



DROGI I ULICE - PODSTAWY

studia I stop., inż., dzienne, rok III, sem. 5

WYKŁAD 1

Podział i klasyfikacja dróg
Ogólna charakterystyka elementów trasy drogowej
Ruch drogowy – natężenie, struktura
Prognozowanie i modelowanie ruchu

dr hab. inż. Maciej Kruszyna

dr inż. Piotr Mackiewicz

dr inż. Robert Wardęga



PLAN WYKŁADÓW

1. Podział i klasyfikacja dróg. Ogólna charakterystyka elementów trasy drogowej – podstawowe pojęcia i definicje. Ruch drogowy – natężenie, struktura. Prognozowanie i modelowanie ruchu.
2. Zasady projektowania trasy w planie – trasowanie drogi z uwzględnieniem ukształtowania terenu oraz zagospodarowania przestrzennego. Ruch pojazdu po prostej i łuku kołowym. Zasady doboru promieni łuków. Elementy i zasady projektowania niwelety. Zasady projektowania łuków pionowych.
3. Koordynacja trasy drogowej. Drogi na terenach górskich. Roboty ziemne (projektowanie i wykonawstwo)
4. Materiały i nawierzchnie drogowe. Projektowanie konstrukcji jezdni drogowej.
5. Elementy przekroju poprzecznego drogi. Przepustowość dróg zamiejskich. Zasady kształtowania przekroju poprzecznego nawierzchni. Kształtowanie skarp wykopów i nasypów.
6. Skrzyżowania dróg zamiejskich – podział i charakterystyka, zasady projektowania.
7. Kolokwium



LITERATURA

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. **w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.** Dz.U.99.43.430

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 16.01.2002 r. **w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych.** Dz.U.02.12.116

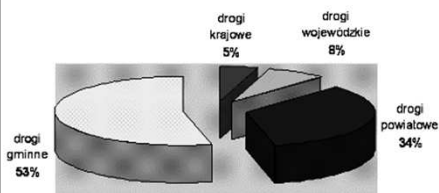
Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. **w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie.** Dz.U.00.63.735

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3.07.2003 r. **w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego .** Dz.U.03.120.1133.

3



DROGI PUBLICZNE - klasyfikacja administracyjna



Kategoria drogi	km
Drogi krajowe	18 368
Drogi wojewódzkie	28 444
Drogi powiatowe	128 870
Drogi gminne	203 773
Ogółem	379 455

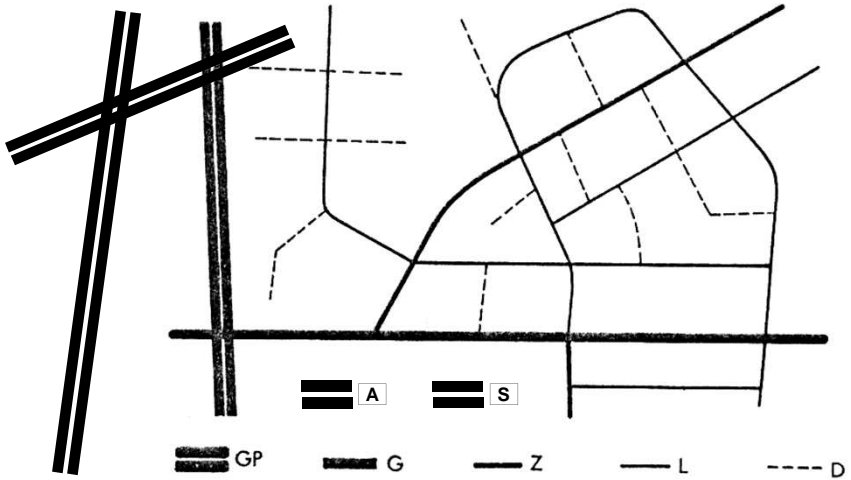
Drogi publiczne

Drogi prywatne

4



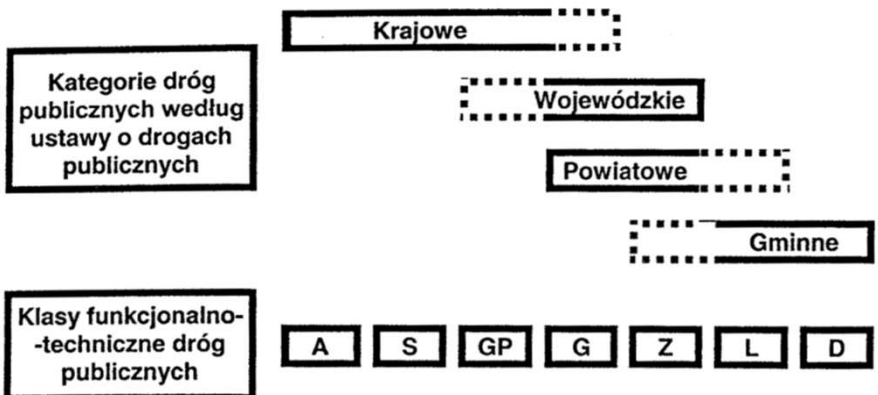
KLASYFIKACJA TECHNICZNA



5



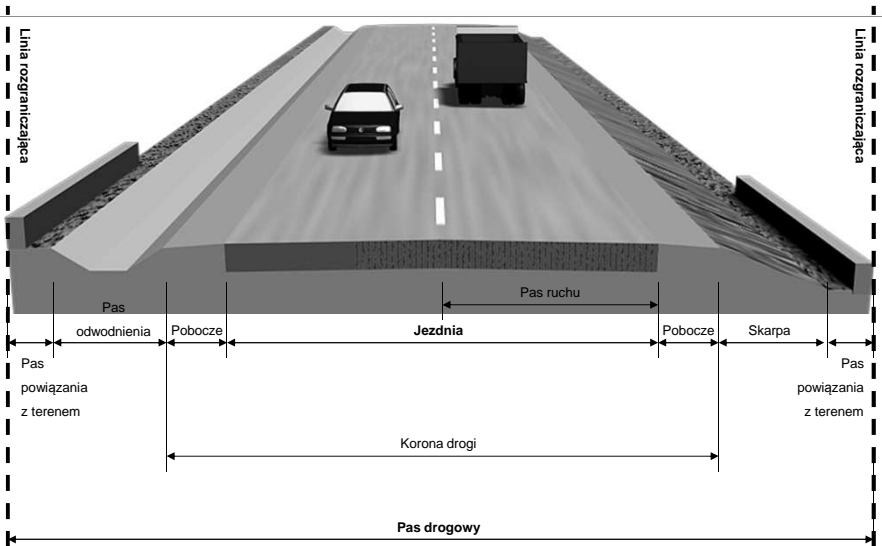
ZWIĄZKI MIĘDZY KLASYFIKACJAMI DRÓG PUBLICZNYCH



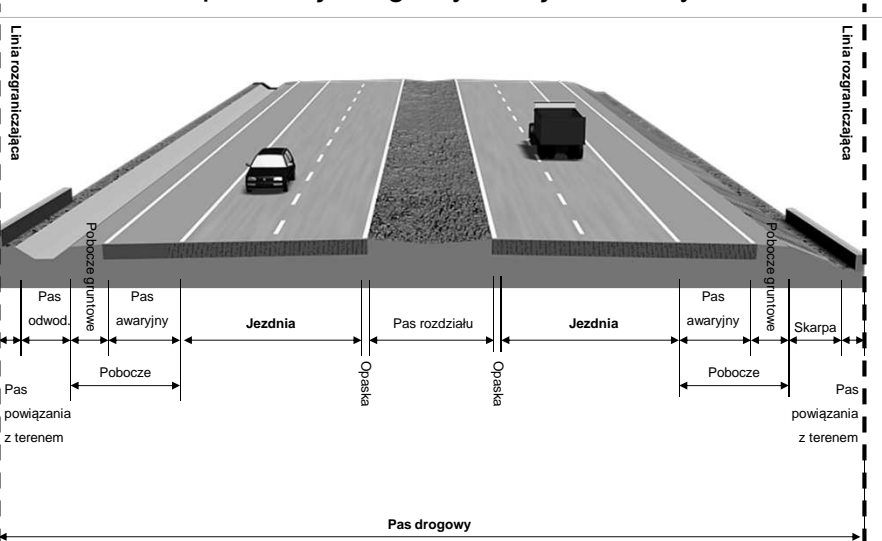
6



PODSTAWOWE POJĘCIA I DEFINICJE – przekrój drogowy jednojezdniowy

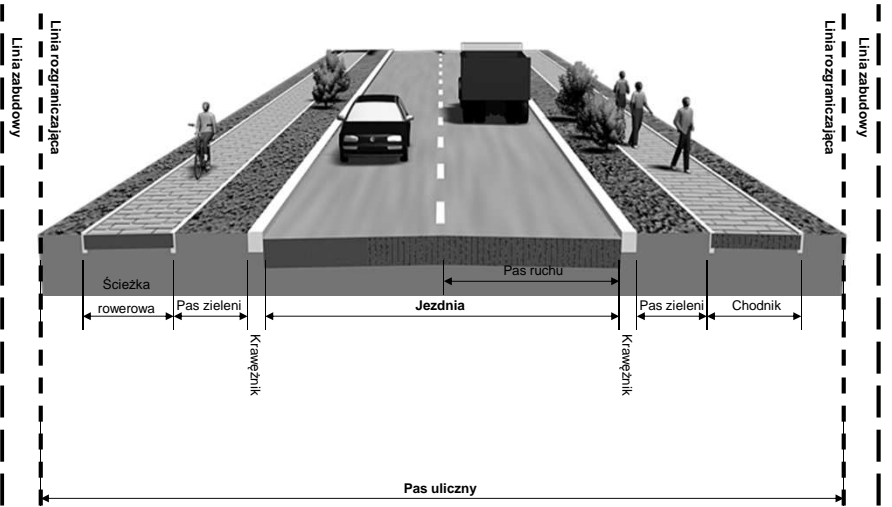


PODSTAWOWE POJĘCIA I DEFINICJE – przekrój drogowy dwujezdniowy

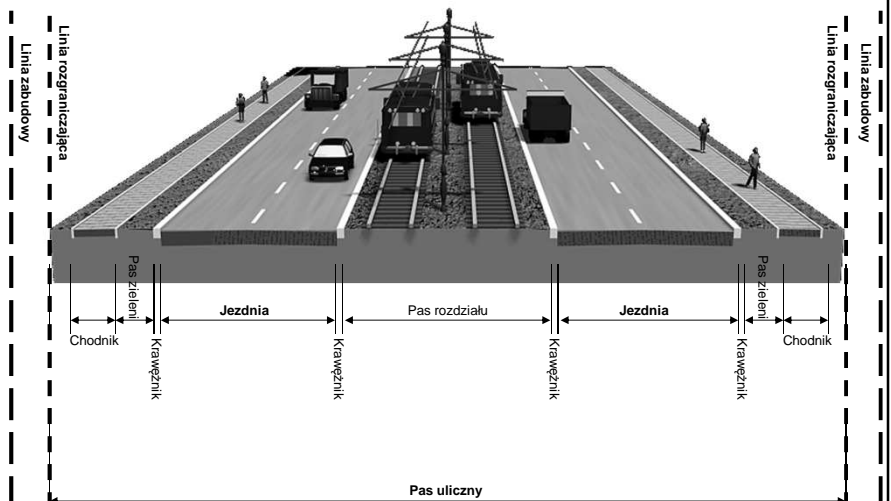




PODSTAWOWE POJĘCIA I DEFINICJE – przekrój uliczny jednojezdniowy

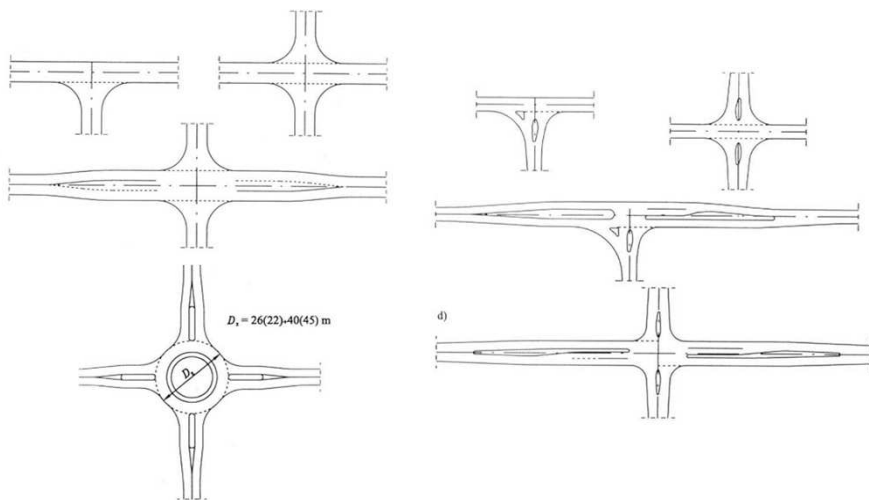


PODSTAWOWE POJĘCIA I DEFINICJE – przekrój uliczny dwujezdniowy





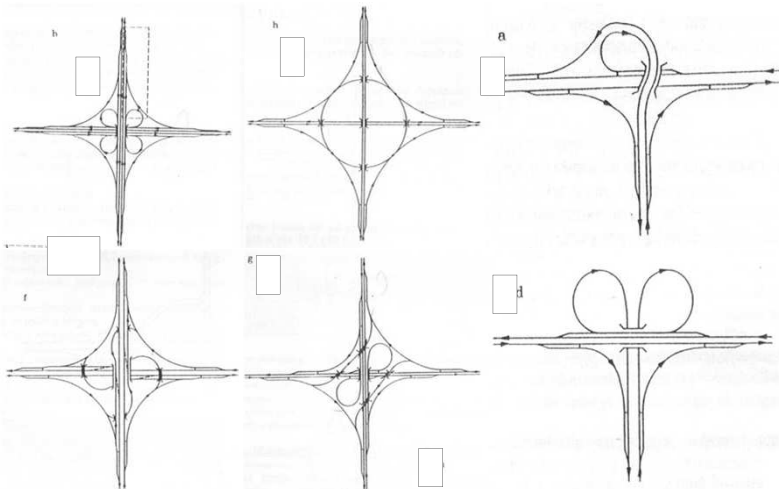
SKRZYŻOWANIA DROGOWE



11



WĘZŁY DROGOWE

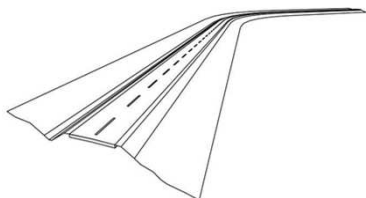


12



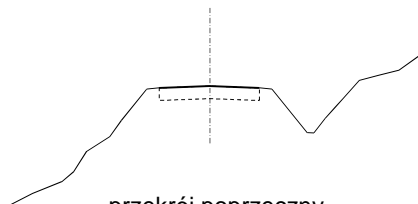
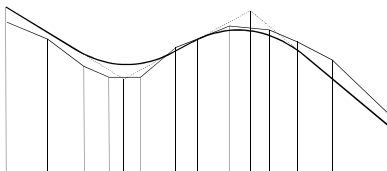
DROGA W PLANIE I W PRZEKROJACH

rzut na płaszczyznę poziomą



widok trójwymiarowy

rzut na płaszczyznę pionową



przekrój poprzeczny

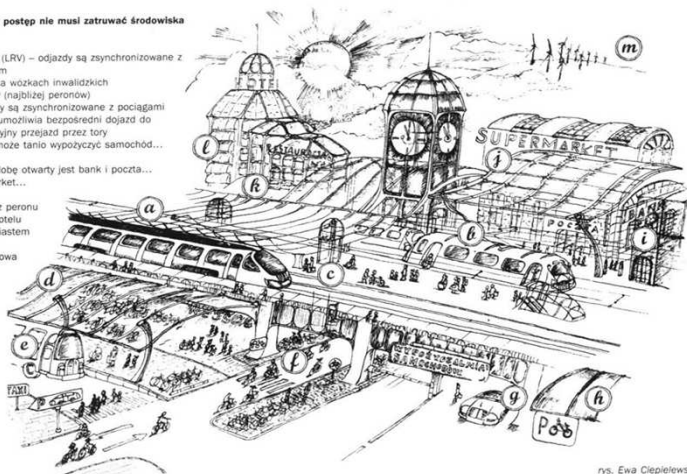
13



UŻYTKOWNICY DRÓG

Wzrost transportowy: postępnie nie musi zaturzać środowiska

- a szybki pociąg
- â autobus szynowy (LRV) – odjazdy są zsynchronizowane z szybkim pociągiem
- c winda dla osób na wózkach inwalidzkich
- d parking rowerowy (najbliżej peronu)
- e autobus – odjazdy są zsynchronizowane z pociągami
- f droga rowerowa umożliwia bezpośredni dojazd do dworca i bezkolizyjny przejazd przez tor
- g każdy podróżny może tanio wypożyczyć samochód...
- h ... lub rower
- i na dworcu całą dobę otwarty jest bank i poczta...
- j ... oraz supermarket...
- k ... i restauracja
- l podróżny prosto z peronu może wejść do hotelu
- m na wzgórzu za miastem przed dostarczą elektrownia wiatrowa



