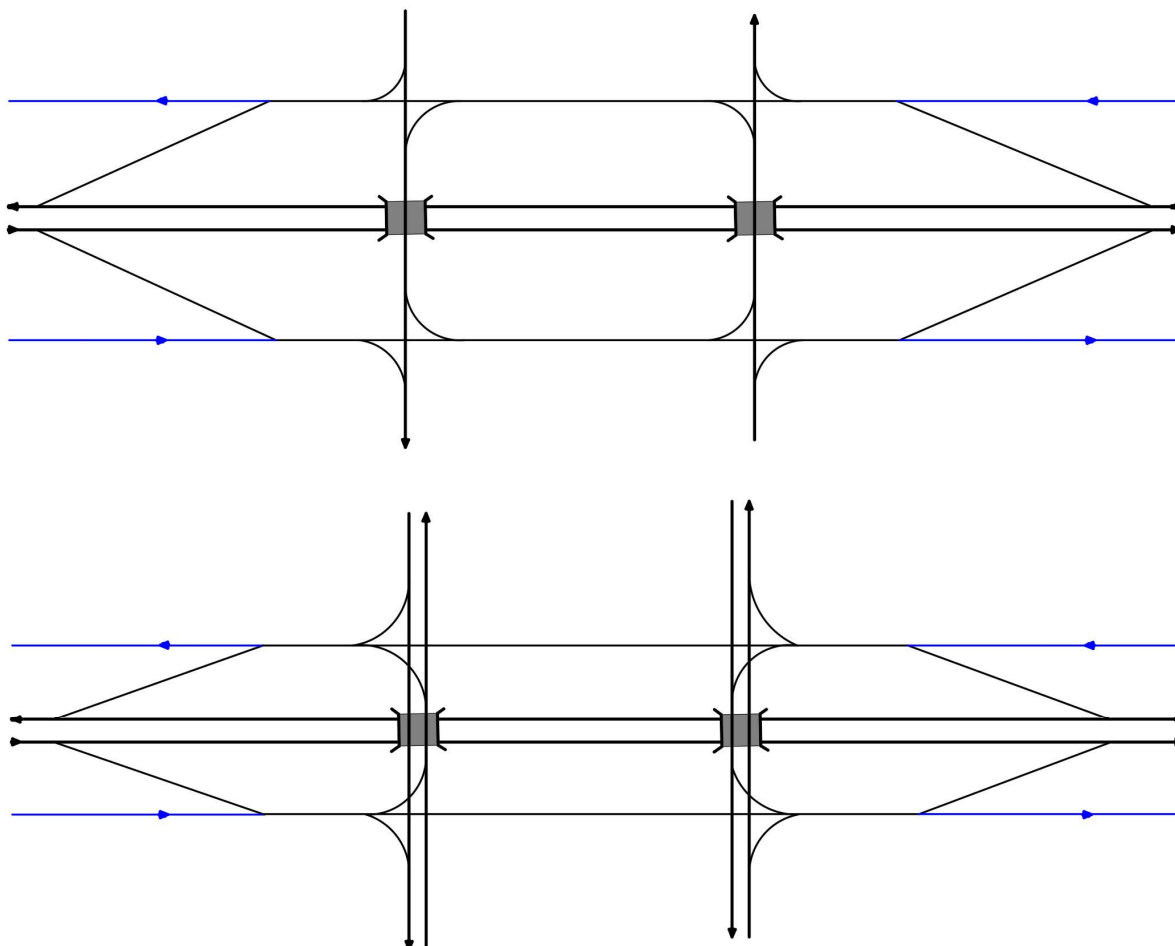
Rys. 7.2.1. Przykład jezdni zbierająco-rozprowadzającej ze zjazdem lub skrzyżowaniem

(2) Zaprojektowanie jezdni zbierająco-rozprowadzającej ze zjazdem lub skrzyżowaniem do obsługi ulic poprzedza się szczegółowymi analizami bezpieczeństwa i warunków ruchu w odniesieniu do węzłów, odcinków jezdni łączących węzły i odcinków ulic podłączonych do jezdni zbierająco-rozprowadzającej. Wymagane jest wykazanie, że nie ma innej możliwości zapewnienia koniecznej dostępności do drogi nadrzędnej.

(3) Na rys. 7.2.2 i 7.2.3 przedstawiono przykładowe schematy połączenia jezdni zbierająco-rozprowadzającej ze zjazdem lub skrzyżowaniem do obsługi ulic z węzłami typu WB, których stosowanie jest uwarunkowane zachowaniem wymagań projektowych dotyczących włączania, wyłączania i przeplatania.

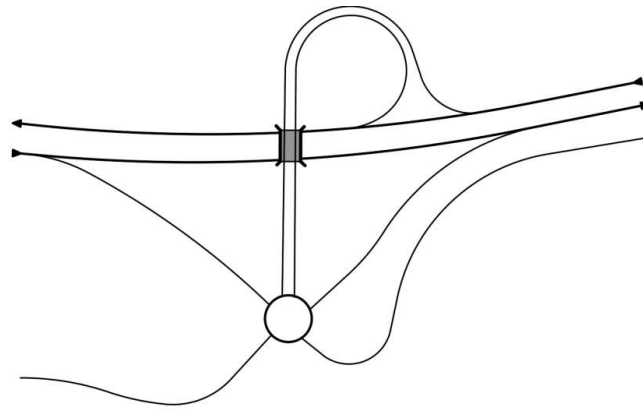


Rys. 7.2.2. Przykładowy schemat połączenia jezdni zbierająco-rozprowadzającej ze zjazdem lub skrzyżowaniem do węzła „karo”



Rys. 7.2.3. Przykładowe schematy połączenia jezdni zbierająco-rozprowadzającej ze zjazdem lub skrzyżowaniem do węzła „karo rozsunięte”

(4) W celu zapewnienia bezpiecznej i sprawnej obsługi obszaru przyległego do drogi zamieszkiej dopuszcza się przyjęcie rozwiązania umożliwiającego skomunikowanie układu dróg lokalnych z węzłem typu WB, zgodnie z rys. 7.2.4. Takie rozwiązanie jest zalecane, np. do zapewnienia obsługi pojazdów transportu zbiorowego lub ruchu generowanego z obszarów przemysłowych.



