

4. Droga w przekroju poprzecznym

4.1. Ogólne zasady projektowania drogi w przekroju poprzecznym

Rozwiązania projektowe drogi w przekroju poprzecznym wynikają z funkcji i klasy drogi, natężenia i rodzajowej struktury przewidywanego ruchu, przyjętego poziomu swobody ruchu, etapowego dochodzenia do przekroju docelowego oraz ukształtowania i zagospodarowania terenu. Ponadto przekrój poprzeczny powinien zapewniać bezpieczeństwo ruchu wszystkim użytkownikom drogi, spełniać wymagania ekonomiczne realizacji inwestycji oraz umożliwiać zminimalizowanie negatywnych skutków oddziaływania drogi na środowisko.

Podstawowymi elementami przekroju poprzecznego drogi są: jezdnia (jezdnie), opaski, pas dzielący, pobocza, skarpy nasypów i wykopów, rowy drogowe. W przekroju poprzecznym drogi mogą wystąpić także: pasy lub zatoki postojowe, zatoki autobusowe, ścieżki rowerowe, chodniki, ciągi pieszo-jezdne, pasy zieleni, drogi zbiorcze, a także pasy terenu przeznaczone na inne urządzenia do obsługi ruchu drogowego.

4.1.1. Szerokość drogi w liniach rozgraniczających

Szerokość drogi w liniach rozgraniczających powinna zapewniać możliwość umieszczenia elementów drogi i urządzeń z nią związanych koniecznych ze względu na ustalone docelowe funkcje transportowe (i inne) drogi oraz na uwarunkowania terenowe.

Tablica 4.1

Szerokość pasa drogowego drogi [10]

Klasa drogi	Najmniejsza szerokość w liniach rozgraniczających drogi o przekroju		
	jednojezdniowym [m]	dwujezdniowym [m]	
	1 x 2	2 x 2	2 x 3
A	–	60	70
S	30	40	50
GP	25	35	45
G	25	35	–
Z	20	30	–
L	15	–	–
D	15	–	–

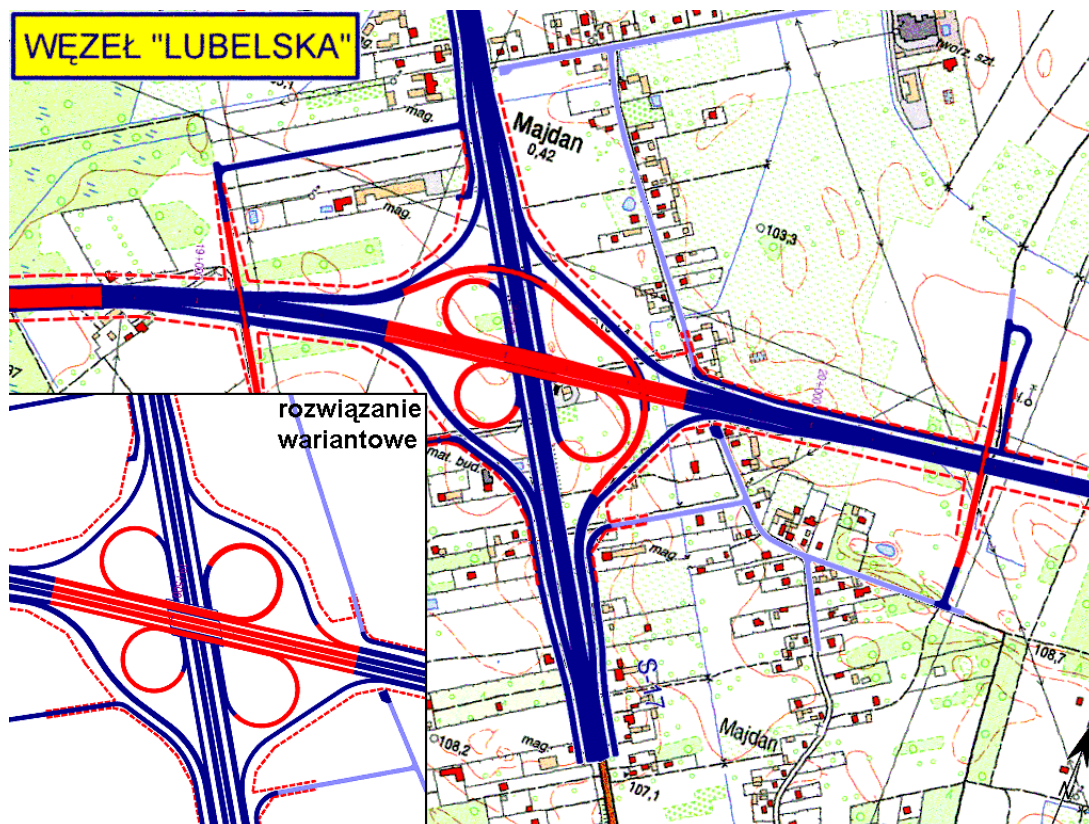
Szerokość drogi w liniach rozgraniczających (poza terenem zabudowanym) nie powinna być mniejsza niż określona w tablicy 4.1.