14



UŻYTKOWNICY DRÓG – pojazdy ciężarowe

15

Rodzaj pojazdu	Symbol	Sylwetka	Rodzaj pojazdu	Symbol	Sylwetka
Pojazdy pojedyncze	2P		Pojazdy członowe (ciągniki siodłowe)	2C+1N	
	3P			2C+2N	
	4P			2C+3N	
Zespoły pojazdów (pojazd siodłkowy + przyczepa)	2P+2P			3C+1N	
	2P+3P			3C+2N	
	3P+2P			3C+3N	
	3P+3P				

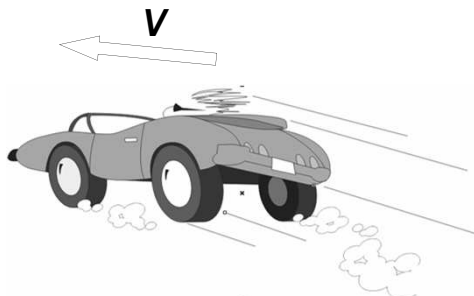
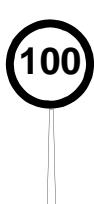


PODSTAWOWE PARAMETRY STRUMIENIA RUCHU

Prędkość projektowa - parametr techniczno-ekonomiczny

Prędkość miarodajna - parametr odwzorowujący prędkość samochodów osobowych w ruchu swobodnym na drodze

Prędkość dopuszczalna - określona znakami drogowymi lub przepisami



16



PODSTAWOWE PARAMETRY STRUMIENIA RUCHU – c.d.

§ 12. 1. Dla klas dróg, o których mowa w § 4 ust. 1, ustala się prędkości projektowe określone w tabeli:

Klasa drogi		A	S	GP	G	Z	L	D
prędkość projektowa drogi (km/h):	poza terenem zabudowy	120,100,80 ¹⁾	120 ²⁾ ,100,80	100,80,70,60	70,60,50	60,50,40	50,40	40,30
	na terenie zabudowy		80,70,60 ¹⁾	70,60	60,50	60,50,40	40,30	30

¹⁾ Dopuszcza się przy usytuowaniu drogi na obszarze intensywnie zurbanizowanym.

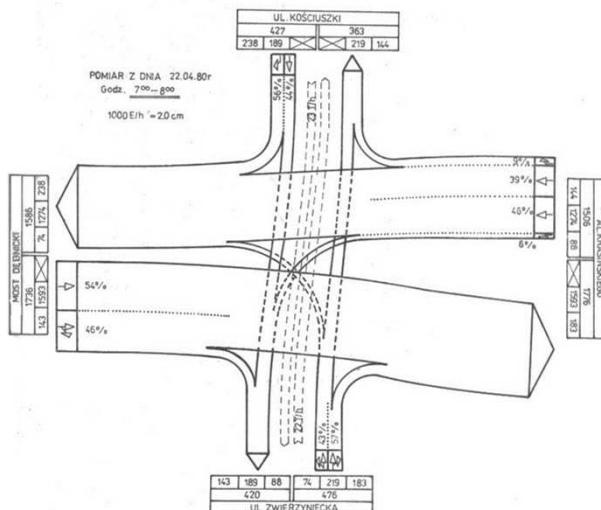
²⁾ Można stosować na dwujezdniowej drodze.

Krętość drogi (°/km)		<80	80—160	161—240	>240
Prędkość miarodajna (km/h)	drogi klasy S o szerokości jezdni 7,5 m lub 7,0 m	110	100	90	80
	drogi o szerokości jezdni 7,0 m z utwardzonymi poboczeniami	110	90	80	70
	drogi o szerokości jezdni 7,0 m bez utwardzonych poboczy	100	90	80	70
	drogi o szerokości jezdni 6,0 m z utwardzonymi poboczeniami	90	80	70	70
	drogi o szerokości jezdni 6,0 m bez utwardzonych poboczy	90	80	70	60

17



PODSTAWOWE PARAMETRY STRUMIENIA RUCHU – c.d.

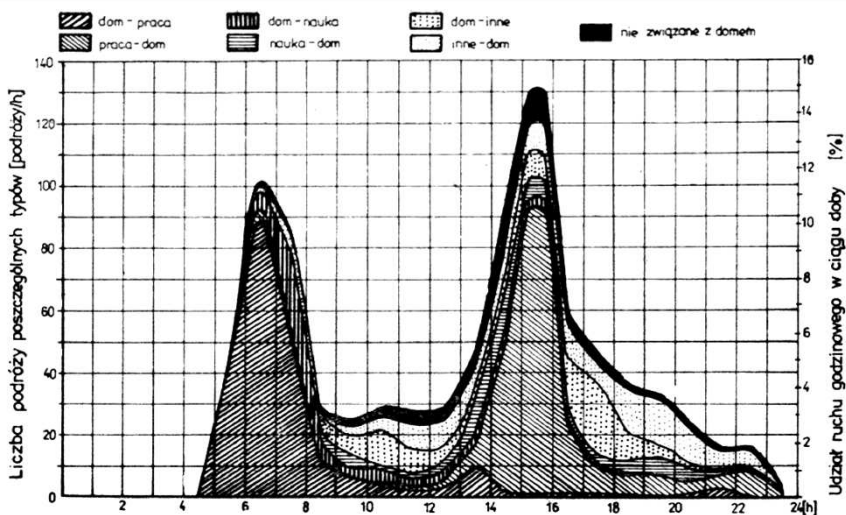


18



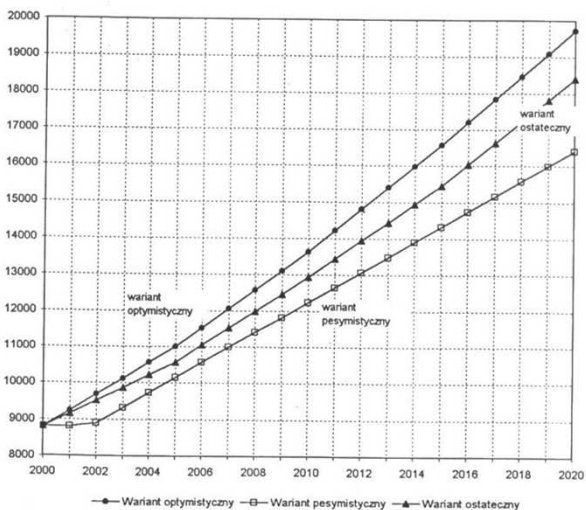
PODSTAWOWE PARAMETRY STRUMIENIA RUCHU – c.d.

19



PROGNOZA RUCHU NA ZAMIEJSKIEJ SIECI DRÓG – metoda badania trendów

20





PROGNOZA RUCHU NA ZAMIEJSKIEJ SIECI DRÓG – metoda uproszczona obliczania prognozy na zamiejskich drogach wojewódzkich (c.d.)

wskaźniki wzrostu ruchu motocykli i autobusów

→ BEZ ZMIAN

wskaźniki wzrostu ruchu samochodów ciężarowych bez przyczep

$$\rightarrow SDR_{p(e)} = SDR_{b(e)} \cdot (1.020)^n$$

(poj./dobę)

wskaźniki wzrostu ruchu samochodów ciężarowych z przyczepami

$$\rightarrow SDR_{p(e)} = SDR_{b(e)} \cdot (1.030)^n$$

(poj./dobę)

wskaźniki wzrostu ruchu ciągników rolniczych

$$\rightarrow SDR_{p(e)} = SDR_{b(e)} \cdot (0.980)^n$$

(poj./dobę)

21



PROGNOZA RUCHU NA ZAMIEJSKIEJ SIECI DRÓG – metoda oparta o wskaźniki wzrostu PKB (c.d.)

Nr	Podregion	Prognoza wskaźnika wzrostu PKB średniego w latach [%]														
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	jeleniogórsko-walbrzyski	5,2	5,2	5,1	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7	4,7	4,7	4,6	4,6	4,5	4,4
2	legnicki	5,4	5,3	5,2	5,1	5,0	4,9	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,5	4,5	4,4	4,3
3	wrocławski	7,2	7,0	6,7	6,5	6,3	6,1	5,9	5,8	5,6	5,5	5,4	5,2	5,1	4,9	4,8
4	miasto (city) Wrocław	5,6	5,5	5,4	5,2	5,1	5,0	4,9	4,8	4,8	4,7	4,6	4,6	4,5	4,4	4,3
5	bydgoski	5,5	5,4	5,3	5,1	5,0	5,0	4,9	4,9	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,5	4,4
6	toruńsko-włocławski	5,3	5,3	5,1	5,0	5,0	4,9	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,5	4,4
7	białkopodlaski	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
8	chełmsko-zamojski	4,6	4,6	4,6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4
9	lubelski	5,9	5,8	5,7	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1	5,1	5,0	4,9	4,8	4,8	4,7	4,6
10	gorzowski	4,9	4,9	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6	4,6	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,3
11	zielonogórski	5,8	5,7	5,6	5,4	5,3	5,2	5,1	5,1	5,0	4,9	4,8	4,8	4,7	4,6	4,5
12	łódzki	5,4	5,4	5,3	5,1	5,1	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,5
13	piotrkowsko-skiemiewicki	6,2	6,0	5,9	5,7	5,6	5,4	5,3	5,2	5,2	5,1	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6
14	miasto (city) Łódź	5,7	5,6	5,5	5,3	5,2	5,1	5,0	4,9	4,9	4,8	4,7	4,6	4,6	4,5	4,4
15	krakowsko-tarnowski	5,5	5,5	5,3	5,2	5,1	5,1	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,5
16	nowosądecki	4,9	4,9	4,8	4,7	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,5	4,5	4,4
17	miasto (city) Kraków	5,5	5,4	5,3	5,1	5,0	4,9	4,9	4,8	4,7	4,6	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2
18	olechowski-piocki	5,9	5,8	5,6	5,5	5,3	5,2	5,1	5,0	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4
19	ostrołęcko-siedlecki	4,9	4,9	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,4
20	warszawski	5,9	5,8	5,6	5,4	5,3	5,2	5,1	5,1	5,0	4,9	4,8	4,8	4,7	4,6	4,5

22



PROGNOZA RUCHU NA ZAMIEJSKIEJ SIECI DRÓG – metoda oparta o wskaźniki wzrostu PKB (c.d.)

Kategoria pojazdów	We (wskaźnik elastyczności) w latach	
	2006-2015	2016-2037
Samochody osobowe	0,90	0,80
Samochody dostawcze	0,33	0,33
Samochody ciężarowe bez przyczep i naczep	0,35	0,35
Samochody ciężarowe z przyczepami i naczepami	1,07	1,00



Politechnika Wroclawska

DROGI I ULICE - PODSTAWY

studia I stop., inż., dzienne, rok III, sem. 5

WYKŁAD 2

Zasady projektowania trasy w planie (trasowanie drogi z uwzględnieniem ukształtowania terenu oraz zagospodarowania przestrzennego)

*Elementy trasy drogowej w planie (odcinki proste i łuki kołowe)
Elementy i zasady projektowania drogi w przekroju podłużnym*

dr hab. inż. Maciej Kruszyna

dr inż. Piotr Mackiewicz

dr inż. Robert Wardęga



ZASADY TRASOWANIA DRÓG

- **Uwarunkowania EKONOMICZNE**
- **Uwarunkowania TECHNICZNE I RUCHOWE**
- **Uwarunkowania ŚRODOWISKOWE**



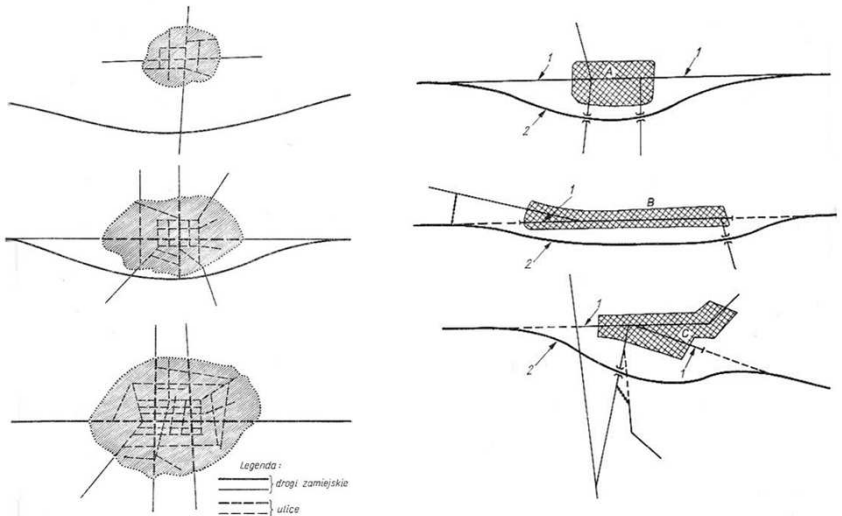
ZASADY TRASOWANIA DRÓG

- **Uwarunkowania ESTETYCZNE**
- **Uwarunkowania UTRZYMANIOWE**
- **Uwarunkowania MIĘDZYNARODOWE**



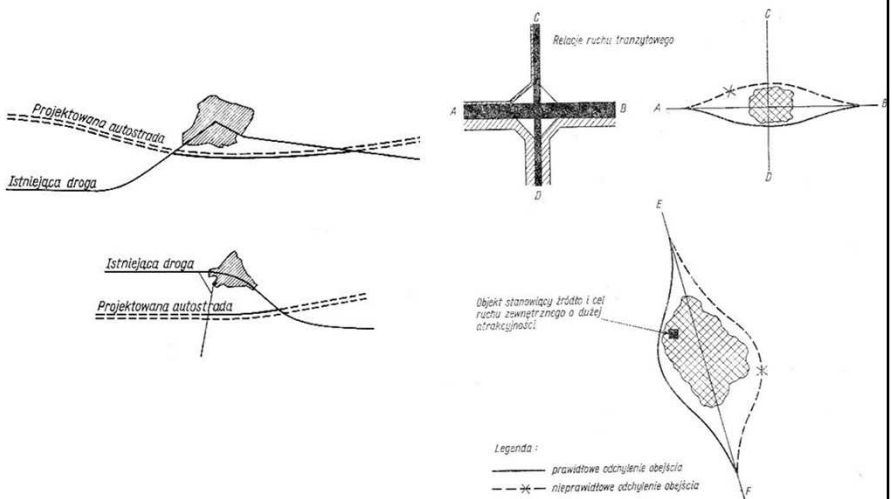
ZASADY TRASOWANIA DRÓG – POZIOM LOKALNY (OBWODNICE)