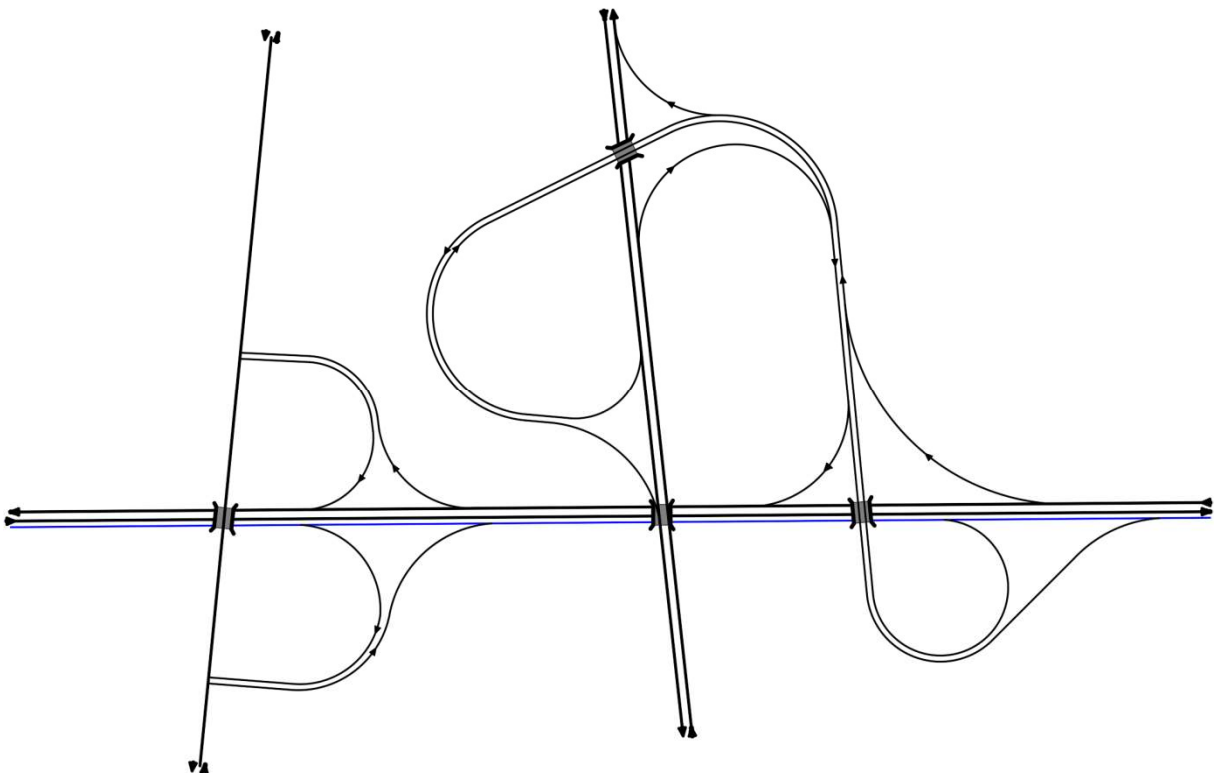
Rys. 7.2.4. Przykład podłączenia układu dróg lokalnych do węzła typu WB „trąbka”

7.3. Węzły zespolone

(1) W trudnych warunkach dopuszcza się zastosowanie rozwiązań specjalnych węzłów typu WA lub WB w postaci węzłów zespolonych lub węzłów zdeformowanych.

(2) Węzeł zespolony (rys. 7.3.1) projektuje się, jeżeli zachodzi jeden z następujących przypadków:

- a) nie ma możliwości zachowania wymaganej minimalnej odległości pomiędzy obszarami węzłów,
- b) nie ma możliwości zapewnienia wszystkich relacji na pojedynczym węźle,
- c) węzeł ten, jako alternatywne rozwiązanie dla węzła o liczbie wlotów większej niż cztery, zapewnia wyższy poziom bezpieczeństwa i sprawności ruchu,
- d) zachodzi potrzeba powiązania drogi klasy A, S lub GP z drogą klasy A lub S w obszarze aglomeracyjnym,
- e) występuje większa liczba dróg, które trzeba połączyć między sobą poprzez węzeł.



Rys. 7.3.1. Przykładowy schemat węzła zespolonego składającego się z węzłów typu WA i typu WB

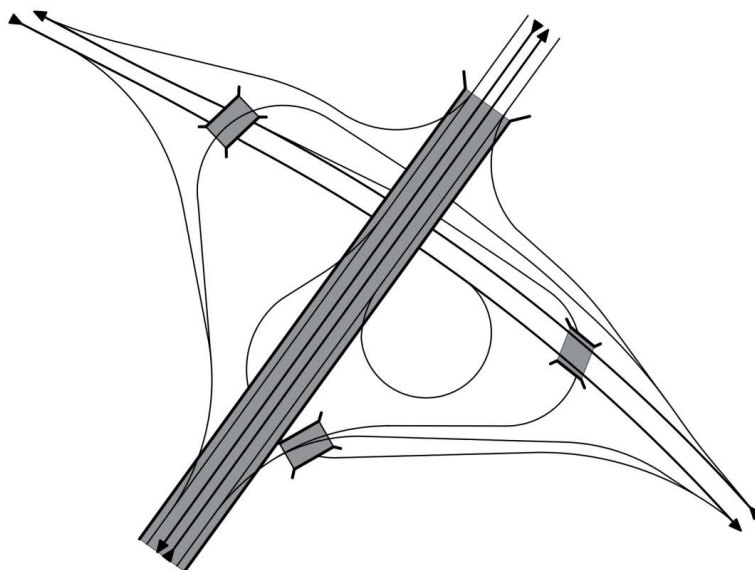
- (3) Węzeł zespolony charakteryzuje się:
- występowania wielu wjazdów i wyjazdów oraz łącznic powiązanych poprzez system jezdni zbierająco-rozprowadzających,
 - występowaniem wspólnych elementów (najczęściej jezdni zbierająco-rozprowadzających),
 - wzajemnym uzupełnianiem się węzłów wchodzących w skład węzła zespolonego w zakresie wymaganej funkcjonalności.

7.4. Węzły nietypowe

7.4.1. Węzły zdeformowane

(1) Węzły zdeformowane projektuje się głównie w przypadku występowania 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.

(2) Przykładem węzła zdeformowanego jest węzeł przedmostowy, który charakteryzuje się tym, że na przedłużeniu jezdni głównej z obszaru węzła, zlokalizowany jest drogowy obiekt inżynierski nad przeszkodą, np. most nad rzeką (rys. 7.4.1.1).