Na szerokość drogi składają się: jezdnie, pobocza, skarpy, rowy drogowe oraz pasy terenu za rowami, zgodnie z przepisami o drogach publicznych. Szerokość drogi

w liniach rozgraniczających powinna być zwiększona, jeżeli zawiera ona elementy lub urządzenia inne niż wymienione powyżej.

Rozmiary terenu potrzebnego na węzeł (rys. 4.1), skrzyżowanie drogi klasy Z poza terenem zabudowanym lub dróg wyższych klas z drogą klasy Z, G, GP lub S oraz na plac i parking powinny być określone indywidualnie.

Na skrzyżowaniu drogi klasy Z z drogą klasy L lub D powinny być stosowane narożne ścieżki linii rozgraniczających nie mniejsze niż 10 m x 10 m, a przy istniejącej zabudowie – nie mniejsze niż 5 m x 5 m, natomiast na skrzyżowaniu drogi klasy L lub D z drogą klasy L lub D narożne ścieżki nie powinny być mniejsze niż 5 m x 5 m.



Rys. 4.1. Linie rozgraniczające (czerwona linia przerywana) węzła „Lubelska” planowanej południowej obwodnicy Warszawy [20]

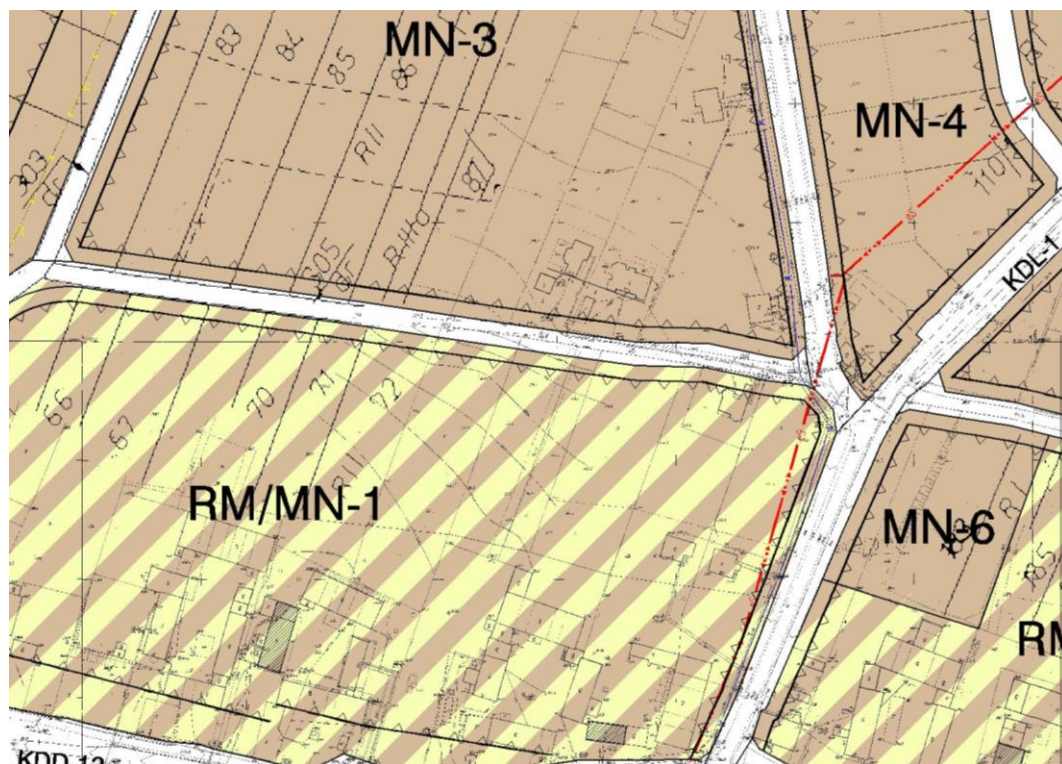
4.1.2. Szerokość ulicy w liniach rozgraniczających