27



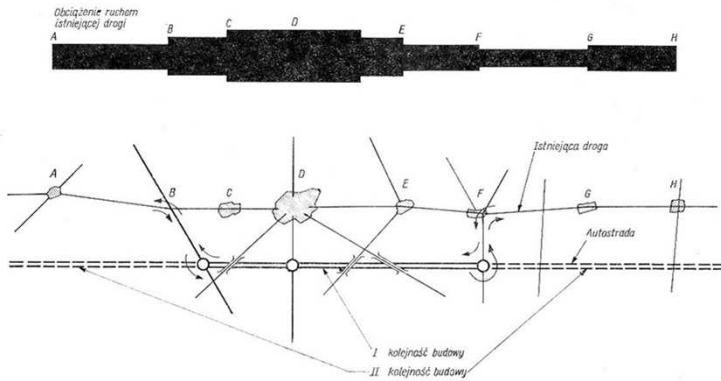
ZASADY TRASOWANIA DRÓG – POZIOM LOKALNY (OBWODNICE)

28





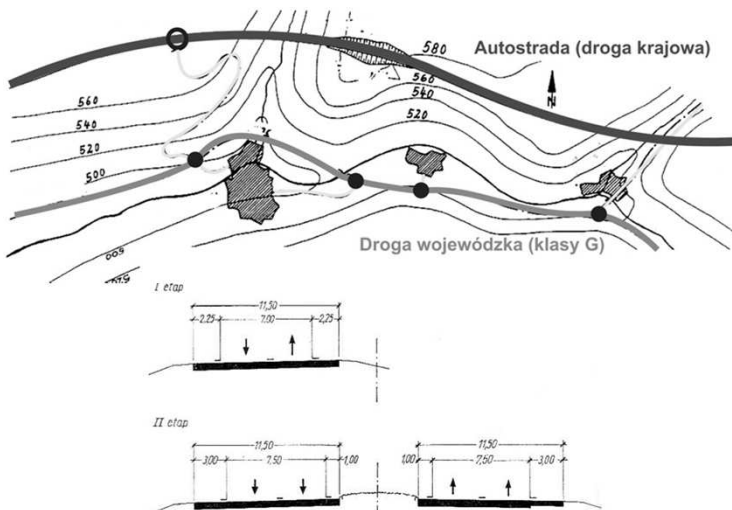
ZASADY TRASOWANIA DRÓG – POZIOM LOKALNY (OBWODNICE)



29



ZASADY TRASOWANIA DRÓG – POZIOM LOKALNY (OBWODNICE)



30



ZASADY TRASOWANIA DRÓG – UWARUNKOWANIA TERENOWE

„Linia o stałym pochyleniu”

s - pochylenie podłużne (np. 1/100)

w - pionowy odstęp warstwic



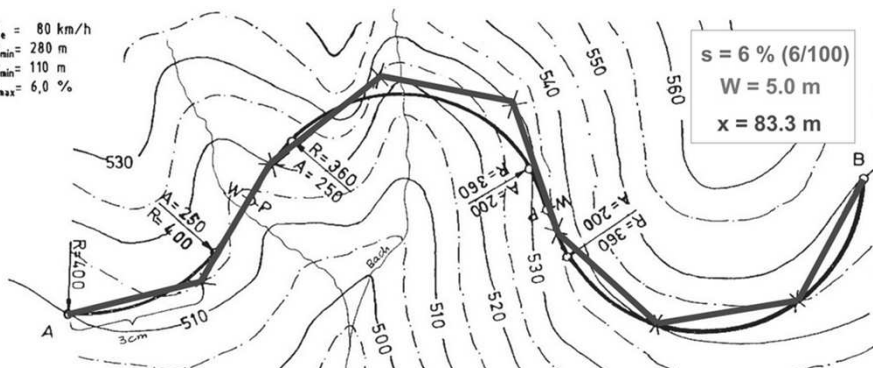
x - długość linii o stałym pochyleniu

$$x = \frac{w}{s}$$



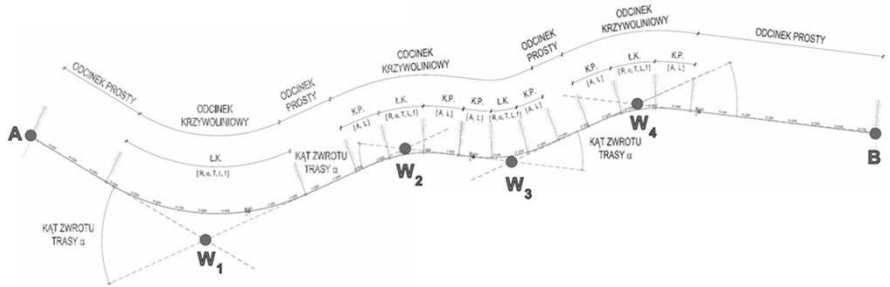
ZASADY TRASOWANIA DRÓG – UWARUNKOWANIA TERENOWE

$V_k = 80 \text{ km/h}$
 $R_{\min} = 280 \text{ m}$
 $A_{\min} = 110 \text{ m}$
 $s_{\max} = 6,0 \%$





ELEMENTY TRASY DROGOWEJ W PLANIE

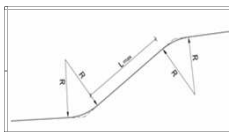


33



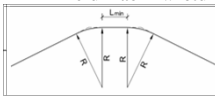
ELEMENTY TRASY DROGOWEJ W PLANIE

Największe zalecane długości odcinków prostych



Prędkość projektowa [km/h]	120	100	80	70	60
Długość odc. prostego L_{max} [m]	2000	2000	1500	1200	1000

Najmniejsze zalecane długości odcinków prostych pomiędzy łukami kołowymi o tych samych kierunkach zwrotu

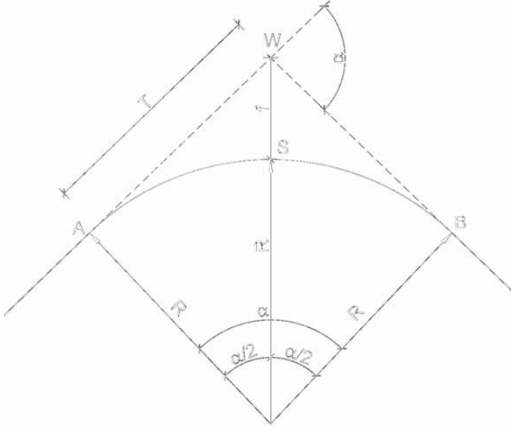


Prędkość projektowa [km/h]	120	100	80	70	60
Długość odc. prostego L_{min} [m]	500	400	350	300	250

34



ELEMENTY TRASY DROGOWEJ W PLANIE



•długość łuku L:

$$L = ASB = \frac{R \cdot \alpha \cdot \pi}{180^\circ}$$

styczna T:

$$T = AW = BW = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

strzałka f:

$$f = SW = R \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)$$

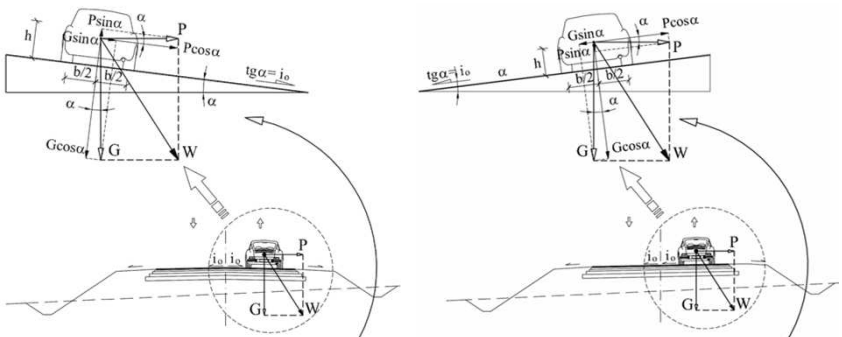
35



ELEMENTY TRASY DROGOWEJ W PLANIE

Siły działające na pojazd poruszający się w łuku:

- o pochyleniu poprzecznym dwuspadowym – jak na odcinku prostym,
- o pochyleniu poprzecznym jednospadowym.



36

**ELEMENTY TRASY DROGOWEJ W PLANIE**

Wymagane wartości promienia łuku kołowego w planie, w zależności od pochyłeń poprzecznych oraz prędkości projektowej

Prędkość projektowa (km/h)		120	100	80	70	60	50	40	30
Promień łuku kołowego (m)	drogi poza terenem zabudowy, przy pochyleniu pop. jezdni 7%	750	500	300	200	125	80	50	30
	drogi na terenie zabudowy: przy pochyleniu pop. jezdni 5%	-	-	-	-	140	80	50	30
	przy pochyleniu pop. jezdni 6%	-	-	250	170	120	70	-	-

Najmniejsze zalecane promienie łuków w planie

Prędkość projektowa [km/h]	120	100	80	70	60	50	40
Najmniejszy zalecany promień łuku kołowego [m]	1500	1000	600	400	250	150	100

37

**ELEMENTY TRASY DROGOWEJ W PLANIE**

Najmniejsze zalecane długości łuków w planie, dla kątów zwrotu mniejszych od 9°

Prędkość projektowa [km/h]	100	80+60	50+40
Najmniejsza dł. łuku kołowego [m]	200	150	100

Najmniejszy zalecany promień łuku kołowego w zależności od dł. odcinka prostego poprzedzającego ten łuk

Długość odcinka prostego L w planie [m]	L ≥ 600	L < 600
Najmniejszy zalecany promień R łuku kołowego [m]	R > 600	R > L

Największe zalecane stosunki długości sąsiednich promieni łuków kołowych

Wzajemne położenie łuków pionowych	Największy stosunek długości promieni kolejnych łuków w planie (R2:R1, R2>R1), przy promieniu łuku R1 [m]			
	< 300	300 + 799	800 + 1500	> 1500
Łuki oddzielone odcinkiem prostym ¹⁾	1,5	2,0	2,5	dowolny
Krzywe koszarowe	1,2	1,5	2,0	2,5

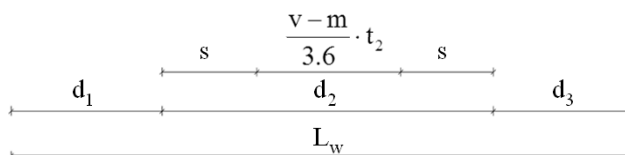
38

1) Stosować, gdy odcinek prosty pomiędzy łukami kołowymi jest krótszy od 500 m dla $V_p \geq 80 \text{ km/h}$ i od 300 m dla $V_p < 80 \text{ km/h}$.

**ELEMENTY TRASY DROGOWEJ W PLANIE**

$$L_w = d_1 + d_2 + d_3$$

gdzie:

 L_w - długość widoczności na wyprzedzanie [m], d_1 - długość drogi potrzebnej do podjęcia decyzji przez kierowcę o wyprzedzaniu [m], d_2 - długość drogi potrzebnej do wykonania manewru wyprzedzania [m], d_3 - długość drogi, którą pokona pojazd nadjeżdżający z przeciwnika [m].

39

**ELEMENTY TRASY DROGOWEJ W PLANIE**

Wymagana odległość widoczności na wyprzedzanie

Prędkość miarodajna (km/h)	120	110	100	90	80	70	60
Odległość widoczności na wyprzedzanie [m]	700	650	600	550	500	450	400

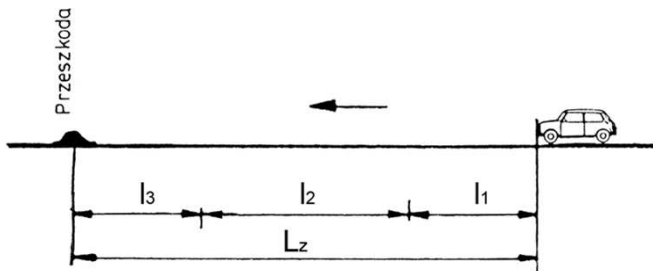
Wymagany udział odcinków z możliwością wyprzedzania

Prędkość projektowa (km/h)	100	80	70	60
Udział odcinków z możliwością wyprzedzania (%)	50	35	30	20

40



ODLEGŁOŚCI WIDOCZNOŚCI – na zatrzymanie

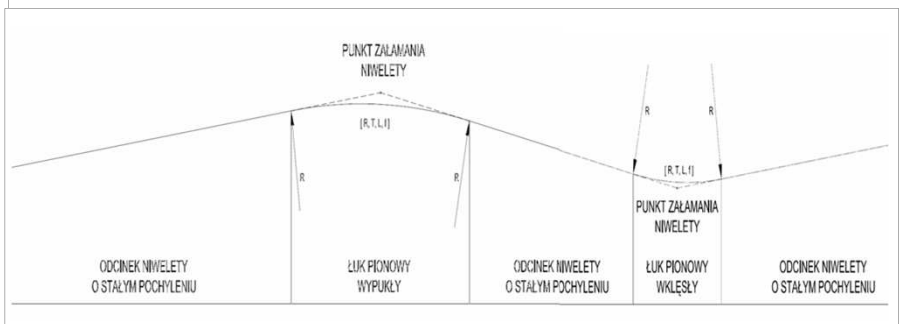


$$L_z = l_1 + l_2 + l_3 = 0.278 \cdot V_m^2 + \frac{V_m^2}{254 \cdot (0.95 \cdot \varphi + f \pm 0.01 \cdot i)} + 10$$

41



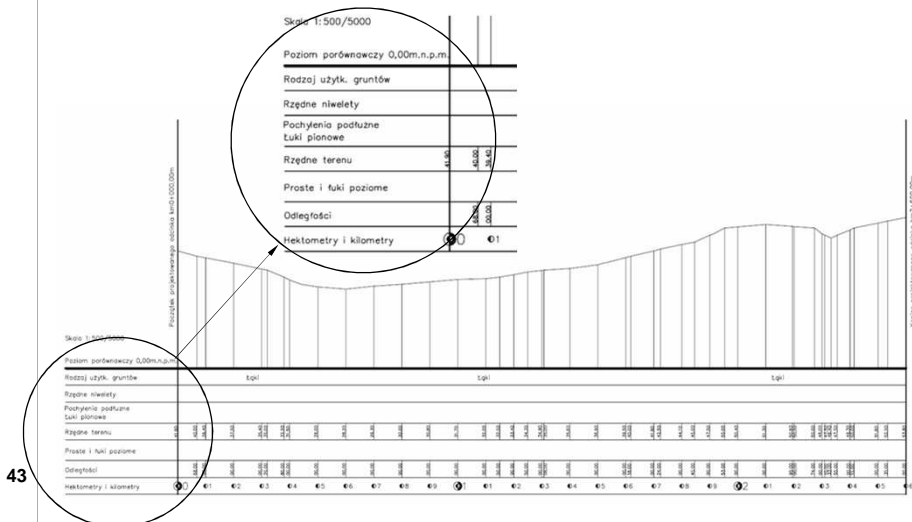
ELEMENTY TRASY DROGOWEJ W PRZEKROJU PODŁUŻNYM



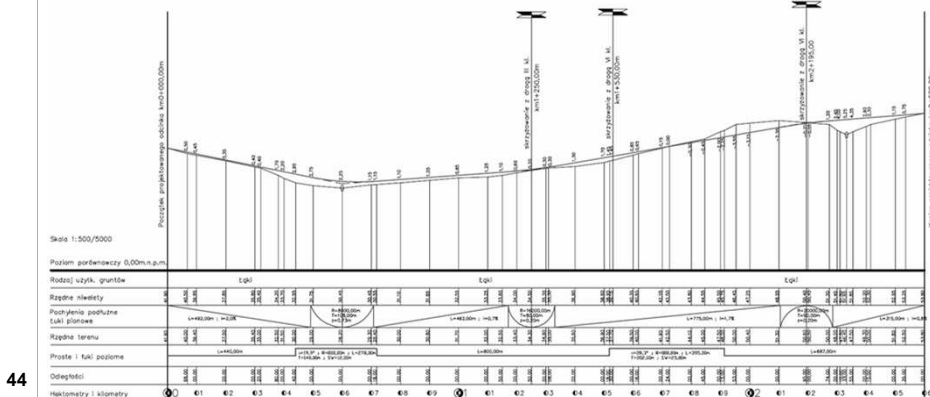
42



PROFIL PODŁUŻNY – teren istniejący



PROFIL PODŁUŻNY – teren istniejący + projektowane elementy drogi w planie + niweleta + rzędne projektowane + rzędne robocze