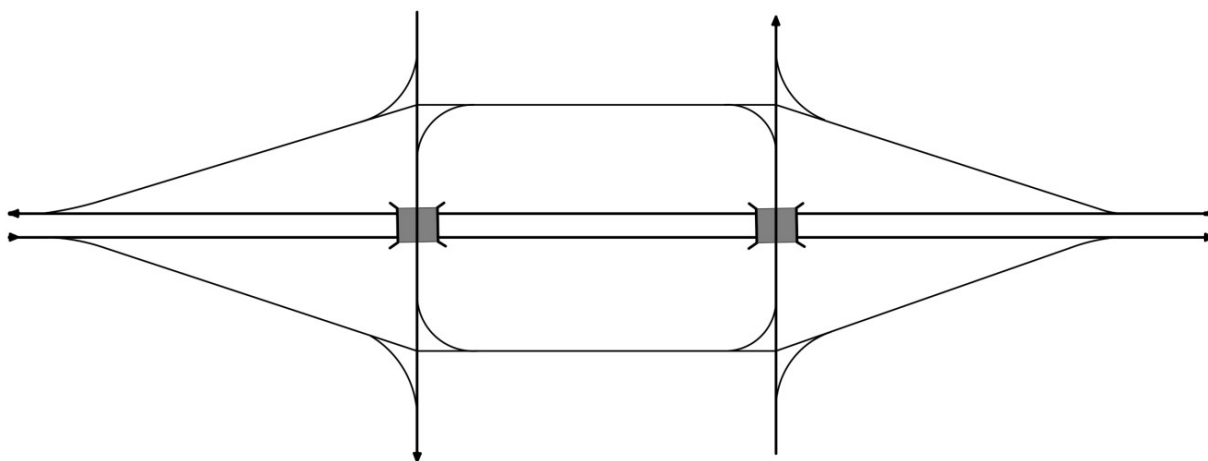


Rys. 7.4.1.1. Przykładowy schemat węzła zdeformowanego (przedmostowego)

7.4.2. Węzeł „karo rozsunięte”

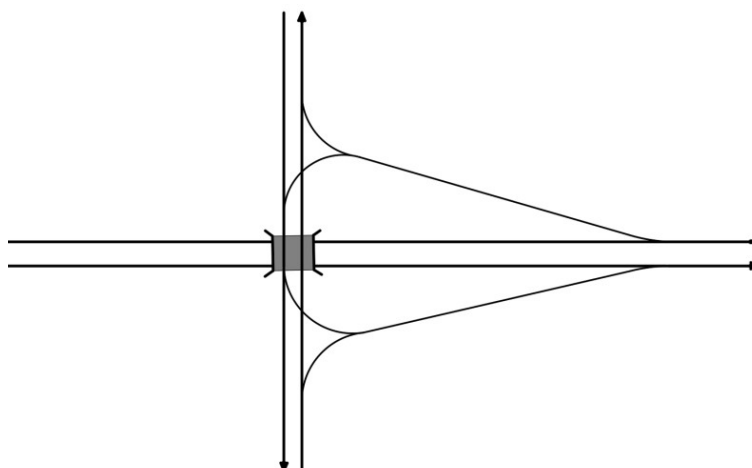
(1) Węzeł o pełnej liczbie połączeń, z czterema łącznicami jednokierunkowymi oraz dwoma wiaduktami, zlokalizowanymi zazwyczaj nad trasą główną. Możliwe zastosowanie w przypadku dróg poprzecznych jedno- i dwujezdniowych – rys. 7.4.2.1.

(2) Węzeł zalecany do stosowania w przypadku ulic, szczególnie dwóch blisko siebie zlokalizowanych jednokierunkowych ulic poprzecznych, z koniecznością stosowania sygnalizacji świetlnej.



Rys. 7.4.2.1. Przykładowy schemat węzła „karo rozsunięte”

(3) W trudnych warunkach dopuszcza się stosowanie wariantu węzła „półkaro” (rys. 7.4.2.2) z sygnalizacją świetlną na skrzyżowaniach skanalizowanych stanowiących elementy węzła lub z rondami.

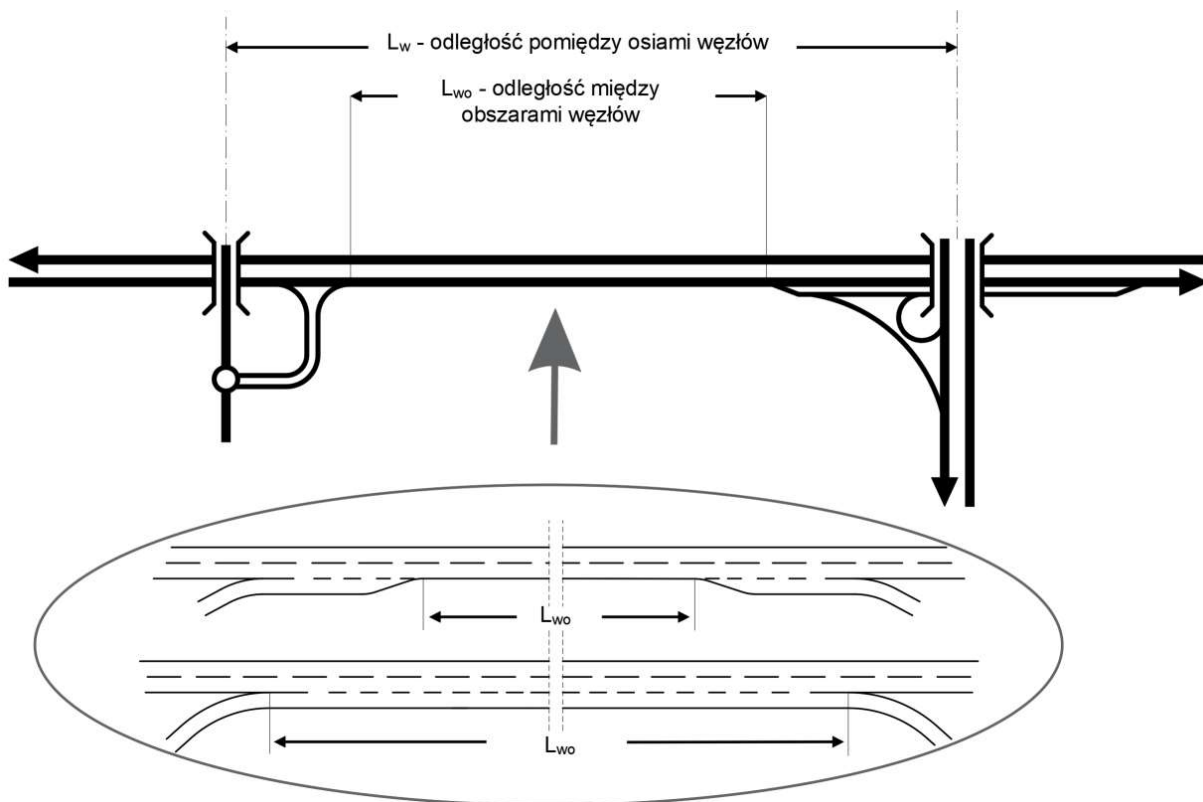


Rys. 7.4.2.2. Przykład schematu węzła „półkaro”