Szerokość ulicy w liniach rozgraniczających nie powinna być mniejsza niż określona w tabelicy 4.2. W wyjątkowych przypadkach, uzasadnionych trudnymi warunkami terenowymi lub istniejącym zagospodarowaniem, dopuszcza się przyjęcie mniejszych szerokości pasa drogowego ulic niż podane w tabelicy 4.2 pod warunkiem umieszczenia wszystkich elementów wynikających z wymagań dla danej klasy technicznej.

Tablica 4.2

Szerokość pasa drogowego ulicy [10]

Klasa ulicy	Najmniejsza szerokość w liniach rozgraniczających ulicy o przekroju		
	jednojezdniowym [m]	dwujezdniowym [m]	
		1x2	2x2
S	–	40	50
GP	30	40	50
G	25	35	45
Z	20	30	–
L	12	–	–
D	10	–	–



Rys. 4.2. Fragment planu zagospodarowania przestrzennego z zaznaczonymi liniami rozgraniczającymi dróg lokalnych (na skrzyżowaniach widoczne ścieżki) [21]

Przyjęcie mniejszej szerokości ulicy w liniach rozgraniczających wymaga przeprowadzenia analizy obejmującej:

- 1) wzajemne rozmieszczenie elementów ulicy oraz urządzeń infrastruktury technicznej w poprzecznych przekrojach charakterystycznych,
- 2) sposób etapowego i docelowego odwodnienia,

- 3) sposób wysokościowego rozwiązania ulicy,
- 4) wpływ istniejącego wartościowego zadrzewienia,
- 5) podstawowe uwarunkowania hydrogeologiczne i geotechniczne, a w szczególności występowanie gruntów o małej nośności oraz terenów zalewowych,
- 6) podstawowe uwarunkowania ochrony środowiska, a w szczególności sposoby ochrony przed nadmiernym hałasem, wibracjami i zanieczyszczeniem powietrza.

Szerokość pasa drogowego ulicy powinna być odpowiednio zwiększona, jeżeli przewiduje się umieszczenie w tej ulicy większej liczby pasów ruchu, torowiska tramwajowego, ścieżek rowerowych, pasów lub zatok postojowych, pasów zieleni wysokiej lub urządzeń odwodnienia powierzchniowego. Rozmiary terenu potrzebnego na węzeł, skrzyżowanie ulicy klasy Z lub ulic wyższych klas z ulicą klasy Z, G lub GP oraz na plac i parking powinny być określone indywidualnie. Na skrzyżowaniu ulicy klasy L lub D z ulicą klasy L lub D, a także na skrzyżowaniu ulicy klasy Z z ulicą klasy L lub D powinny być stosowane narożne ścięcia linii rozgraniczających nie mniejsze niż 5 m x 5 m (rys. 4.2).

4.2. Szerokości elementów przekroju poprzecznego drogi¹

4.2.1. Jezdnia

Na drodze klasy Z i drogach wyższych klas liczba jezdni oraz liczba pasów ruchu na jezdni powinna być ustalona z uwzględnieniem klasy drogi oraz wielkości miarodajnego natężenia ruchu. Droga klasy A, a także ulica klasy S powinny mieć co najmniej dwie jezdnie, każdą przeznaczoną dla jednego kierunku ruchu (rys. 4.3). Jednojezdniowa droga klasy L lub droga wyższej klasy powinna mieć co najmniej dwa pasy ruchu. Przy etapowaniu budowy, a także przy przebudowie albo remoncie drogi klasy Z lub L poza terenem zabudowanym, dopuszcza się stosowanie jezdni jednopasowej o szerokości 3,5 m – 3 m z pobocznymi o nawierzchni co najmniej twardej i szerokości nie mniejszej niż 1 m, jeżeli jest to uzasadnione warunkami miejscowymi lub wielkością ruchu.