**ELEMENTY TRASY DROGOWEJ W PROFILU – wymagania****Największe dopuszczalne pochylenia niwelety**

Prędkość projektowa [km/h]	120	100	80	70	60	50	40	30
Największe dopuszczalne pochylenie niwelety [%]	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0

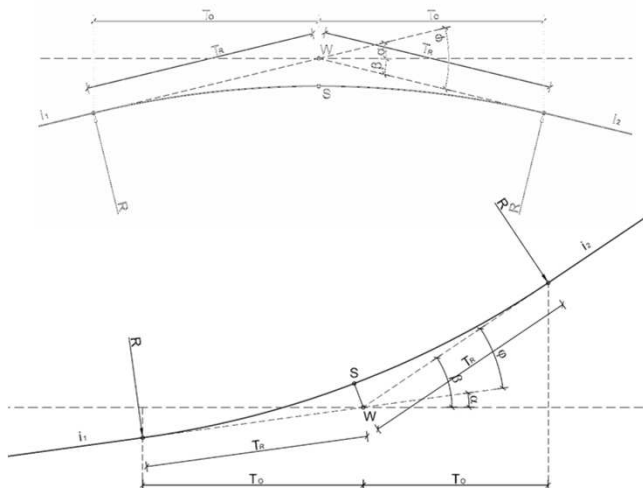
Największe zalecane długości odcinków o największych pochyleniach

Pochylenie podłużne [%]	10	9	8	7	6	≤4
Długość odcinka [m]	200	500	700	800	1000	2000

Najmniejsze zalecane odległości pomiędzy załamaniami niwelety

Prędkość projektowa [km/h]	100	80	70	60	<60
Najmniejsza zalecana odległość między załamaniami niwelety [m]	400	350	300	250	nie określić się

45

**ŁUKI PIONOWE**

$$WS \cong \frac{t^2}{2 \cdot R}$$

$$PW = WK =$$

$$= R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \cong$$

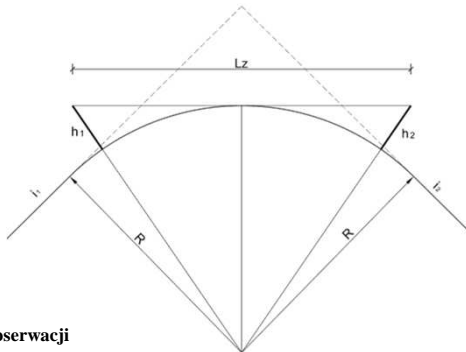
$$\cong \frac{R}{2} \cdot |i_1 - i_2|$$

46



ŁUKI PIONOWE WYPUKŁE – widoczność na zatrzymanie

Schemat obliczeniowy wymaganego promienia łuku wypukłego, z warunku odległości widoczności na zatrzymanie.



Wysokość celu obserwacji

Prędkość (km/h)	> 100	100 + 81	80 + 61	≤ 60
Wysokość celu obserwacji (m)	0.45	0.30	0.15	0.00

47



ŁUKI PIONOWE WYPUKŁE – wygoda przejazdu

Zakłada się, że wygoda przejazdu przez łuk pionowy jest zapewniona, gdy promień łuku przy ustalonej prędkości projektowej, spełnia zależność:

$$R \geq \frac{V_p^2}{k}$$

gdzie: k – dopuszczalny przyrost przyspieszenia odśrodkowego.

Zależność przy założeniu $k = 0.5 \text{ m/s}^3$ przyjmuje postać:

$$R \geq 0.154 \cdot V_p^2$$

48



ŁUKI PIONOWE WYPUKŁE – warunek estetyczny

Warunek estetyczny jest zapewniony w sytuacji, gdy promienie łuków są na tyle duże, że nie sprawiają wrażenia załamania trasy. Osiąga się to poprzez stosowanie promieni łuków, których styczne spełniają warunek:

$$t_{\min} = (0.5 \div 1.0) \cdot v_p$$

Promień łuku nie powinien być zatem mniejszy, niż:

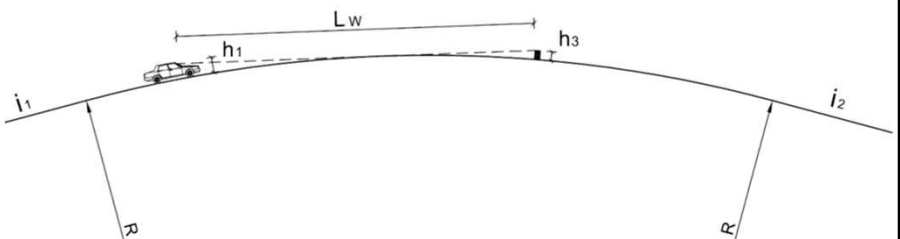
$$R \geq \frac{200 \cdot t_{\min}}{i_1 \pm i_2}$$

gdzie: i_1, i_2 – pochylenia odcinków niwelety [%].



ŁUKI PIONOWE WYPUKŁE – widoczność na wyprzedzanie

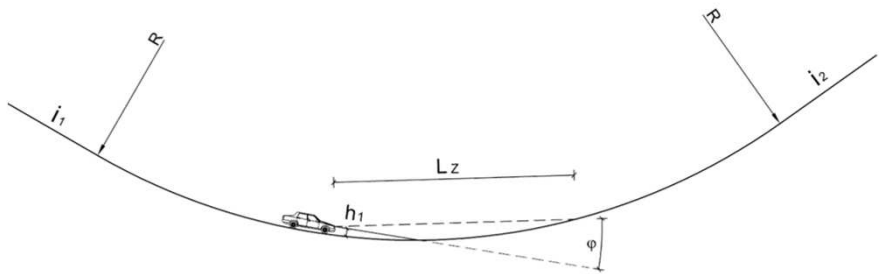
Schemat obliczeniowy wymaganego promienia łuku wypukłego z warunku odległości widoczności na wyprzedzanie.





ŁUKI PIONOWE WKŁĘŚLE - zatrzymanie w nocy

Schemat obliczeniowy wymaganego promienia łuku wklęsłego, z warunku odległości widoczności na zatrzymanie w czasie jazdy nocą.

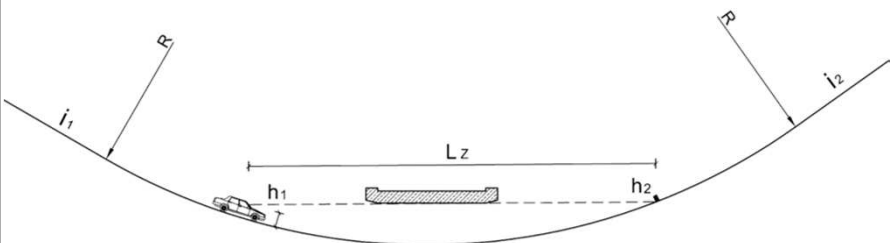


51



ŁUKI PIONOWE WKŁĘŚLE - zatrzymanie pod wiaduktem

Schemat obliczeniowy wymaganego promienia łuku wklęsłego, z warunku odległości widoczności na zatrzymanie przy przejeździe pod wiaduktem.



52



ŁUKI PIONOWE WYPUKŁE - wymagania

Minimalne promienie łuków pionowych

Prędkość projektowa (km/h)		120	100	80	70	60	50	40	30
Promień krzywej wypukłej (m)	droga dwujezdniowa	12000	7000 ^{*)}	3500	2500	2000	-	-	-
	droga jednojezdniowa	-	8000	4500	3000	2500	1500	600	300
Promień krzywej wklęsłej (m)		4500	3000	2000	1800	1500	1000	600	300

^{*)} Dopuszcza się 6 000 m przy przebudowie albo remoncie drogi.



DROGI I ULICE - PODSTAWY

studia I stop., inż., dzienne, rok III, sem. 5

WYKŁAD 3

Koordinacja trasy drogowej
Zieleń. Drogi na terenach górskich
Roboty ziemne (projektowanie i wykonawstwo)

dr hab. inż. Maciej Kruszyna
dr inż. Piotr Mackiewicz
dr inż. Robert Wardęga



KOORDYNACJA TRASY DROGOWEJ

PRAWIDŁOWA KOORDYNACJA WYMAGA:

- ✓ przyjęcia zbliżonych długości sąsiadujących ze sobą odcinków prostych i krzywoliniowych
- ✓ doboru odpowiednich wartości promieni oraz wzajemne usytuowanie względem siebie łuków w planie i w przekroju podłużnym
- ✓ stosowania tym większych wartości promieni łuków w planie i w przekroju podłużnym, im większa jest odległość z której są postrzegane

55



KOORDYNACJA TRASY DROGOWEJ

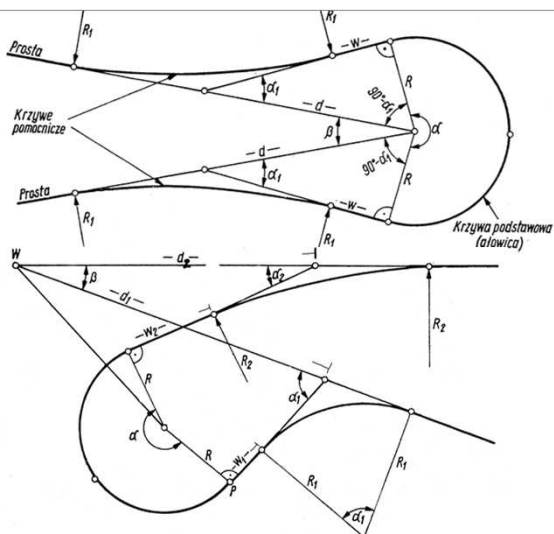
PRAWIDŁOWA KOORDYNACJA WYMAGA:

- ✓ nakładania odcinka krzywoliniowego w planie na łuk wypukły w przekroju podłużnym, aby:
 - długość odcinka krzywoliniowego w planie była większa od długości łuku wypukłego o około 10%,
 - wzajemne przesunięcie wierzchołków załamań trasy w planie i w przekroju podłużnym nie było większe niż 1/4 długości odcinka krzywoliniowego w planie
 - zmiana kierunku trasy od początku odcinka krzywoliniowego w planie do najwyższego punktu łuku wypukłego w przekroju podłużnym była większa od 3^0

56



PROJEKTOWANIE TRAS DROGOWYCH W TERENACH GÓRSKICH



Serpentyna symetryczna.

Serpentyna niesymetryczna.

57

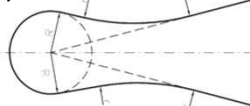


PROJEKTOWANIE TRAS DROGOWYCH W TERENACH GÓRSKICH

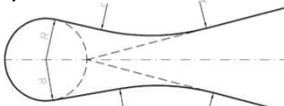
Rodzaje serpentyny niesymetrycznej:

- a) normalna,
- b) wydłużona,
- c) skrócona,
- d) wklęsła,
- e) wypukła,
- f) z krzywą koszową.

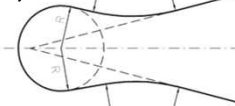
a)



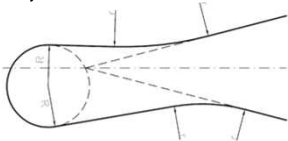
b)



c)



d)



e)



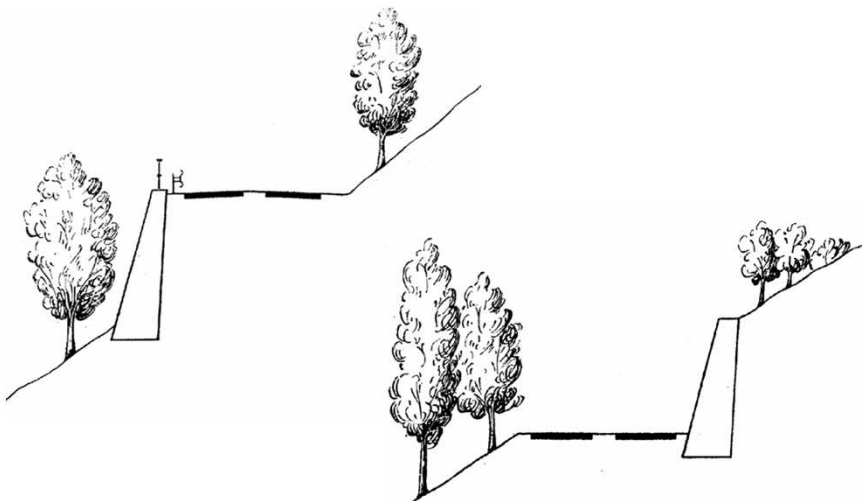
f)



58



PROJEKTOWANIE TRAS DROGOWYCH W TERENACH GÓRSKICH

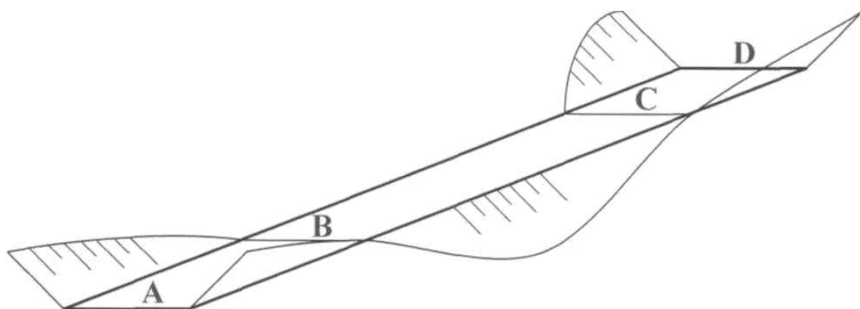


59



OBLICZANIE OBJĘTOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH – roboty liniowe

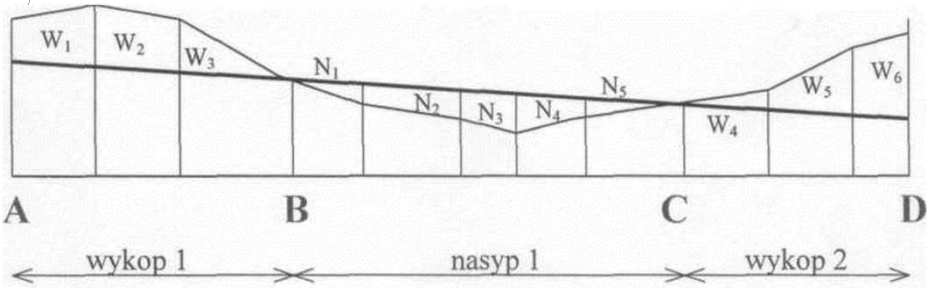
BUDOWLA LINIOWA - budowla (obiekt) dla której jeden z wymiarów w planie jest dominujący. Przykładowe budowle: droga, linia kolejowa, wał przeciwpowodziowy



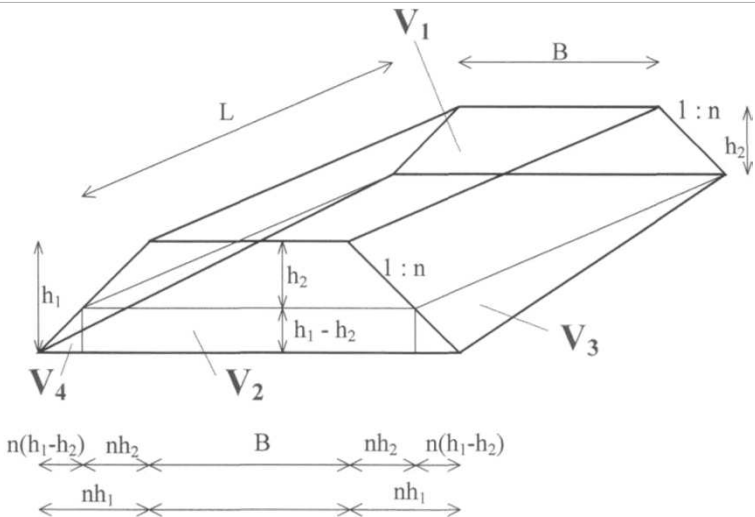
60



OBLICZANIE OBJĘTOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH – roboty liniowe



OBLICZANIE OBJĘTOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH – roboty liniowe (teren poziomy)





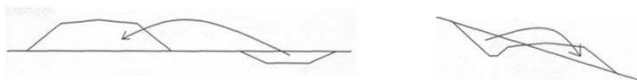
OBLICZANIE OBJĘTOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH – transport

Rozróżniamy trzy podstawowe rodzaje transportu:

Transport podłużny - grunt z wykopu jest przewożony na nasyp.