8. Zasady lokalizacji oraz wyboru typu i rodzaju węzła

8.1. Zasady wyboru lokalizacji węzła

- (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 lokalizacji węzła są:
 - a) położenie względem głównych obszarów zamieszkania, handlu i przemysłu,
 - b) miejsce i organizacja połączeń z innymi sieciami transportowymi.
- (3) Z punktu widzenia ochrony środowiska podstawowymi czynnikami lokalizacji węzła są:
 - a) minimalizacja obszaru zajmowanego przez węzeł,
 - b) minimalizacja zmian środowiskowych,
 - c) minimalizacja liczby ludności znajdującej się w strefie uciążliwości powodowanej przez węzeł,
 - d) maksymalizacja odległości od miejsc, na które węzeł ma negatywny wpływ.
- (4) Podstawowymi kryteriami lokalizacji węzła są:
 - a) układ dróg, ich funkcje i klasy,
 - b) wymagania w zakresie powiązań pomiędzy drogami służące zachowaniu hierarchizacji w sieci drogowej,
 - c) położenie względem elementów zagospodarowania przestrzennego (zabudowy i jej funkcji, generatorów ruchu),
 - d) obszarowy rozkład przestrzenny ruchu,
 - e) ukształtowanie terenu i uwarunkowania środowiskowe.
- (5) Węzeł projektuje się w miejscu lub w pobliżu miejsca przecięcia projektowanej drogi z drogą istniejącą, z wyjątkiem trudnych warunków, lub z drogą projektowaną.
- (6) Punkty przecięcia osi dróg na sąsiadujących ze sobą węzłach (L_w według rys. 8.1.1) projektuje się w odległościach zapewniających odpowiednie warunki ruchu, które wynikają z natężenia ruchu i przyjętej prędkości do projektowania, oraz możliwość umieszczenia znaków drogowych lub sygnalizatorów drogowych zgodnie z rozporządzeniem [1]. Minimalne odległości między sąsiednimi węzłami na drogach zamiejskich przyjmuje się zgodnie z WR-D-22-1.
- (7) Minimalne odległości pomiędzy obszarami węzłów (L_{wo} według rys. 8.1.1) określono w tab. 8.1.1, przy następujących założeniach:
 - a) odległości są liczone od końca ostatniego wjazdu lub ostatniego wyjazdu w obszarze jednego z węzłów do początku pierwszego wjazdu lub pierwszego wyjazdu w obszarze drugiego z węzłów,
 - b) w przypadku wspólnego odcinka przeplatania dwóch węzłów (bez dodatkowych wjazdów i wyjazdów na całej jego długości) przyjmuje się długość tego odcinka.
- (8) Odległości przedstawione w tab. 8.1.1 dotyczą również sąsiadujących z węzłem miejsc obsługi podróżnych.
- (9) W przypadku braku możliwości uzyskania podanych w tabeli odległości, należy:
 - a) zmienić schemat węzła, ze zmianą lokalizacji pasów włączenia lub wyłączenia,
 - b) zastosować jezdnię zbierająco-rozprowadzającą wspólną dla sąsiadujących węzłów, co będzie skutkowało wystąpieniem węzła zespolonego,
 - c) zrezygnować z wybranych relacji na węzle.



Rys. 8.1.1. Zasada wyznaczania odległości między obszarami węzłów

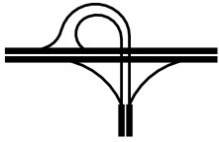
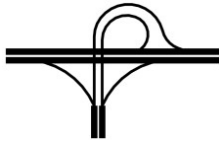
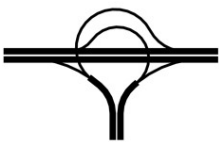
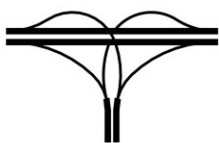
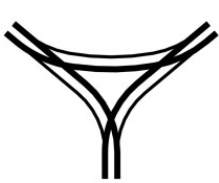
Tab. 8.1.1. Minimalne odległości pomiędzy obszarami węzłów L_{wo}

Klasa drogi	Prędkość do projektowania V_{dp} [km/h]	Minimalna odległość między obszarami węzłów L_{wo} [km]
A	140, 130	3,0
	120	2,5
S	130	3,0
	120, 110	2,5
	100	2,0
	90	1,5
GP	100	1,1
	90, 80, 70, 60	0,6
G	100, 90, 80, 70, 60, 50	0,6
Z	80, 70, 60, 50, 40, 30	0,6

8.2. Zasady wyboru typu węzła

- (1) Podstawowymi kryteriami wyboru typu węzła są kryteria planistyczne i projektowe, takie jak:
- funkcje i klasy krzyżujących się dróg,
 - wielkość i struktura kierunkowa natężeń ruchu,
 - położenie względem obszarów niedostępnych dla lokalizacji elementów węzła,
 - inne uwarunkowania, w tym organizacja systemu poboru opłat.
- (2) Przy doborze rozwiązania węzła bierze się pod uwagę:
- warunki ruchu i przepustowość krytycznych elementów węzła (np. unikanie odcinków przeplatania w obszarze węzła),
 - liczbę drogowych obiektów inżynierskich,
 - dostępność gruntów pod budowę węzła,
 - liczbę poziomów (wysokość węzła).
- (3) Przy doborze typu węzła uwzględnia się zalecany zakres stosowania węzłów oraz zasady ogólne przedstawione w podrozdziale 4.1.
- (4) Stosowanie łącznic na węzłach trójwlotowych typu WA jest uwarunkowane klasami krzyżujących się dróg i położeniem węzła względem zabudowy. Zalecane schematy węzłów przedstawiono w tab. 8.2.1.