Droga klasy S, GP lub G poza terenem zabudowanym o co najmniej czterech pasach ruchu w obu kierunkach (z wyłączeniem pasów dodatkowych) powinna mieć dwie jezdnie, każdą przeznaczoną dla jednego kierunku ruchu. Na terenie niezabudowanym, na którym występują ograniczenia terenowe, dopuszcza się stosowanie jednojezdniowej drogi czteropasowej klasy GP lub G na odcinku o długości nie większej niż 2 km, jeżeli kierunki ruchu będą rozdzielone barierą ochronną.

Szerokość jezdni na drogowym obiekcie inżynierskim powinna być nie mniejsza niż przed obiektem.

W strefie zamieszkania szerokość pasa terenu przeznaczonego do ruchu pojazdów i pieszych powinna być dostosowana do potrzeb. Ponadto nie powinna być ona mniejsza, niż wynika to z przepisów dotyczących dróg pożarowych.

Szerokość jezdni oblicza się, mnożąc liczbę potrzebnych pasów ruchu przez szerokość jednego pasa ruchu i ewentualnie dodając szerokość dodatkowych pasów ruchu.

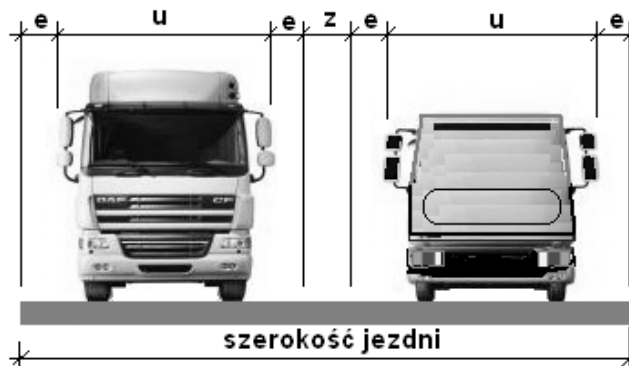
¹ Opracowano na podstawie [10].

Liczba pasów ruchu zależy od natężenia ruchu i założonego poziomu swobody ruchu. Szerokość zaś pasa jest zależna od gabarytu pojazdu i prędkości jazdy (rys. 4.4).



Rys. 4.3. Dwie jezdnie po dwa pasy ruchu i dodatkowe pasy ruchu na autostradzie [19]

Według schematu przedstawionego na rysunku 4.4 przestrzeń ruchu jest równa $u + 2e$. Szerokość jezdni wynosi $2u + 4e + z$, a szerokość pasa ruchu – $u + 2e + 0,5z$. Poszczególne symbole i ich wartości przedstawiono w tabelicy 4.3 [2]. Uwzględniając wartości parametrów, które mają wpływ na szerokość pasa ruchu, ustalono jego normatywne szerokości, które przedstawiono w tabelicy 4.4.



Rys. 4.4. Szerokość jezdni jako suma szerokości pasów ruchu

Tablica 4.3

Wartości parametrów, które mają wpływ na szerokość pasa ruchu [2]

Rodzaje pojazdów	V_p [km/h]	Szerokość typowego pojazdu u [m]	Zapas szerokości na wahania boczne $2e$ [m]	Odstęp bezpieczeństwa z [m]
lekkie	do 50	2	0,25	0,5
	60		0,5	
	70		0,75	
	80		1	
ciężkie	do 70	2,5	0,25	0,5
	80		0,5	
	100		1	

4.2.1.1. Szerokość jezdni na łukach poziomych

Na łukach kołowych w planie może zachodzić potrzeba poszerzenia pasa ruchu wynikająca z niemieszczenia się pojazdów długich w szerokości pasa ruchu. Ze względu na bezpieczeństwo ruchu szerokość każdego pasa ruchu powinna być zwiększona o wartość obliczoną w następujący sposób:

- 1) na drodze klasy Z i drogach wyższych klas oraz na ulicy klasy L usytuowanej na obszarze przemysłowo-handlowym lub na której odbywa się zbiorowa komunikacja autobusowa, wg zależności 4.1:

$$p = \frac{40}{R}, \quad (4.1)$$

- 2) na drodze klasy D oraz innych niż wymienione w pkt. 1 drogach klasy L, wg zależności 4.2:

$$p = \frac{30}{R}, \quad (4.2)$$

gdzie: R – promień łuku kołowego osi jezdni [m].