Transport poprzeczny - grunt z wykopu jest wywożony na odkład, lub grunt z dokopu jest przywożony na nasyp.



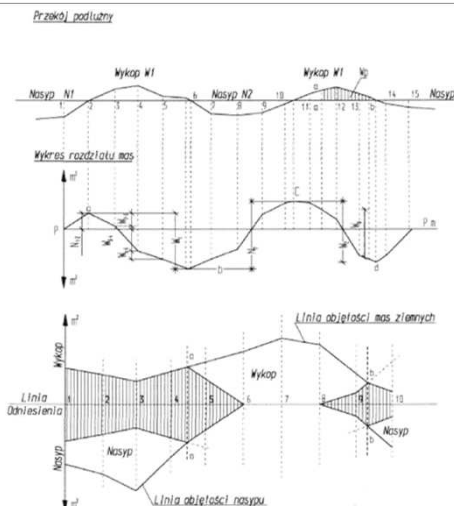
Transport mieszany - na danym odcinku drogi grunt występuje zarówno transport podłużny i poprzeczny.

63

Koszt transportu stanowi 60 - 70 % ogólnych kosztów całych robót ziemnych!!!



OBLICZANIE OBJĘTOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH – wykres objętości i wykres rozdziału mas

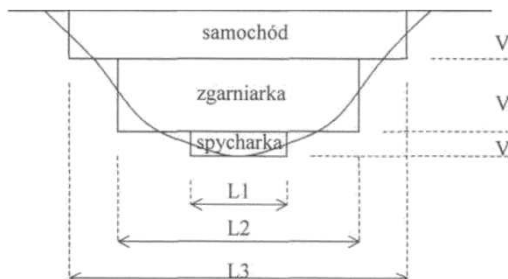


64



TRANSPORT MAS ZIEMNYCH – roboty ziemne liniowe

Wykres rozdziału mas z zaplanowaniem transportu



V_i - objętość ziemi jaką trzeba przewieźć danym rodzajem sprzętu
 L_i - średnia odległość transportu dla danego sprzętu.

*Rodzaj przyjętego środka transportu zależy od odległości przewozu.
Ilość sprzętu z danego rodzaju zależy od objętości.*

65



Politechnika Wroclawska

DROGI I ULICE - PODSTAWY

studia I stop., inż., dzienne, rok III, sem. 5

WYKŁAD 4

*Materiały i nawierzchnie drogowe
Projektowanie konstrukcji jezdni drogowej*

dr hab. inż. Maciej Kruszyna

dr inż. Piotr Mackiewicz

dr inż. Robert Wardęga



PODSTAWOWE TYPY NAWIERZCHNI

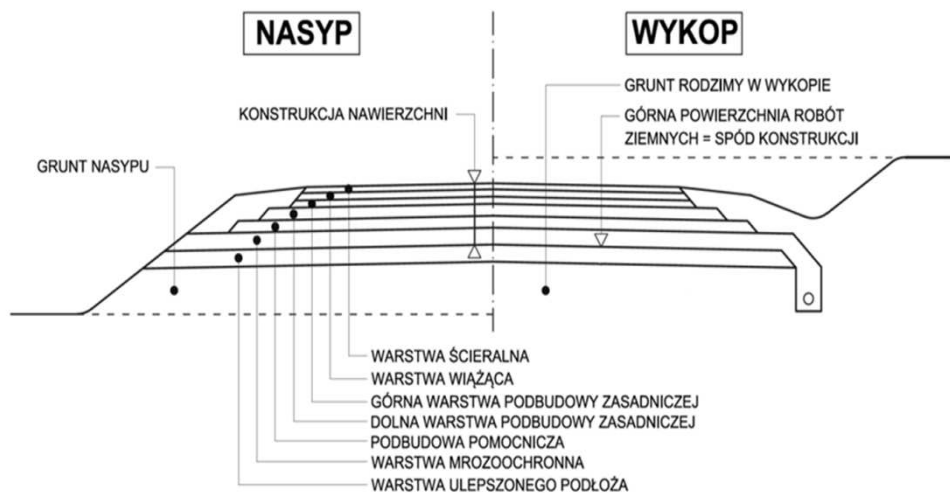
- z betonu asfaltowego
asfaltowe
(podatne)



- z betonu cementowego
betonowe
(sztywne)

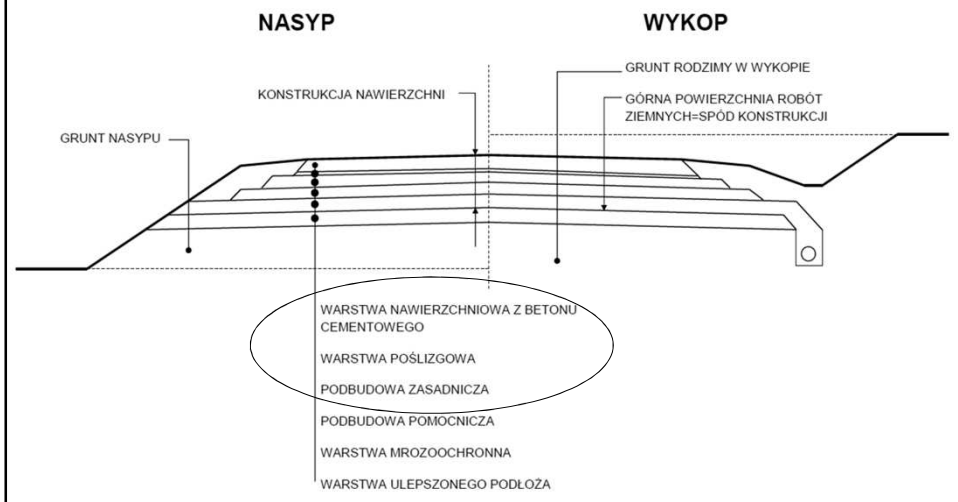


UKŁAD WARSTW W NAWIERZCHNI ASFALTOWEJ





UKŁAD WARSTW W NAWIERZCHNI BETONOWEJ



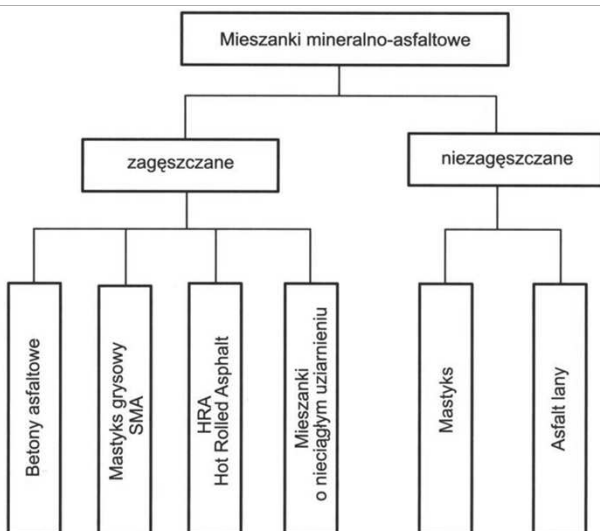
UKŁAD WARSTW W NAWIERZCHNI

Konstrukcja nawierzchni (nawierzchnia)	Warstwy górne konstrukcji nawierzchni	Warstwa ścierna		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: fit-content;"> Warstwa nawierzchniowa (plyta niedyblowana, dyblowana i kotwiona, zbrojona) Warstwa poślizgowa Podbudowa zasadnicza </div>
		Warstwa wiążąca		
	Podbudowa zasadnicza	Górna warstwa podbudowy zasadniczej		
		Dolna warstwa podbudowy zasadniczej		
Warstwy dolne konstrukcji nawierzchni	Podbudowa pomocnicza			
	Warstwa mrozochronna			
Podłoże gruntowe nawierzchni	Warstwa ulepszanego podłoża			
	Grunt rodzimy w wykopie lub grunt nasypowy w nasypie, zakwalifikowany do jednej z grup nośności podłoża od G1 do G4.			



NAWIERZCHNIE ASFALTOWE

Podział mieszanek mineralno-asfaltowych

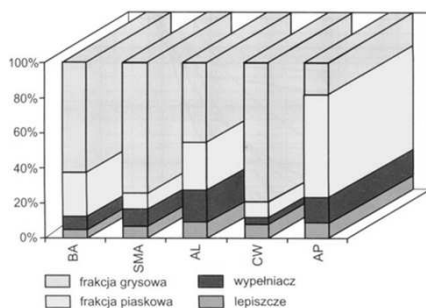


71



Skład mieszanek mineralno-asfaltowych

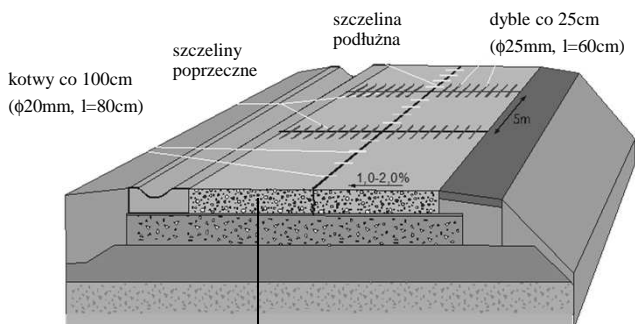
- BA - beton asfaltowy
- SMA - mastyks grysowy
- AL - asfalt lany
- CW - mieszanka o nieciągłym uziarnieniu do cienkich warstw
- AP - asfalt piaskowy



72



NAWIERZCHNIA BETONOWA (Z BETONU CEMENTOWEGO) - charakterystyka

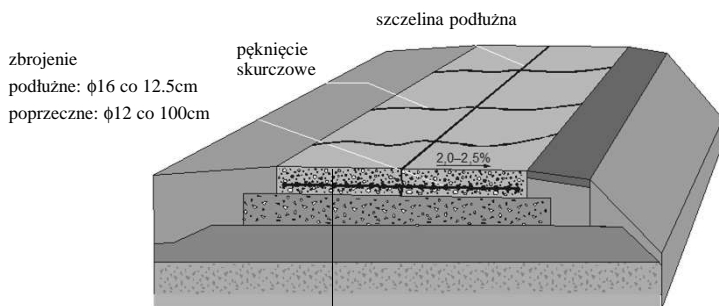


73

Beton cementowy klasy C35/45, 0,27 m
Geowłóknina
Chudy beton Rm=6-9 MPa, 0,20 m
Warstwa mrozoochronna, 0,30 m
Grunt stab. cementem Rm = 2,5 MPa, grubości 0,15 lub 0,25 m
Podłoże gruntowe



NAWIERZCHNIA BETONOWA - płyta o ciągłym uzbrojeniu



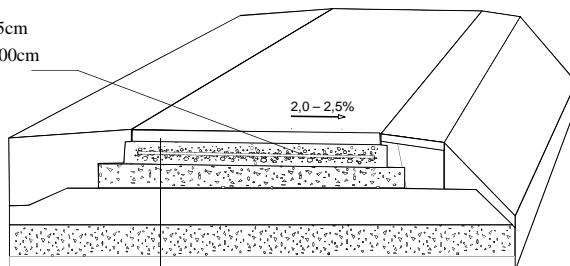
74

Beton cementowy klasy C35/45, 0,23 m
Chudy beton Rm=6-9 MPa; 0,20 m
Warstwa mrozoochronna; 0,35 m
Grunt stab. cementem Rm = 2,5 MPa; gr. 0,15 lub 0,25 m
Podłoże gruntowe



WARSTWY ASFALTOWE NA PŁYCCIE ZBROJONEJ

zbrojenie
podłużne: $\phi 16$ co 12,5cm
poprzeczne: $\phi 12$ co 100cm

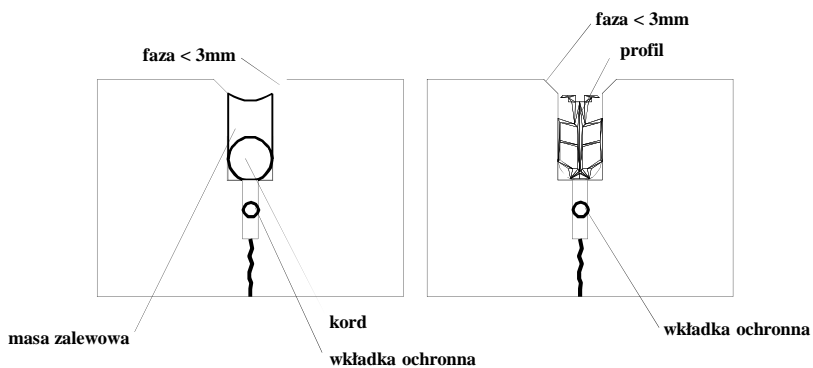


Mieszanka min.-asfaltowa; 0,03 – 0,05 m
Beton cementowy klasy B40; 0,23 m
Chudy beton $R_m=6-9$ MPa; 0,20 m
Warstwa mrozochronna; 0,35 m
Grunt stab. cementem $R_m = 2,5$ MPa
Podłoże gruntowe

75



KONSTRUKCJA SZCZELIN DYLATACYJNYCH



76



Materiały do nawierzchni asfaltowych

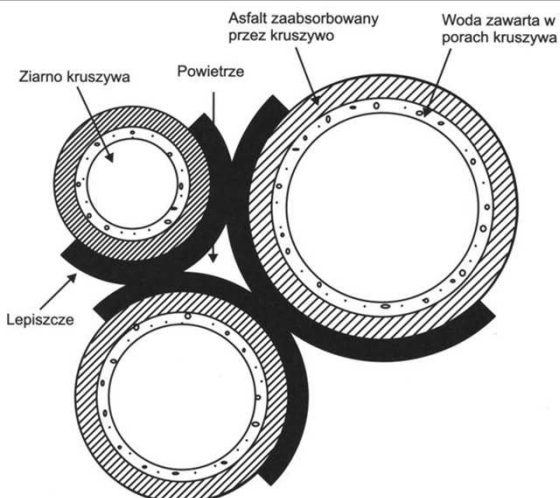
Podstawowymi materiałami używanymi do produkcji mieszanek asfaltowych są:

- Kruszywo podstawowe
- Kruszywo wypełniające
- Asphalt
- Dodatki i modyfikatory (polimery, emulsje)

77



Mieszanka mineralno-asfaltowa



Kruszywo - 88%

Lepiszcze - 5%

Powietrze - 6%

Asfalt zaabsorbowany przez kruszywo - 0,5%

Woda zawarta w porach kruszywa - 0,5%

78



Materiały do nawierzchni asfaltowych - kruszywa

Podział kruszyw:

- Naturalne - kruszywo pochodzenia mineralnego, które poza obróbką mechaniczną nie zostało poddane żadnej innej obróbce (dotychczasowe kruszywa łamane, naturalne kruszone i niekruszone, piaski, itd.),
- Sztuczne - kruszywo pochodzenia mineralnego, uzyskane w wyniku procesu przemysłowego, obejmującego termiczną lub inną modyfikację (np. żużle, keramzyt),
- Z recyklingu - kruszywo powstające w wyniku przeróbki nieorganicznego materiału zastosowanego uprzednio w budownictwie (np. destrukta betonowy, asfaltowy).