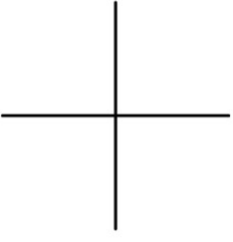

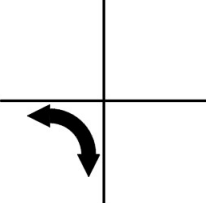
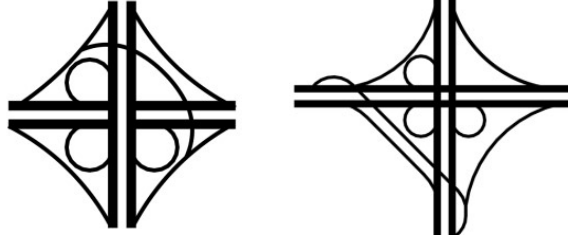
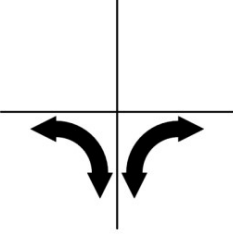
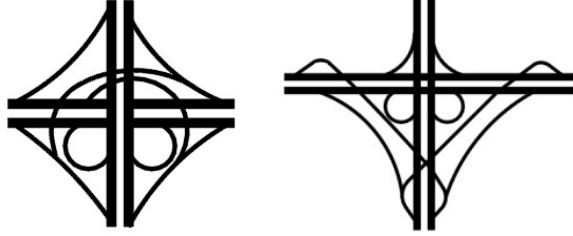
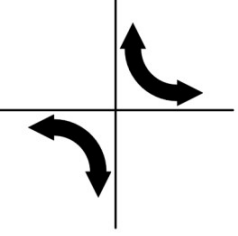
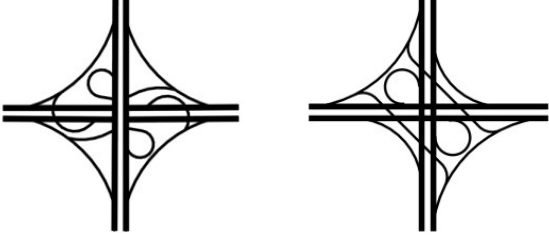
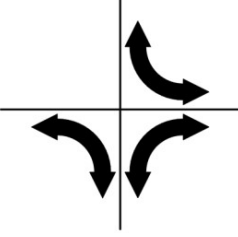
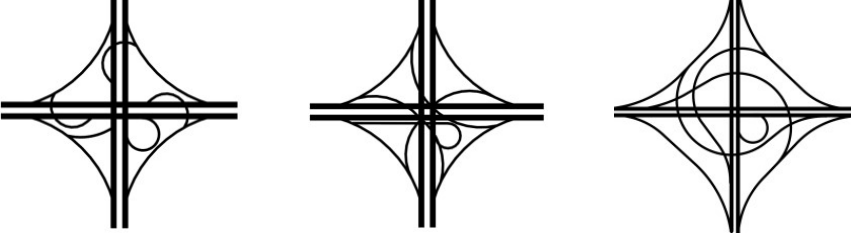
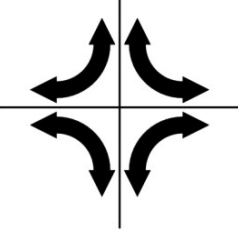
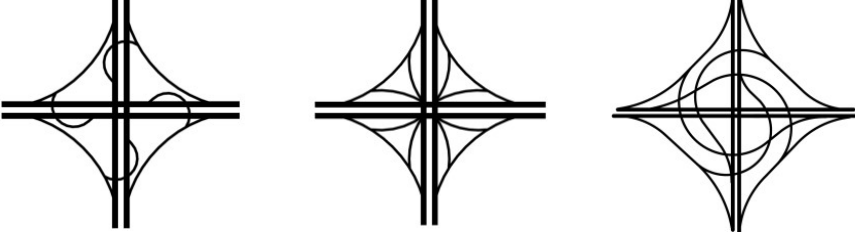
Tab. 8.2.1. Zakres stosowania węzłów trójwlotowych typu WA [9]

Klasa i lokalizacja drogi – dwuwlotowa		A	A	S	A, S	GP, G, Z
Klasa i lokalizacja drogi – jednowlotowa		A	S	S	GP, G, Z	GP, G, Z
„Trąbka lewa”		nie	nie	Dopuszczalne w trudnych warunkach	tak	tak
„Trąbka prawa”		nie	nie	nie	Dopuszczalne w trudnych warunkach	Dopuszczalne w trudnych warunkach
„Gruszka”		nie	Dopuszczalne w trudnych warunkach	tak	tak	tak
Kierunkowy „T”		tak	tak	tak	tak	tak
Kierunkowy „Y” bez wyróżnionego kierunku		Dopuszczalne w trudnych warunkach	Dopuszczalne w trudnych warunkach	Dopuszczalne w trudnych warunkach	tak	tak

(5) Stosowanie łącznic na węzłach czterowlotowych typu WA zależy od występowania dużych potoków ruchu w relacjach skrzyżnych. Zalecane schematy węzłów przedstawiono w tab. 8.2.2.

(6) Stosowanie łącznic na węzłach typu WB jest uwarunkowane klasami krzyżujących się dróg i położeniem węzła względem zabudowy.

Tab. 8.2.2. Zakres stosowania węzłów czterowlotowych typu WA [9]

Położenie relacji o dominującym natężeniu ruchu	Zalecany schemat węzła czterowlotowego typu WA		
	 koniczyna		
	 koniczyna modyfikowana (jedna pętla)		
	 koniczyna modyfikowana (dwie pętla)		
	 koniczyna modyfikowana (dwie pętla)		
	 wiatrak modyfikowany krzyż maltański modyfikowany turbina modyfikowana		
	 wiatrak krzyż maltański turbina		