Obliczone poszerzenie powinno być zaokrąglone do 5 cm w górę. Nie należy poszerzać pasa ruchu, jeżeli wartość obliczonego poszerzenia jest mniejsza niż 0,2 m, a także gdy jezdni ma co najmniej dwa pasy przeznaczone dla jednego kierunku ruchu.

Zmiana szerokości jezdni powinna być wykonana na krzywej przejściowej, prostej przejściowej lub na łuku kołowym o większym promieniu, jeżeli jest to krzywa kosztowa, w sposób płynny bez widocznych załamania krawędzi jezdni. Aby spełnić ten warunek, należy:

- stosować poszerzenie pasa ruchu po wewnętrznej stronie łuku,
- w uzasadnionych przypadkach, np. przy braku miejsca, można stosować poszerzenie po wewnętrznej i zewnętrznej stronie łuku, o ile jest możliwe wpisanie krzywej przejściowej po zewnętrznej stronie łuku,
- uzyskiwać poszerzenia przez kształtowanie krawędzi jezdni według innych niż oś drogi (tzw. samodzielnych) krzywych przejściowych lub liniowo z wyokrągleniem załamania na początku i końcu, szczególnie gdy $L : p < 20$, gdzie L jest

długością, na której narasta poszerzenie, a p wartością całkowitą poszerzenia, w przypadku gdy $L : p > 20$ dopuszcza się liniowy przyrost poszerzenia.

Tablica 4.4

Szerokości pasa ruchu [10]

Usytuowanie drogi	Szerokość pasa ruchu [m] na drodze klasy						
	A	S	GP	G	Z	L	D
poza terenem zabudowanym	3,75 ¹⁾	3,5 ; 3,75 ²⁾	3,5	3–3,5	2,75–3	2,5–2,75	2,5– 2,75 ⁵⁾ ; 3,5–3 ⁶⁾
na terenie zabudowanym	3,5	3,5	3,5; 3,5– 3,25 ³⁾	3,5; 3,5– 3,25 ³⁾ ; 3,25–3 ⁴⁾	3,5; 3,5– 3,25 ³⁾ ; 3,25– 2,75 ⁴⁾	3; 3–2,5 ⁷⁾	2,5– 2,25 ⁵⁾ ; 3,5–3 ⁸⁾

¹⁾ Stosuje się w szczególności na drodze o dwóch pasach ruchu (na każdej jezdni) i o prędkości projektowej 120 km/h.

²⁾ Stosuje się na jednojezdniowej drodze o prędkości projektowej 100 km/h.

³⁾ Dopuszcza się stosowanie w przypadku przebudowy albo remontu drogi.

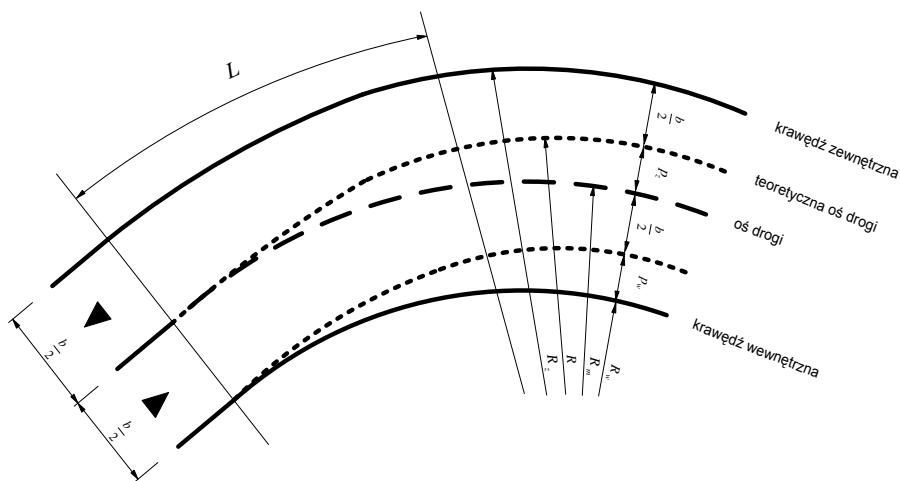
⁴⁾ Stosuje się przy uspokajaniu ruchu.