79



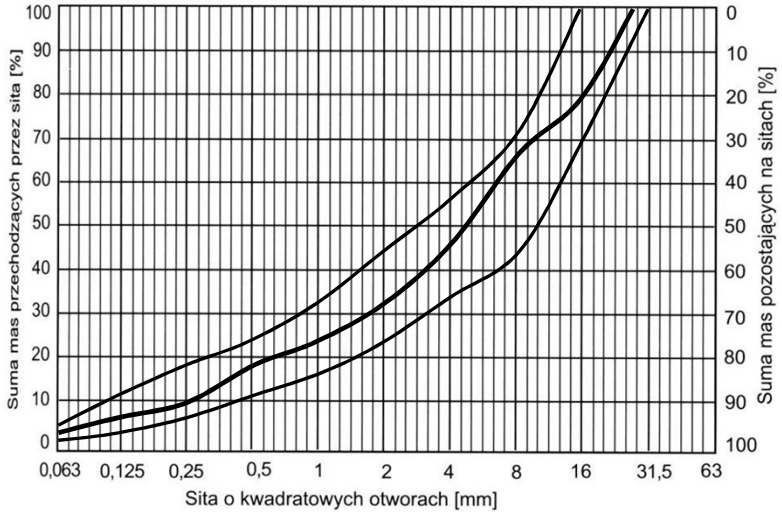
Kruszywa - uziarnienie

Norma	Kruszywo drobne		Kruszywo grube		Kruszywo o ciągłym uziarnieniu	
	d	D	d	D	d	D
PN-EN 13043:2004	nie określono*)	≤ 2 mm	≥ 2 mm	≤ 45 mm	0	≤ 45 mm

80



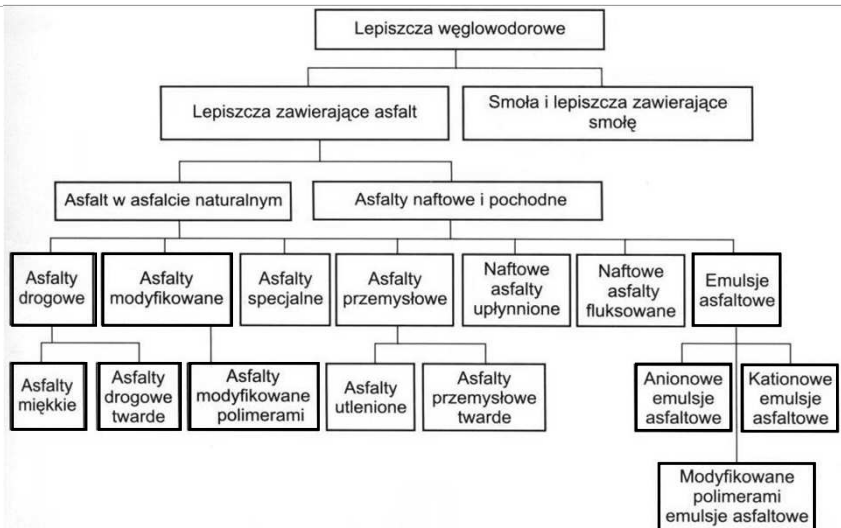
Przykładowa krzywa uziarnienia



81



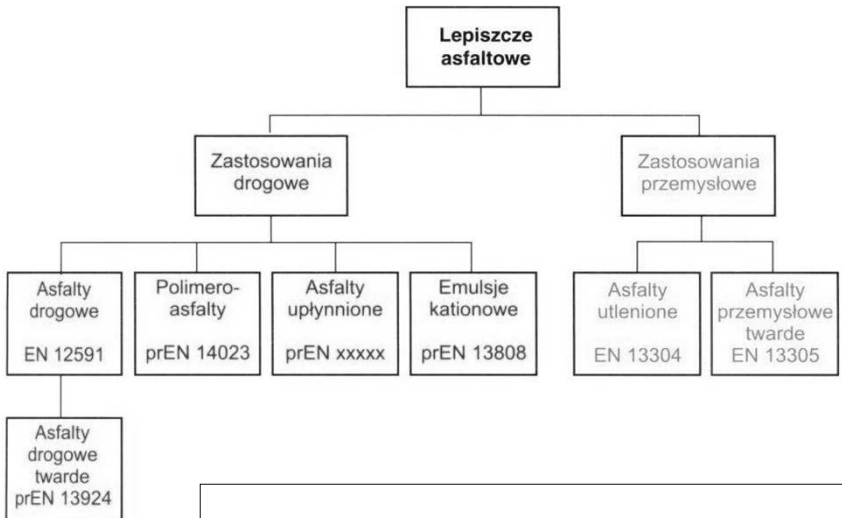
Lepiszczka asfaltowe - wg PN-EN 12597:2003



82



Różne rodzaje lepiszcz - normy



83



Asfalty - podział i badania

- Podział: 20/30, 30/45, 35/50, 40/60, 50/70, 70/100, 100/150, 160/220, 250/330. Wartości określają wartość penetracji określonej w temperaturze +25°C.
- Badania: penetracja w +25°C [0,1 mm], temperatura mięknięcia, temperatura zapłonu, zawartość składników rozpuszczalnych, zmiana masy po starzeniu - odporność na starzenie (ubytek lub przyrost), penetracja po starzeniu, temperatura mięknięcia po starzeniu

84



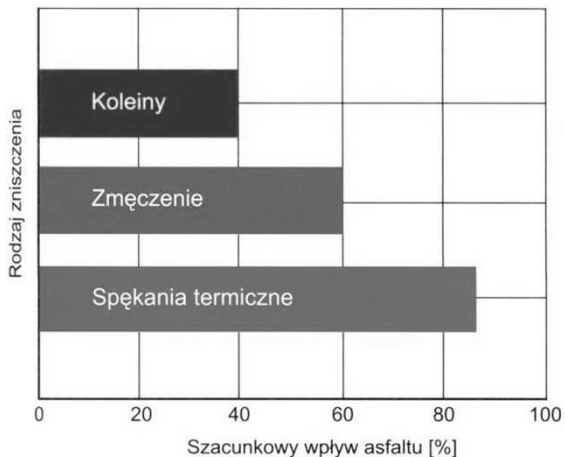
Dodatki i modyfikatory do asfaltów (polimeroasfalty)

- Środki adhezyjne - substancje, które poprawiają zwilżenie kruszywa asfaltem
- Polimery - tworzywa sztuczne (elastomery, plastomery, kompozyty elastomerów i plastomerów)
- Stabilizatory SMA - utrzymanie nadmiaru mastyksu na grubych ziarnach kruszywa i niedopuszczenie do jego spłynięcia
- Żywice syntetyczne - podwyższenie lepkości asfaltu (odporność na koleinowanie, ale wpływa na pojawienie się spękań)
- Miął gumowy - obniżenie temperatury mięknienia, polepszenie właściwości sprężystych

85



Wpływ asfaltu na parametry drogowe



Szacunkowy wpływ asfaltu na przeciwdziałanie różnym rodzajom zniszczenia nawierzchni

86



Materiały do nawierzchni betonowych

Podstawowymi materiałami używanymi do produkcji betonu są:

- Kruszywa grube,
- Piasek,
- Cement,
- Woda,
- Dodatki (napowietrzające, uplastyczniające).



Kruszywo

Do produkcji betonu używa się kruszyw pochodzących ze skał: **granit, bazalt, czyste wapienie, dolomity**. Stosuje się kruszywa łamane (naturalne).

Maksymalny wymiar ziarn: 31,5 mm.

Kruszywo powinno odpowiadać zerowemu stopniowi reaktywności alkalicznej.

Do poszczególnych warstw konstrukcji nawierzchni zaleca się stosować kruszywo o danym zakresie uziarnienia wraz z określoną zawartością procentową danej frakcji.

Doświadczenia wykazały (niemalże cały świat), że **kruszywo pochodzące z recyklingu** (ze starych nawierzchni betonowych) można wykorzystywać do wbudowania w nowych nawierzchniach.



Cement

W celu zapewnienia nawierzchni betonowej odpowiednich właściwości cement powinien mieć:

- Dużą wytrzymałość niezbędną do zapewnienia wytrzymałości betonu przenoszącego obciążenia od pojazdów samochodowych i temperatur,
- Czas wiązania niezbędny do wyprodukowania, transportu i ułożenia betonu,
- Umiarkowane ciepło twardnienia, chroniące świeży beton przed naprężeniami cieplnymi i ułatwiający pielęgnację,
- Charakteryzować się wodozadržnością $\leq 28\%$ pozwalającą na uzyskanie pożądanej konsystencji betonu przy niskim współczynniku w/c (beton o dużej wytrzymałości i małym skurczu)

89



Cementy do drogowych nawierzchni drogowych

Rodzaje nawierzchni	Klasa betonu	Rodzaj cementu	Klasa cementu	Wymagania specjalne
Typowa nawierzchnia betonowa	B 30 – 50	Cement portlandzki CEM I	32,5 N	Wodozadržność wg PN-EN 196-3 $\leq 28\%$; Wytrzymałość na ścislenie po 2 dniach wg PN-EN 196-6 ≤ 29 MPa; Powierzchnia właściwa wg PN-EN 196-6 ≤ 3500 cm ² /g; Początek wiązania wg PN-EN 196-3 ≥ 120 minut
			32,5 R	
			42,5 N	
			42,5 R	
		Cement portlandzki żuźlowy CEM II/A – S CEM II/B – S	32,5 N 32,5 R	
Cement portlandzki popiołowy CEM II/A – V CEM II/B – V	42,5 N 42,5 R			
Cement hutniczy CEM III/A	32,5 R, N 42,5 R, N			

90



Cementy do drogowych nawierzchni drogowych

Rodzaje nawierzchni	Klasa betonu	Rodzaj cementu	Klasa cementu	Wymagania specjalne
Nawierzchnia z betonu szybko-twardniejącego do napraw i nawierzchni w krótkim czasie oddawanych do ruchu	B 30 – 50	Cement portlandzki CEM I	42,5 N 42,5 R 52,5 N 52,5 R	Wodozgodność wg PN-EN 196-3 ≤ 28%, Wytrzymałość na ściskanie po 2 dniach wg PN-EN 196-1 ≤ 29 MPa;
Nawierzchnie betonowe w warunkach agresji siarczanowej	B 30 – 50	Cement portlandzki specjalny siarczanopodobny CEM I HSR	32,5 N 32,5 R 42,5 N 42,5 R	Powierzchnia właściwa wg PN-EN 196-6 ≤ 3500 cm ² /g; Początek wiązania wg PN-EN 196-3 ≥ 120 minut
		Cement hutniczy CEM III/B	32,5 R, N	
		Cement pucolanowy CEM IV/B	42,5 R, N	

91



Woda

Właściwości i kontrola wody stosowanej do betonu powinny odpowiadać wymaganiom polskiej normy.

Zaleca się, aby wodą zarobową była woda wodociągowa. W przypadku korzystania z innych źródeł, należy wykonać badania jej składu.

Woda zarobowa nie może zawierać żadnych składników, które mogłyby mieć wpływ na przebieg wiązania i twardnienia betonu.

92



Domieszki chemiczne (do napowietrzenia i upłynnienia betonu)

Najczęściej używane rodzaje domieszek:

- napowietrzające,
- plastyfikujące,
- upłynniające,
- opóźniające.

Domieszki napowietrzające - zapewniają odporność betonu na mróz oraz działanie soli rozmrażających (powstające mikropory powietrzne usuwają skutki wzrostu objętości zamarzającej wody w stwardniałym betonie. Poprawia urabialność świeżej mieszanki oraz zmniejsza wodożądność stosu opkruhowego. Wytrzymałość końcowa betonu napowietrzającego ulegnie obniżeniu o ok. 10% (istotne przy opracowywaniu receptury).

93



Domieszki chemiczne (do napowietrzenia i upłynnienia betonu)

Domieszki plastyfikujące - zmniejszają wodożądność kruszyw oraz poprawiają urabialność betonu przy zmniejszonym dozowaniu wody lub zmniejszonej ilości cementu.

Domieszki upłynniające - stosowane są przede wszystkim do produkcji betonu drogowego o szybkim narastaniu wczesnej wytrzymałości. Trwałość działania waha się od 30 do 60 min.

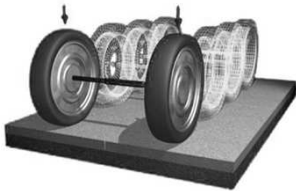
Domieszki opóźniające - używa się do wydłużenia czasu układania i zagęszczania betonu, opóźnienia początku wiązania cementu w warunkach wysokich temperatur.

Wszystkie domieszki stosowane do betonu, przeznaczonego do wykonywania nawierzchni drogowych, mogą być dodawane po wykonaniu stosownych prób i uzyskaniu wymaganych parametrów betonu w badaniach laboratoryjnych.

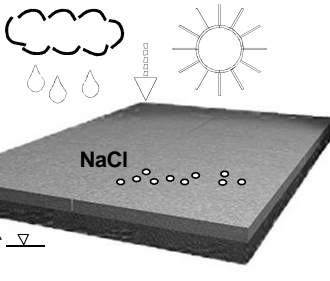
94



Czynniki oddziaływające na nawierzchnię



Wpływ obciążenia

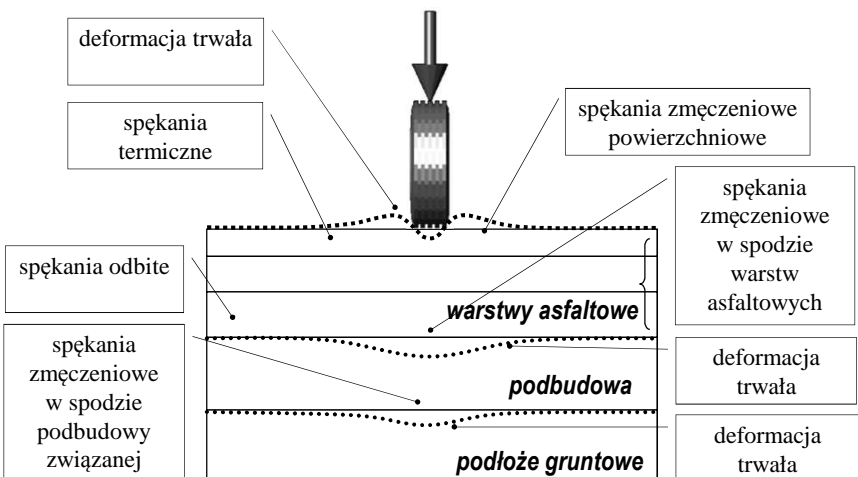


Wpływ warunków klimatycznych
i gruntowo-wodnych

95



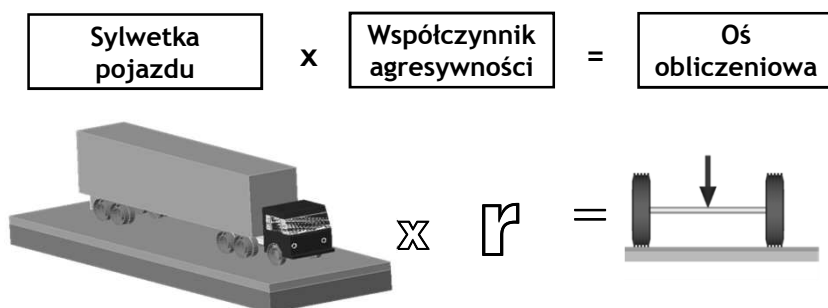
RODZAJE USZKODZEŃ NAWIERZCHNI ASFALTOWYCH



96



PRZEJŚCIE Z OSI LUB SYLWETKI POJAZDU NA OŚ OBLICZENIOWĄ



97



KATEGORIA RUCHU

Kategoria ruchu – pojęcie określające obciążenie drogi ruchem projektowym w zależności od sumarycznej liczby osi standardowych w okresie projektowym. Występuje siedem kategorii ruchu oznaczonych symbolami: KR1, KR2, KR3, KR4, KR5, KR6, KR7.