8.3. Procedura wyboru rozwiązania węzła i jego parametrów

- (1) Wybór rozwiązania węzła składa się z następujących etapów:
- wybór typu węzła (WA, WB, WC),
 - wybór rodzaju i wariantu rozwiązania przebiegu łącznic (wariant typowy, wariant nietypowy),
 - dobór parametrów:
 - jezdni głównych (zmiana prędkości do projektowania w trudnych warunkach, rozmieszczenie wysokościowo (w wykopie, w nasypie) i względem obiektu (górami, dołami), przekrój poprzeczny),
 - łącznic i jezdni zbierająco-rozprowadzających (prędkość do projektowania, plan sytuacyjny, przekrój podłużny, przekrój poprzeczny),
 - wjazdów i wyjazdów,
 - odcinków przeplatania,
 - skrzyżowań (w przypadku węzła typu WB lub WC),
 - dobór urządzeń wyposażenia technicznego:
 - infrastruktura dla pieszych, rowerów i transportu zbiorowego,
 - urządzenia do oświetlenia,
 - urządzenia do odwodnienia,
 - urządzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego,
 - urządzenia sterowania ruchem.
- (2) Główne kryteria wyboru rozwiązania węzła:
- klasy i funkcje dróg łączących się w węźle,
 - BRD, które zapewnia się przez:
 - dostrzalność punktów rozdziału kierunków jazdy,
 - zrozumiałość i czytelność funkcjonowania,
 - widoczność w niewygodnych miejscach, takich jak: wjazdy, skrzyżowania (w przypadku węzła typu WB lub WC), łącznice pośrednie,
 - przejezdność,
 - sprawność ruchu, charakteryzowana poziomem swobody ruchu,
 - wpływ na środowisko naturalne (hałas, spaliny, grunty, warunki wodne itp.) i społeczne (wyburzenia, ograniczenie dostępności),
 - koszty użytkowników drogi (eksploatacja, czas podróży),
 - 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. Przykładowe wagi kryteriów w analizie wielokryterialnej wyboru rozwiązania węzła

Kryterium oceny	Waga [%]
wpływ na aspekty społeczne	25
bezpieczeństwo	20
sprawność ruchu	20
wpływ na środowisko naturalne i	15
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, ustalone indywidualnie, według potrzeb wynikających ze specyfiki inwestycji.

- (5) Główne uwarunkowania wejściowe do procedury wyboru rozwiązania węzła to:
- a) klasa krzyżujących się dróg,
 - b) prędkość do projektowania krzyżujących lub łączących się dróg,
 - c) lokalizacja węzła w sieci drogowej,
 - d) zagospodarowanie przestrzenne terenu, w tym występowanie przeszkód (np. rzeka, obszary chronione, urbanizacja, strefy przemysłowe),
 - e) liczba wlotów,
 - f) kąt krzyżujących lub łączących się dróg,
 - g) wymagane poziomy swobody ruchu,
 - h) prognozowane natężenia i struktura kierunkowa ruchu,
 - i) odległość od obszarów sąsiednich węzłów i miejsc obsługi podróżnych,
 - j) ukształtowanie wysokościowe terenu,
 - k) potrzeby dostępności,
 - l) powierzchnia dostępnego terenu,
 - m) potrzeby ruchu pieszych, rowerów i pojazdów transportu zbiorowego.

(6) W przypadku istniejącego węzła przeprowadza się, stosowanie do wymagań odrębnych przepisów, inspekcję bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz wykonuje się analizę zdarzeń drogowych zarejestrowanych w obszarze węzła co najmniej w okresie ostatnich 3 lat (zalecany okres to 5 lat), natomiast w przypadku węzła nowoprojektowanego, przeprowadza się audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego na wszystkich etapach procesu projektowego.

9. Ocena funkcjonowania węzłów

9.1. Ocena warunków ruchu na etapie projektowania

(1) Poprawność przyjętych rozwiązań dokumentuje się analizami przepustowości i ocenami warunków ruchu.

(2) Ocenę warunków ruchu wykonuje się dla miarodajnego natężenia ruchu, z uwzględnieniem podanych poniżej parametrów:

a) w obszarze wjazdu:

- q_{1wj} , q_{2wj} – natężenia ruchu przed wjazdem na łącznicy, jezdni zbierająco-rozprowadzającej lub jezdni głównej,
- q_{3wj} – natężenie ruchu za wjazdem,

b) w obszarze wyjazdu:

- q_{1wy} – natężenie ruchu przed wyjazdem na łącznicy, jezdni zbierająco-rozprowadzającej lub jezdni głównej,
- q_{3wy} , q_{2wy} – natężenia ruchu za wyjazdem,

c) w obszarze przeplatania:

- q_{1p} – natężenie ruchu przed odcinkiem przeplatania na pierwszym z pasów przeplatania,
- q_{2p} – natężenie ruchu przed odcinkiem przeplatania na drugim z pasów przeplatania.

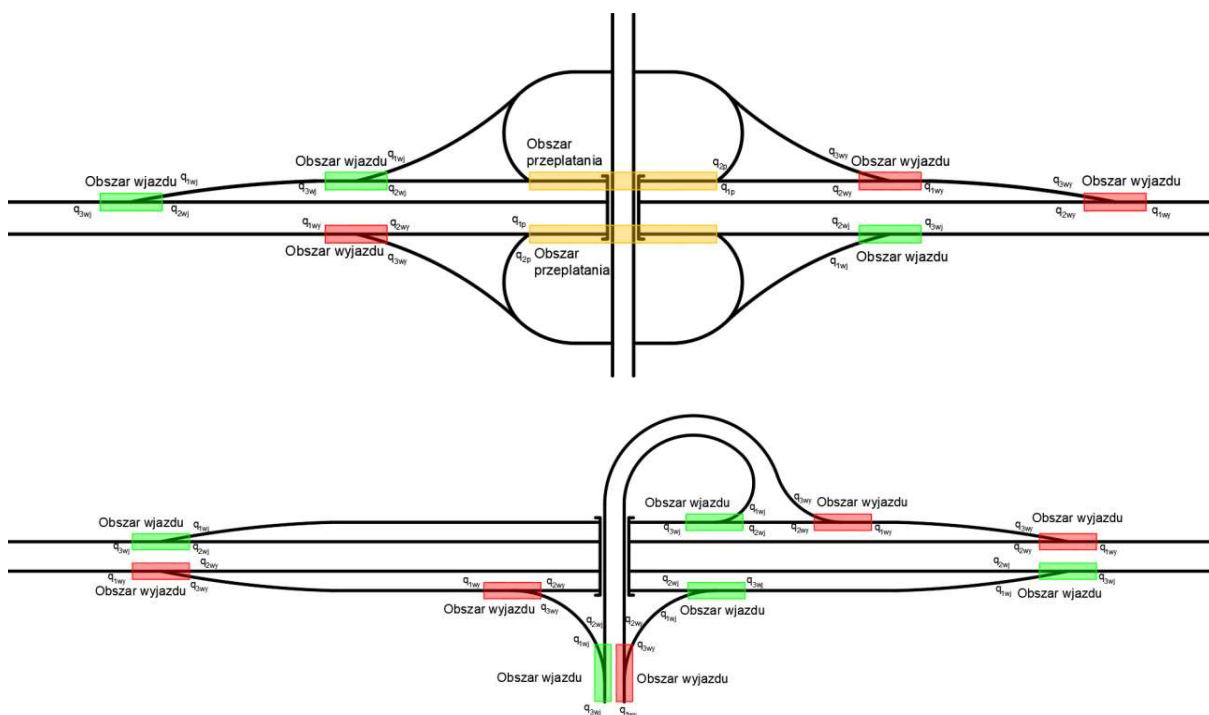
(3) Ocena warunków ruchu wymaga wyznaczenia miar takich jak prędkość, gęstość oraz stopień wykorzystania przepustowości, obliczanych na podstawie natężenia prognozowanego lub pomierzonego, zgodnie z dostępnymi metodami obliczeniowymi.