⁵⁾ Stosuje się na drodze dwupasowej.

⁶⁾ Stosuje się na drodze jednopasowej, jeżeli szerokość utwardzonej części korony jest nie mniejsza niż 5 m, a mijanki umożliwiają wymijanie pojazdów.

⁷⁾ Stosuje się w zabudowie jednorodzinnej lub przy uspokajaniu ruchu.

⁸⁾ Stosuje się na ulicy jednopasowej na odcinkach z zachowaną wzajemną widocznością, a mijanki umożliwiają wymijanie pojazdów.

Rys. 4.5. Poszerzenia pasów ruchu na łuku o promieniu $R \leq 25$ m

Na łuku kołowym o promieniu nie większym niż 25 m wartość poszerzenia powinna być określona dla każdego pasa ruchu oddzielnie (rys. 4.5, 4.6).

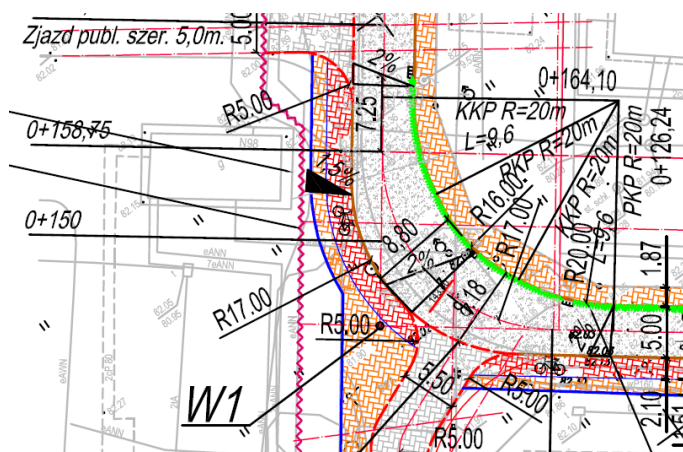
Wartość poszerzenia zewnętrznego obliczamy dla promienia wyznaczonego z zależności:

$$R_z = R + \frac{b}{2} \quad (4.3)$$

Dla poszerzenia wewnętrznego przyjmujemy promień łuku równy:

$$R_w = R - p_z \quad (4.4)$$

gdzie: b – szerokość jezdni [m],
 p_z – poszerzenie zewnętrzne [m], obliczone z zależności 4.1 lub 4.2.



Rys. 4.6. Przykład poszerzeń jezdni na łuku o promieniu $R = 20$ m

4.2.1.2. Szerokość jezdni na skrzyżowaniach

Szerokość jezdni na skrzyżowaniach, tak jak i na odcinkach między skrzyżowaniami, jest sumą szerokości zasadniczych i dodatkowych pasów ruchu, które tam występują. Przy kształtowaniu przekroju poprzecznego jezdni obowiązują następujące zasady:

- 1) liczba pasów ruchu na wprost na odpowiadającym sobie wlocie i wylocie skrzyżowania powinna być taka sama,
- 2) pasy ruchu na skanalizowanym wlocie skrzyżowania dróg powinny mieć szerokość taką, jak przed skrzyżowaniem, a w wyjątkowych przypadkach szerokość każdego z nich może być pomniejszona:
 - a) nie więcej niż o 0,25 m – jeżeli jest to grupa pasów dla pojazdów jadących na wprost,
 - b) nie więcej niż o 0,5 m – jeżeli jest to grupa pasów dla pojazdów skręcających w lewo lub w prawo,
- 3) na skrzyżowaniu skanalizowanym o jednym pasie ruchu na wprost na drodze z pierwszeństwem przejazdu pas ten powinien mieć szerokość:

- a) od 4,5 m do 5 m – jeżeli jest ograniczony krawężnikami z obu stron,
 - b) od 4 m do 4,5 m – jeżeli jest ograniczony krawężnikiem z jednej strony,
 - c) taką jak pas ruchu – jeżeli z obu stron nie jest ograniczony krawężnikami,
 - d) taką jak pas ruchu – jeżeli w strefie uspokojonego ruchu jest ograniczony krawężnikami (z jednej lub z obu stron) na długości mniejszej niż 20 m,
- 4) jeżeli występuje jeden pas ruchu na wprost na podporządkowanym wlocie drogi, powinien on mieć szerokość:
- a) od 4 m do 4,5 m – jeżeli jest ograniczony krawężnikami z jednej lub z obu stron,
 - b) taką jak pas ruchu – jeżeli z obu stron nie jest ograniczony krawężnikami,
 - c) taką jak pas ruchu – jeżeli w strefie uspokojonego ruchu jest ograniczony krawężnikami (z jednej lub z obu stron) na długości mniejszej niż 20 m.

Warunki przedstawione w pkt. 2) i 3) nie dotyczą wlotów na skrzyżowaniu typu mini lub małe rondo.

Podczas poszerzania pasów ruchu na skrzyżowaniu skanalizowanym należy pamiętać o tym, by szerokość jednego pasa ruchu dla pojazdów skręcających w lewo lub w prawo nie była mniejsza niż określona w tablicy 4.5.

Tablica 4.5

Szerokości pasów ruchu na skrzyżowaniach skanalizowanych [10]

Promień skrętu [m]	8	10	12	15	20	25	30	40
Szerokość [m]	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4,2	4

4.2.2. Dodatkowe pasy ruchu

Dodatkowe pasy ruchu są umieszczane na wzniesieniach dróg, na skrzyżowaniach, na dwupasowych drogach dwukierunkowych o niewystarczającej widoczności na wyprzedzanie oraz na dojazdach do przejść granicznych.

Na wzniesieniach drogi klasy G i dróg wyższych klas (rys. 4.7) o prędkości projektowej większej niż 60 km/h można poszerzyć jezdnię, jeśli istnieje taka potrzeba, o dodatkowe pasy ruchu. Jako orientacyjne kryteria uzasadniające potrzebę stosowania dodatkowego pasa ruchu na wzniesieniu przyjmuje się:

- spadek średniej prędkości pojazdów ciężkich poniżej 40 km/h,
- różnicowanie prędkości pojazdów ciężkich i osobowych o więcej niż 30 km/h.

Jeżeli odległość między sąsiednimi pasami dodatkowymi na wzniesieniu jest mniejsza niż 500 m, należy oba pasy połączyć [15].

Dodatkowy pas ruchu ma szerokość 3 m, a w uzasadnionych przypadkach – taką jak zasadniczy pas ruchu. Ponadto przyjmuje się identyczne wartości i kierunek pochylenia

poprzecznego dodatkowego pasa ruchu jak w przypadku zasadniczego pasa ruchu. Dodatkowy pas ruchu na wzniesieniu powinien być wyznaczony na jezdni drogi zgodnie z warunkami określonymi w przepisach o znakach i sygnałach drogowych.



Rys. 4.7. Dodatkowe pasy ruchu na wzniesieniu drogi krajowej

Na dwupasowej drodze dwukierunkowej poza terenem zabudowanym, o prędkości projektowej większej niż 60 km/h, można poszerzyć jezdnię o dodatkowe pasy umożliwiające wyprzedzanie, jeżeli:

- nie można w inny sposób zapewnić wymaganego procentowego udziału odcinków z możliwością wyprzedzania,
- ich wprowadzenie podniesie poziom bezpieczeństwa ruchu oraz poziom swobody ruchu,
- potrzebę ich zastosowania potwierdza rachunek ekonomiczny.

Szerokość dodatkowego pasa umożliwiającego wyprzedzanie powinna być odpowiednia do jego przeznaczenia oraz sposobu jego użytkowania i nie może być mniejsza niż 3 m.

4.2.3. Pasy postojowe

Na obszarze zabudowanym można projektować pasy postojowe w przekroju poprzecznym ulicy, których lokalizacja będzie uzależniona od ich przeznaczenia. Na ulicach niższych klas technicznych pasy postojowe służą nie tylko zgodnie z ich właściwym przeznaczeniem, lecz także – dzięki spowodowaniu zwężenia szerokości jezdni – ograniczają prędkość pojazdów, czyli uspokajają ruch. Pasy postojowe można projektować dla ulic