Ruch projektowy – liczba osi standardowych przypadająca na najbardziej obciążony pas ruchu w całym okresie projektowym.

Oś standardowa – zastępcza oś pojedyncza o kołach pojedynczych i ustalonym obciążeniu (100 kN lub 115 kN). Jest ona podstawą klasyfikacji ruchu pod względem obciążenia nawierzchni drogowej.

Współczynnik przeliczeniowy pojazdów ciężkich – współczynnik uwzględniający stopień oddziaływania (agresywności) pojazdów ciężkich na nawierzchnię, wyrażony liczbą osi standardowych przypadających na jeden pojazd ciężki.

98



OBLICZANIE OSI STANDARDOWYCH

Wyznaczenie liczby osi standardowych w całym okresie projektowym

$$N_{100} = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot (N_C \cdot r_C + N_{C+P} \cdot r_{C+P} + N_A \cdot r_A)$$

f_1 – współczynnik obliczeniowego pasa ruchu,

f_2 – współczynnik szerokości pasa ruchu,

f_3 – współczynnik pochylenia niwelety,

r_i – współczynniki przeliczeniowe na daną sylwetkę

N_i – ruch rzeczywisty danej sylwetki, sumaryczna liczba samochodów w całym okresie projektowym, w przekroju drogi



WSPÓŁCZYNNIKI f

Tab. 6.2. Współczynniki obliczeniowego pasa ruchu f_1

Lp.	Liczba pasów ruchu w przekroju drogi	Współczynnik f_1	
		Dwa kierunki ruchu w przekroju drogi	Jeden kierunek ruchu w przekroju drogi
1	2	3	4
1.	1	1,00	1,00
2.	2	0,50	0,90
3.	3	0,50	0,70
4.	4	0,45	0,70
5.	5	0,45	0,70
6.	6 i więcej	0,35	0,70

Tab. 6.3. Współczynniki szerokości pasa ruchu f_2

Lp.	Szerokość pasa ruchu (s)	Współczynnik
1	2	3
1.	$s \geq 3,50$ m	1,00
2.	$3,00 \leq s < 3,50$ m	1,06
3.	$2,75 \leq s < 3,00$ m	1,13
4.	$s < 2,75$ m	1,25

Tab. 6.4. Współczynniki pochylenia niwelety f_3

Lp.	Pochylenie niwelety drogi (i)	Współczynnik f_3
1	2	3
1.	$i < 6\%$	1,00
2.	$6\% \leq i < 7\%$	1,10
3.	$7\% \leq i < 9\%$	1,25
4.	$9\% \leq i < 10\%$	1,35
5.	$i \geq 10\%$	1,45



OBCIĄŻENIE RUCHEM – nawierzchnie podatne i półsztywne

Tablica 6.3. Współczynniki przeliczeniowe pojazdów na równoważne osie standardowe 100 kN przy podziale pojazdów na kategorie C, C+P i A

Lp.	Kategoria pojazdów	Przykładowe typy pojazdów	Rodzaj drogi			
			Autostrady i drogi ekspresowe	Drogi krajowe	Pozostałe drogi	
					Dopuszczalny nacisk osi pojedynczej przyjęte do projektowania nawierzchni	
115 kN	115 kN	115 kN	100 kN			
1	2	3	4	5	6	7
1.	Samochody ciężarowe bez przyczep C		0,50	0,50	0,45	0,45
2.	Samochody ciężarowe z przyczepami i C+P		1,95	1,80	1,70	1,60
3.	Autobusy A		1,25	1,20	1,15	1,05

101



OBCIĄŻENIE RUCHEM – nawierzchnie sztywne

Tab. 6.1. Współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężkich na osie standardowe 100 kN i 115 kN

Lp.	Rodzaje pojazdów	Przykładowe typy sylwetek pojazdów	Współczynnik przeliczeniowy r	
			Os standardowa 100 kN	Os standardowa 115 kN
1	2	3	4	5
1.	Samochody ciężarowe bez przyczep C		0,347	0,130
2.	Samochody ciężarowe z przyczepami oraz ciągniki siodłowe z naczepami C+P		3,946	1,483
3.	Autobusy A		0,530	0,199

102



KLASYFIKACJA RUCHU – nawierzchnie podatne

Tablica 6.1. Klasyfikacja ruchu projektowego

Kategoria ruchu	N_{100} - sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 100 kN w całym okresie projektowym [w milionach osi 100 kN na pas obliczeniowy]
<i>1</i>	<i>2</i>
KR1	$0,03 < N_{100} \leq 0,09$
KR2	$0,09 < N_{100} \leq 0,50$
KR3	$0,50 < N_{100} \leq 2,50$
KR4	$2,50 < N_{100} \leq 7,30$
KR5	$7,30 < N_{100} \leq 22,00$
KR6	$22,00 < N_{100} \leq 52,00$
KR7	$N_{100} > 52,00$



KLASYFIKACJA RUCHU – nawierzchnie sztywne

Tab. 6.5. Klasyfikacja ruchu projektowego (30 lat)

Kategoria ruchu	N_{100} - sumaryczna liczba osi standardowych 100 kN w całym okresie projektowym (30 lat) [milion osi 100 kN na pas obliczeniowy]	N_{115} - sumaryczna liczba osi standardowych 115 kN w całym okresie projektowym (30 lat) [milion osi 115 kN na pas obliczeniowy]
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
KR1	$0,045 < N_{100} \leq 0,15$	$0,017 < N_{115} \leq 0,06$
KR2	$0,15 < N_{100} \leq 0,75$	$0,06 < N_{115} \leq 0,28$
KR3	$0,75 < N_{100} \leq 6,39$	$0,28 < N_{115} \leq 2,40$
KR4	$6,39 < N_{100} \leq 15,99$	$2,40 < N_{115} \leq 6,00$
KR5	$15,99 < N_{100} \leq 42,63$	$6,00 < N_{115} \leq 16,00$
KR6	$42,63 < N_{100} \leq 101,25$	$16,00 < N_{115} \leq 38,00$
KR7	$N_{100} > 101,25$	$N_{115} > 38,00$



WYMIAROWANIE ZA POMOCĄ KATALOGÓW TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Etapy projektowania według katalogów:

- I. Ustalenie obciążenia drogi ruchem pojazdów w przeliczeniu na osie standardowe oraz określenie kategorii ruchu.
- II. Ustalenie warunków gruntowo-wodnych, przyjęcie grupy nośności podłoża (a w razie konieczności odpowiedniego sposobu wzmocnienia podłoża) oraz zapewnienie prawidłowego odwodnienia konstrukcji nawierzchni.
- III. Zapewnienie właściwego odwodnienia podłoża gruntowego.
- IV. Dobór typowej konstrukcji nawierzchni dla ustalonej kategorii ruchu,
- V. Sprawdzenie warunku mrozoodporności konstrukcji nawierzchni.

105



WYMIAROWANIE ZA POMOCĄ KATALOGÓW TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI (c.d.)

L.p.	Charakterystyka korpusu drogowego	Warunki wodne, gdy poziom swobodnego zwierciadła wody gruntowej występuje na głębokości poniżej spodu konstrukcji nawierzchni			
		< 1 m	1 m ÷ 2 m	> 2 m	
1	Wykopy ≤ 1 m	a	złe	przeciętne	przeciętne
		b	złe	przeciętne	dobrze
2	Nasypy ≤ 1 m	a	złe	przeciętne	przeciętne
		b	przeciętne	przeciętne	dobrze
3	Wykopy > 1 m	a	złe	przeciętne	dobrze
		b	przeciętne	przeciętne	dobrze
4	Nasypy > 1 m	a	złe	przeciętne	dobrze
		b	przeciętne	dobrze	dobrze

106



WYMIAROWANIE ZA POMOCĄ KATALOGÓW TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI (c.d.)

Właściwość	Grupa gruntów		
	Niewysadzinowy	Wątpliwy	Wysadzinowy
Rodzaj gruntu	rumosze niegliniaste (KR)	piasek pylasty (P_p)	grunty mało wysadzinowe:
	żwir (Z)	zwietrzelnina gliniasta (KW_g)	glina piaszczysta zwięzła (Gpz)
	pospółka (Po)	rumosze gliniaste (KR_g)	glina zwięzła (Gz)
	piasek gruby (Pr)	żwir gliniasty (Z_g)	ił (I), ił piaszczysty (Ip)
	piasek średni (Ps)	pospółka gliniasta (Pog)	ił pylasty (I_p)
	piasek drobny (Pd)		grunty bardzo wysadzinowe:
	żużel nierozpadowy		piasek gliniasty (Pg)
			pył (π), pył piaszczysty (πp)
			glina piaszczysta (Gp)
			glina (G), glina pylasta ($G\pi$)
		ił warwowy	
Zawartość cząstek wg PN-88/B-04481 [%]			
< 0,075 mm	< 15	15 + 30	> 30
< 0,02 mm	< 3	3 + 10	> 10
Kapilarność bierna wg PN-60/B-04493, H_{30} [m]	< 1,0	1,0 + 1,3	> 1,3
Wskaźnik piaszkowy wg BN-64/8931-01, WP	> 35	25 + 35	< 25

107



WYMIAROWANIE ZA POMOCĄ KATALOGÓW TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI (c.d.)

Lp.	Rodzaj gruntów podłoża	Grupa nośności podłoża nawierzchni G _i , gdy warunki wodne są:		
		dobrze	przeciętne	złe
1	Grunty niewysadzinowe: rumosze (niegliniaste) żwir i pospółki piaski grubo-, średnio- i drobnoziarniste żużle nierozpadowe	G1	G1	G1
	Grunty wątpliwe: piaski pylaste zwietrzelniny gliniaste, rumosze gliniaste, żwir gliniasty i pospółki gliniaste	G1 G1	G2 G2	G2 G3
	Grunty wysadzinowe grunty mało wysadzinowe*) gliny zwięzłe, gliny piaszczyste i pylaste zwięzłe iły, iły piaszczyste i pylaste grunty bardzo wysadzinowe*) piaski gliniaste, pyły piaszczyste, pyty gliny, gliny piaszczyste i pylaste iły warwowe	G2 G3	G3 G4	G4 G4

108

*) – w stanie zwartym, półzwartym lub twaroplastycznym ($I_L < 0,25$); grunty w stanie miękkoplastycznym lub plastycznym wymagają indywidualnej oceny



WYMIAROWANIE ZA POMOCĄ KATALOGÓW TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI (c.d.)

Tab. 7.3. Klasyfikacja grup nośności podłoża gruntowego nawierzchni G_i

Lp.	Grupa nośności podłoża gruntowego G_i	Wskaźnik nośności CBR po 4 dniach nasączenia wodą ¹⁾ [%]	Wtórny moduł odkształcenia E_2 ¹⁾ [MPa]
1	2	3	4
1.	G1	$CBR \geq 10$	$E_2 \geq 80$
2.	G2	$5 \leq CBR < 10$	$50 \leq E_2 < 80$
3.	G3	$3 \leq CBR < 5$	$35 \leq E_2 < 50$
4.	G4	$2 \leq CBR < 3$	$25 \leq E_2 < 35$

Uwaga: 1) warunki badania przyjęć wg normy PN-S-02205:1998



WYMIAROWANIE ZA POMOCĄ KATALOGÓW TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI (c.d.)

Tab. 7.4. Grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni w zależności od wysadzinowości gruntu i warunków wodnych

Lp.	Rodzaj gruntu podłoża nawierzchni	Grupa nośności podłoża gruntowego nawierzchni, gdy warunki wodne są:		
		dobre	przeciętne	złe
1	2	3	4	5
1.	Grunty niewysadzinowe	G1	G1	G1
2.	Grunty wątpliwe	G2	G2	G3
3.	Grunty mało wysadzinowe ¹⁾	G3	G4	G4
4.	Grunty bardzo wysadzinowe ¹⁾	G4	G4	G4

Uwaga 1) W stanie zwartym lub twardeplastycznym ($I_L \leq 0,25$ lub $I_c \geq 0,75$ wg PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap2:2012 tablica 6); grunty wysadzinowe w stanie plastycznym, miękkoplastycznym lub bardzo miękkoplastycznym wykazują wartość wskaźnika CBR < 2% i wymagają indywidualnego projektowania.



WYMIAROWANIE ZA POMOCĄ KATALOGÓW TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI (c.d.)

Zapewnienie właściwego odwodnienia podłoża gruntowego wiąże się z koniecznością wykonania warstwy odsączającej wykonanej z materiałów mrozoodpornych o współczynniku filtracji $k \geq 8$ m/dobę. W sytuacji, gdy pod warstwą odsączającą występuje grunt naturalny, nie ulepszony spoiwem, powinien być spełniony warunek zapewniający nieprzenikanie drobnych cząstek gruntu do podbudowy.

Warunek nieprzenikania cząstek drobnych uznaje się za spełniony, gdy spełniona jest zależność:

$$\frac{D_{15}}{d_{85}} \leq 5$$

gdzie:

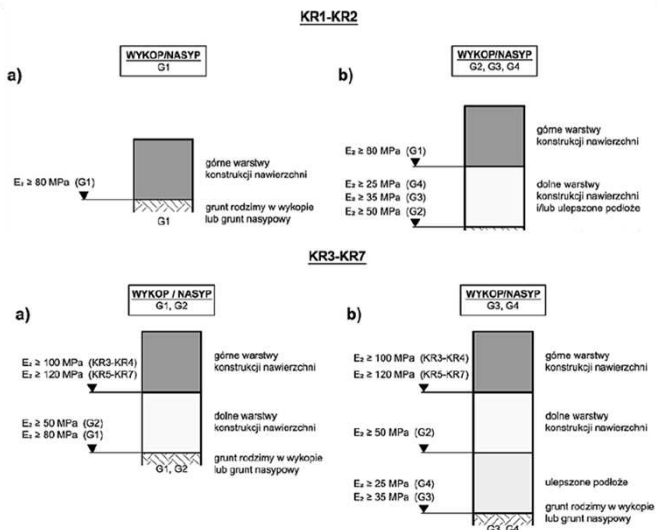
D_{15} - wymiar sita, przez które przechodzi 15% ziarn warstwy odcinającej albo odsączającej,

d_{85} - wymiar sita, przez które przechodzi 85% ziarn gruntu podłoża.

111



WYMIAROWANIE ZA POMOCĄ KATALOGÓW TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI (c.d.)



112



WYMIAROWANIE ZA POMOCĄ KATALOGÓW TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI (c.d.)

Tab. 8.2. Typowe rozwiązania dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża w przypadku kategorii ruchu KR5, KR6 i KR7 ($E_2 \geq 120$ MPa). Grubości warstw podano w cm.