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

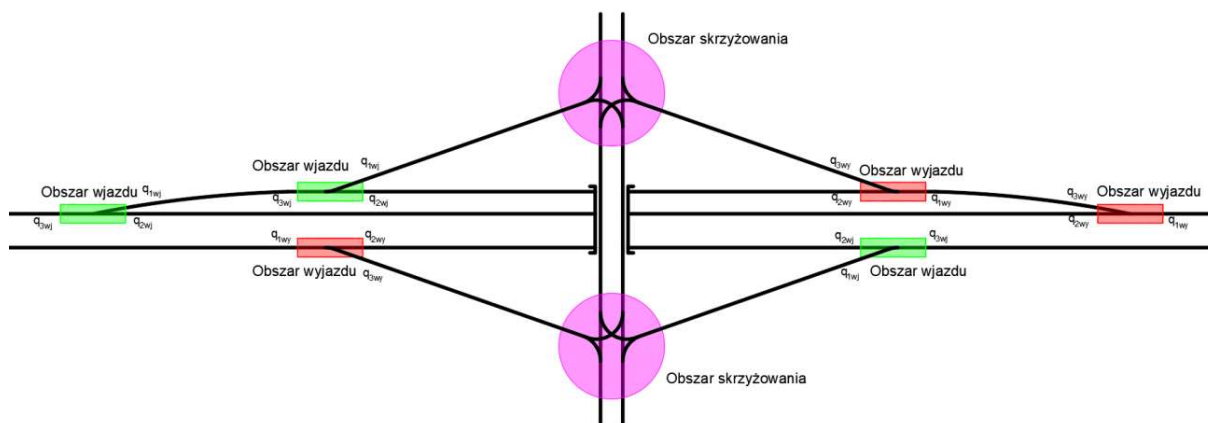
a) typu WA – na obszarach włączania, wyłączania i przeplatania (rys. 9.1.1),

b) typu WB – na obszarach włączania, wyłączania, przeplatania i skrzyżowaniach (rys. 9.1.2),

c) typu WC – na skrzyżowaniach.



Rys. 9.2.1. Wymagane obszary oceny warunków ruchu dla węzłów typu WA



Rys. 9.2.2. Wymagane obszary oceny warunków ruchu dla węzła typu WB

(5) Na skrzyżowaniach w obszarach węzłów typu WB i 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 sześć poziomów oznaczonych literami od A do F, przy czym PSR A odpowiada najlepszym, a PSR F najgorszym warunkom ruchu [4], [5].

(8) Zalecany poziomy swobody ruchu (w obszarze wjazdu, wyjazdu, przeplatania) na planowanych, projektowanych lub funkcjonujących drogach klas A, S, GP i G wynosi:

- a) na odcinkach dróg zamiejskich klasy A, S, GP – C (warunkowo D),
- b) na odcinkach dróg klasy A, S i GP przechodzących przez aglomerację – D (warunkowo E).

(9) Zalecany poziomy swobody ruchu na skrzyżowaniach będących elementami węzłów, powinien być nie niższy niż 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) Jeżeli warunki drogowe lub ruchowe odbiegają od typowych, przy wykonywaniu oceny warunków ruchu kieruje się wiedzą ekspercką lub analizę opiera się na wykonaniu analizy z wykorzystaniem narzędzi symulacyjnych.

(12) W tab. 9.1.1 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. Kryteria PSR dla dróg dwujezdniowych na odcinkach przeplatani, wjazdach i wyjazdach

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

9.2. Inspekcja bezpieczeństwa ruchu drogowego

(1) Inspekcja bezpieczeństwa ruchu drogowego dotyczy węzłów już funkcjonujących i ma na celu identyfikację źródeł zagrożeń dla użytkowników węzłów.

(2) Efekty inspekcji w postaci zidentyfikowanych i sklasyfikowanych zgodnie z [7] zagrożeń uwzględnia się przy projektach przebudowy lub rozbudowy węzła.

(3) Główne grupy zagrożeń, które mogą występować na istniejących węzłach to:

- a) niedopasowany typ węzła do warunków ruchu, co przyczynia się jednocześnie do pogorszenia bezpieczeństwa, np. przez zwiększony udział niebezpiecznych manewrów w obszarze węzła,
- b) ograniczenia widoczności związane między innymi z:
 - wjazdami na jezdnie główne zlokalizowanymi na łukach w planie,
 - wjazdami na jezdnie główne dróg poprzecznych zlokalizowanymi w rejonie wierzchołków łuków pionowych,
 - geometrią łącznic (małe wartości promieni łuków w planie) w połączeniu z obiektami w otoczeniu jezdni, jak np. ekrany akustyczne, bariery drogowe, elementy oznakowania pionowego,
 - nieprawidłowym oświetleniem obszaru węzła,
- c) niebezpieczne otoczenie jezdni w obszarze węzła, głównie:
 - nieprawidłowo dobrane lub zlokalizowane urządzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego (bariery ochronne, osłony energochłonne),
 - niezabezpieczone przeszkody w obszarze węzła, takie jak: podpory i przyczółki drogowych obiektów inżynierskich, elementy infrastruktury (urządzenia do oświetlenia, urządzenia do odwodnienia, urządzenia ochrony przed hałasem), wysokie skarpy o nachyleniu bardziej stromym niż 1:3,
- d) nieprawidłowo zaprojektowana geometria wjazdów, wyjazdów, odcinków przeplatania,
- e) 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,
- f) występowanie odcinków przeplatania na jezdniach głównych przy wysokich prędkościach dopuszczalnych,
- g) brak jednorodności stosowanych rozwiązań na dłuższym odcinku,
- h) niedostosowanie typów i geometrii skrzyżowań w węzłach typu WB i WC do wymogów bezpieczeństwa, w tym generowanie ryzyka jazdy pod prąd na węźle,
- i) nieprawidłowe lub brak (w miejscach, gdzie jest to konieczne) rozwiązania dla ruchu pieszych, rowerów i pojazdów transportu zbiorowego,
- j) 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 podrozdziale 9.2.

(2) Audyt BRD zaleca się prowadzić zgodnie z [2] i [8].

(3) W szczególności rolą audytora jest ocena dokumentacji pod kątem spełnienia podstawowych wymagań w zakresie:

- a) eliminacji możliwości wykonywania nieprawidłowych manewrów, głównie jazdy pod prąd,
- b) optycznego prowadzenia kierowcy i możliwości dostatecznie wczesnego dostrzegania miejsc rozdziału kierunków jazdy,
- c) zapewnienia dostatecznie długich odcinków segregacji ruchu z ich czytelnym oznakowaniem,
- d) zapewnienia odległości między kolejnymi punktami rozdziału kierunków jazdy, umożliwiającej kierowcy poprawne odczytanie treści oznakowania, przed dojazdem do kolejnego punktu rozdziału,
- e) jednorodności stosowanych rozwiązań w odniesieniu do geometrii i zarządzania ruchem,

- f) 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,
- g) zabezpieczenia łącznic i jezdni głównych przed ryzykiem zderzeń czołowych,
- h) spełnienia wymagań dynamiki ruchu pojazdów:
 - właściwy dobór prędkości do projektowania łącznic w kontekście prędkości na dojeździe do łącznicy,
 - dostatecznie długie odcinki na zatrzymanie przed dojazdem do skrzyżowania,
 - 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:

- a) zbyt krótkie odcinki łącznic wyjazdowych z dróg klasy A i S na węzłach typu WB,
- b) zbyt małe długości odcinków widoczności na zatrzymanie przed przeszkodą na łącznicach,
- c) brak koordynacji geometrii planu i niwelety na łącznicach,
- d) rozpoczynanie pasów wyłączania za obiektem, co powoduje zbyt późną dostrzegalność wyjazdu z jezdni głównej,
- e) brak widoczności oznakowania pionowego na łącznicach pośrednich,
- f) brak lub nieprawidłowe zabezpieczenie „nosa” początkującego łącznicę lub jezdnię zbierająco-rozprowadzającą,
- g) brak lub nieprawidłowe sterowania ruchem na wjazdach i wyjazdach przy jezdniach głównych dróg klasy A i S,
- h) nieprawidłowy dobór przekroju poprzecznego łącznic, brak jezdni zbierająco-rozprowadzających przy odcinkach przeplatania występujących na jezdniach głównych dróg klasy A i S (przy prędkościach powyżej 80 km/h),
- i) zjazdy z łącznic do różnych obiektów w otoczeniu węzła,
- j) nieprawidłowe lokalizowanie infrastruktury dla ruchu pieszych, rowerów i pojazdów transportu zbiorowego w obszarze węzła,
- k) 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. Zaleca się, aby budowa nowej drogi była 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 w tym również węzłów, ocena oddziaływania na środowisko obejmuje takie aspekty, jak:

- a) ochronę środowiska kulturowego,
- b) ochronę przyrody, krajobrazu, gruntów rolnych i leśnych,
- c) ochronę wód i powierzchniowych utworów geologicznych,
- d) ochronę powietrza,
- e) ochronę 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, co określa się na etapie prowadzonych prac studialnych.

(5) Negatywne oddziaływanie węzła na otoczenie minimalizuje się lub eliminuje się w sposób określony w decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach (DŚU).

(6) Przy opracowaniu raportu z oceną oddziaływania na środowisko dla uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, na podstawie prognozy ruchu i przyjętego horyzontu

czasowego, określa się, kiedy w otoczeniu drogi lub węzła mogą zostać przekroczone wymagania dopuszczalnych poziomów określonych uciążliwości, ujętych w przepisach krajowych. Określa się także sposób zabezpieczenia przed tymi uciążliwościami.

(7) Prognozowane zakresy oddziaływania węzła na środowisko należy potwierdzić na etapie projektu budowlanego. Na tym etapie projektuje się szczegółowo 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 na ogół opisuje się w raporcie z ponownej oceny oddziaływania, który wraz z projektem budowlanym jest załącznikiem do wniosku o wydanie decyzji ZRID lub DPB, o ile powtórny raport jest wymagany.

(8) Ochronę przed hałasem projektuje się na podstawie wyników obliczeń uwzględniających prognozę ruchu, w oparciu o trójwymiarowe modele terenu i obiektów projektowanych.

(9) Urządzenia ochrony środowiska mogą być budowane także przy węzłach istniejących. Realizacja zabezpieczeń może nastąpić po stwierdzeniu przekroczenia dopuszczalnych poziomów oddziaływań w otoczeniu obiektu, m. in. na podstawie okresowych pomiarów hałasu.

(10) W przypadku przewidywania konieczności późniejszej realizacji urządzeń środowiska, związanych np. z widocznymi lub projektowanymi przekształceniami zagospodarowania terenu w otoczeniu węzła, wskazane jest, aby na etapie projektowania zachowano odpowiednią rezerwę miejsca dla późniejszej lokalizacji takich urządzeń oraz ich budowy. W dokumentacji można określić przeznaczenie rezerwy terenowej (np. poszerzone pobocza).

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

(12) Jeżeli budowa drogi jest podzielona na niezależne odcinki, które często obejmują także budowę węzła lub jego elementów, zachodzi potrzeba zabezpieczenia wód podziemnych, podskórnych lub powierzchniowych przed zanieczyszczeniem, to zabezpieczenia te muszą być wykonywane w takim zakresie, aby były skuteczne. Rozwiązania na stykach odcinków dróg należy skoordynować. Dotyczy to wszystkich typów zabezpieczeń środowiskowych. Z uwagi na stosowanie dla ochrony powietrza zieleni trwałej, nie należy odsuwać czasu realizacji nasadzenia zieleni. Z uwagi na czas potrzebny do osiągnięcia przez zielen wartości użytkowych, nasadzenia zieleni powinny być wykonane jak najszybciej, po zakończeniu budowy węzła. Na etapie projektu węzła należy przewidzieć odpowiednią ilość terenu dla zieleni osłonowej oraz zapewnić dostępność do niej z uwagi potrzebę zapewnienia pielęgnacji.

(13) Zagadnienie ochrony przed wibracjami wymaga analizy w odniesieniu do węzłów realizowanych w ciasnej zabudowie lub w sąsiedztwie istniejących obiektów. Ochronę przed wibracjami projektuje się 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, na podstawie normy [3].