		TYP 1	TYP 2	TYP 3	TYP 4	
GRUPA NOŚNOŚCI PODŁOŻA	G4					LEGENDA: PP - podbudowa pomocnicza WM - warstwa mrozochronna WUP - warstwa ulepszonego podłoża ▾ - wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2 WUP* W przypadku typów 2 i 4 dla grupy nośności G2 WUP celowo przyjęta nad warstwą o nośności 50 MPa ze względu na ujednolicenie technologii z konstrukcjami podanymi w przypadku G3 i G4
	G3					
	G2					
	G1					
			podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym;			
			podbudowa pomocnicza z mieszanki niezwiązanej o CBR $\geq 60\%$;			
			warstwa mrozochronna z mieszanki niezwiązanej lub gruntu niewystędnego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 35\%$, o ile to konieczne warstwa mrozochronna pełni funkcję warstwy odsączającej o $k \geq 8$ m/dobę;			
			warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem;			
			warstwa ulepszonego podłoża z mieszanki niezwiązanej lub z gruntu niewystędnego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 20\%$, o ile to konieczne warstwa ulepszonego podłoża pełni funkcję warstwy odsączającej o $k \geq 8$ m/dobę.			



WYMIAROWANIE ZA POMOCĄ KATALOGÓW TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI (c.d.)

Tablica 9.1. TYP A1 - Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni podatnych
Podbudowa zasadnicza: beton asfaltowy AC, mieszanka niezwiązana z kruszywem C_{90/3}

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (mln osi 100 kN)	0,03 - 0,09	0,09 - 0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 7,4	7,4 - 22,0	22,0 - 52,0	> 52,0
TYP A1							

- LEGENDA:**
- warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej;
 - warstwa wiążąca z betonu asfaltowego;
 - warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego;
 - warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej z kruszywem C_{90/3};
 - ▾ wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2



WYMIAROWANIE ZA POMOCĄ KATALOGÓW TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI (c.d.)

Tab. 9.2. Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni sztywnych. Podbudowa zasadnicza: mieszanka niezwiązana z kruszywem C_{90/3}

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (min osi 100 kN)	≤ 0,15	0,15 - 0,75	0,75 - 6,39	6,39 - 15,99	15,99 - 42,63	42,63 - 101,25	> 101,25
Ruch projektowy (min osi 115 kN)	≤ 0,06	0,06 - 0,28	0,28 - 2,40	2,40 - 6,00	6,00 - 16,00	16,00 - 38,00	> 38,00
Typ I							
	niedyblowana	niedyblowana	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona
Legenda:	warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej z kruszywem C _{90/3} wymagany wstępny moduł odkształcenia E ₂						



WYMIAROWANIE ZA POMOCĄ KATALOGÓW TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI (c.d.)

Tab. 9.4. Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni sztywnych. Podbudowa zasadnicza: mieszanka związana spoiwem hydraulicznym C_{5/60}, C_{8/10}

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (min osi 100 kN)	≤ 0,15	0,15 - 0,75	0,75 - 6,39	6,39 - 15,99	15,99 - 42,63	42,63 - 101,25	> 101,25
Ruch projektowy (min osi 115 kN)	≤ 0,06	0,06 - 0,28	0,28 - 2,40	2,40 - 6,00	6,00 - 16,00	16,00 - 38,00	> 38,00
Typ III	-	-	-				
	-	-	-	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona
Legenda:	warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C _{5/60} warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C _{8/10} warstwa posłizgowa: powierzchnię utrwalenie lub geowłókna warstwa posłizgowa: beton asfaltowy wymagany wstępny moduł odkształcenia E ₂						



WYMIAROWANIE ZA POMOCĄ KATALOGÓW TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI (c.d.)

Sprawdzenie warunku mrozoodporności konstrukcji należy wykonywać każdorazowo, gdy w podłożu występują grunty wysadzinowe, lub wątpliwe.

Tablica 10.1. Wymagana grubość konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża ze względu na odporność na wysadzinę

Lp.	Kategoria obciążenia ruchem	Grupa nośności podłoża z gruntów wątpliwych i wysadzinowych		
		G2	G3	G4
1	2	3	4	5
1.	KR1	0,40 h _z	0,50 h _z	0,60 h _z
2.	KR2	0,45 h _z	0,55 h _z	0,65 h _z
3.	KR3	0,50 h _z	0,60 h _z	0,70 h _z
4.	KR4	0,55 h _z	0,65 h _z	0,75 h _z
5.	KR5	0,60 h _z	0,70 h _z	0,80 h _z
6.	KR6 i KR7	0,65 h _z	0,75 h _z	0,85 h _z



WYMIAROWANIE ZA POMOCĄ KATALOGÓW TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI (c.d.)





METODY WYMIAROWANIA NAWIERZCHNI DROGOWYCH

Wśród metod projektowania nawierzchni wyróżnia się dwie zasadnicze metody:

- **empiryczne (doświadczalne),**
- **mechanistyczne (teoretyczno-emiryczne).**



Politechnika Wroclawska

DROGI I ULICE - PODSTAWY

studia I stop., inż., dzienne, rok III, sem. 5

WYKŁAD 5

*Elementy przekroju poprzecznego drogi
Przepustowość dróg zamiejskich*

dr hab. inż. Maciej Kruszyna

dr inż. Piotr Mackiewicz

dr inż. Robert Wardęga



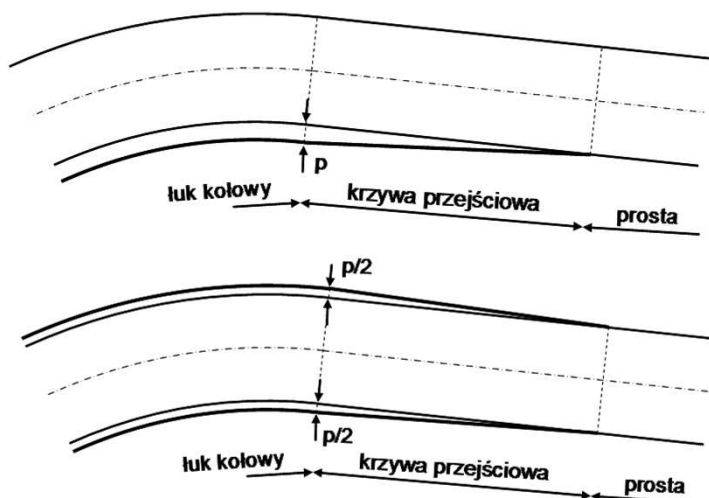
SZEROKOŚCI PASÓW RUCHU

Usytuowanie drogi	Szerokość pasa ruchu [m] na drodze klasy						
	A	S	GP	G	Z	L	D
poza terenem zabudowy	3,75 ¹⁾	3,50	3,50	3,00-3,50	2,75-3,00	2,50-2,75	2,50-2,75 ⁵⁾
		3,75 ²⁾					3,50-3,00 ⁶⁾
na terenie zabudowy	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,00	2,50-2,25 ⁵⁾
			3,50-3,25 ³⁾	3,50-3,25 ³⁾	3,50-3,25 ³⁾	3,00-2,50 ⁷⁾	3,50-3,00 ⁸⁾
				3,25-3,00 ⁴⁾	3,25-2,75 ⁴⁾		

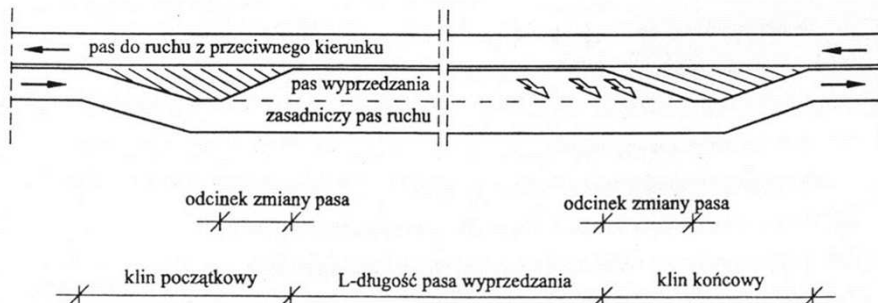
121



POSZERZENIA PASÓW RUCHU



122

**DODATKOWE PASY RUCHU**

123

**POCHYLENIE POPRZECZNE JEZDNI**

Pochylenie poprzeczne jezdni (na prostej) powinno wynosić nie mniej niż: 2,0% (dla nawierzchni twardej ulepszonej), 3,0% (dla nawierzchni twardej nieulepszonej), 4,0% (dla nawierzchni gruntowej ulepszonej)

Zależność pomiędzy pochyleniem jezdni na łuku a promieniem łuku:

Prędkość miarodajna (km/h)	Promień łuku kołowego w planie (m) przy pochyleniu poprzecznym jezdni ¹⁾						
	jak na odcinku prostym	2% do 2,5%	3%	4%	5%	6% ²⁾	7% ²⁾
130	=4000	=3500	2500	1800	1400	1100	=900
120	=3500	=3000	2000	1500	1200	900	=750
110	=2800	=2500	1800	1400	1000	800	=600
100	=2200	=2000	1400	1000	800	600	=500
90	=1600	=1500	1000	750	600	500	=400
80	=1200	=1100	800	600	450	350	=300
70	=1000	=800	600	400	300	250	=200
60	=600	=500	350	250	200	150	=125
50	=450	=350	250	175	125	100	=80

124

**POBOCZA**

Pobocza gruntowe dróg klas: GP, G, Z, L i D powinny mieć szerokości nie mniejsze niż:

- 1,50 m – w przypadku dróg klasy GP,
- 1,25 m – w przypadku dróg klasy G,
- 1,00 m – w przypadku dróg klasy Z,
- 0,75 m – w przypadku dróg klasy L lub D.

W przypadku, gdy pobocze gruntowe ma być utwardzone, to jego szerokość nie może być mniejsza niż 2,00m (w przypadku przebudowy lub remontu dopuszcza się mniejsze szerokości), a szerokość pobocza gruntowego przylegającego do pobocza utwardzonego powinna być większa niż 0,75 m.

125

**POBOCZA****Minimalne szerokości poboczy gruntowych**

Szerokość (m)	Droga klasy A			Droga klasy S					
				poza terenem zabudowy			na terenie zabudowy		
	prędkość projektowa (km/h)								
	120	100	80	120	100	80	80	70	60
passa awaryjnego	3,00	2,50		2,50	2,50 ¹⁾		2,50		
gruntowego pobocza	1.25 ²⁾			0,75 ²⁾					

126



POBOCZA

Pochylenia podłużne pasów awaryjnych i poboczy (utwardzonych i gruntowych) muszą być zgodne z pochyleniami podłużnymi jezdni.

Pochylenia poprzeczne pasów awaryjnych powinny być takie same jak jezdni (a więc zgodne co do wartości i kierunku), a pochylenia poprzeczne poboczy gruntowych powinny wynosić:

- od 6% do 8% - na odcinku prostym oraz na odcinku krzywoliniowym o pochyleniu poprzecznym jezdni jak na odcinku prostym, przy szerokości pobocza nie mniejszej niż 1,0 m,
- 8% - na odcinku prostym oraz na odcinku krzywoliniowym o pochyleniu poprzecznym jezdni jak na odcinku prostym, przy szerokości pobocza mniejszej niż 1,0 m.

127



POBOCZA

Pochylenia poprzeczne poboczy gruntowych powinny wynosić:

- 2% do 3% więcej niż jezdni lub pasa awaryjnego - na odcinku krzywoliniowym o pochyleniu poprzecznym jezdni innym niż na odcinku prostym, jeśli jest to pobocze po wewnętrznej stronie łuku,
- tyle co pochylenie jezdni - do szerokości 1 m pobocza, a na pozostałej części pobocza - 2% w kierunku przeciwnym, jeżeli jest to pobocze po zewnętrznej stronie łuku.

128



CHODNIKI

Przykład lokalizacji chodników i ścieżek rowerowych w pasie ulicy.

Szerokość chodnika powinna być dostosowana do natężenia ruchu pieszych (analizowana jest przepustowość ciągu pieszego) i wynosi $n \times 0,75$ m (minimalna szerokość jednego pasa ruchu przeznaczanego do ruchu pieszych: 0,75 m).

129



ŚCIEŻKI ROWEROWE

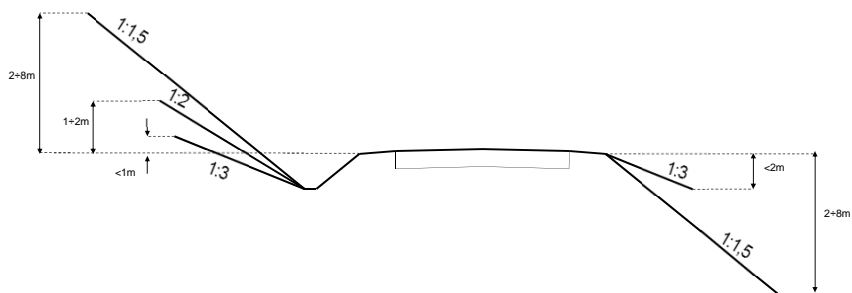
Zalecane parametry geometryczne ścieżek rowerowych.		Trasy		
		główne	zbiorcze	lokalne
Prędkość projektowa [km/h]		30	25 (min. 20)	20
Promień łuków (krawędź wewnętrzna) [m]		min. 20	15 (min. 10)	10
Szerokość [m]	Wydzielone drogi dwukierunkowe	2,5 (min 2,0)		
	Wydzielone drogi jednokierunkowe	2,0 (min 1,5)		
	Drogi pieszo-rowerowe	3,5 (min 3,0)		
Odległość widoczności [m]		100 (min. 70)	70 (min. 50)	40
Pochylenie niwelety [%]		maks. 5 %		

130

Lokalizacja ścieżek rowerowych powinna spełniać wymagania stawiane chodnikom!



SKARPY WYKOPÓW I NASYPÓW

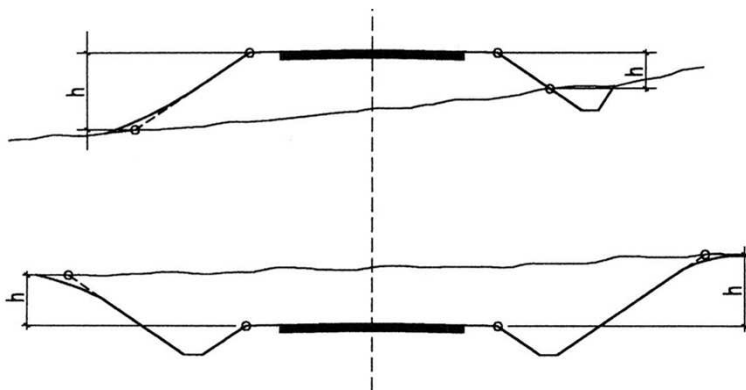


131



SKARPY WYKOPÓW I NASYPÓW

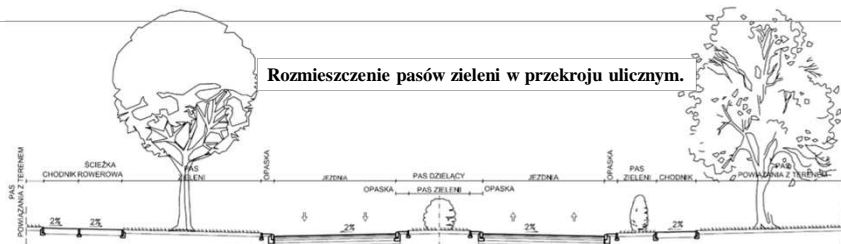
Sposób określania wysokości skarp nasypu i wykopu



132



PASY ZIELENI



Rozmieszczenie pasów zieleni w przekroju ulicznym.

Podstawowe szerokości pasów zieleni zapewniające wystarczające warunki wegetacji pielęgnacji.

Rodzaj pasa zieleni	Szerokość [m]	
	Minimalna	Zalecana
Rząd drzew na trawniku	3,0	9,0-12,0*
Żywopłot lub pasmo krzewów	3,0	12,0*
Trawnik	3,0	12,0
Pojedyncze drzew w misach w pasie chodnika	1,5x1,5	2,4x2,4

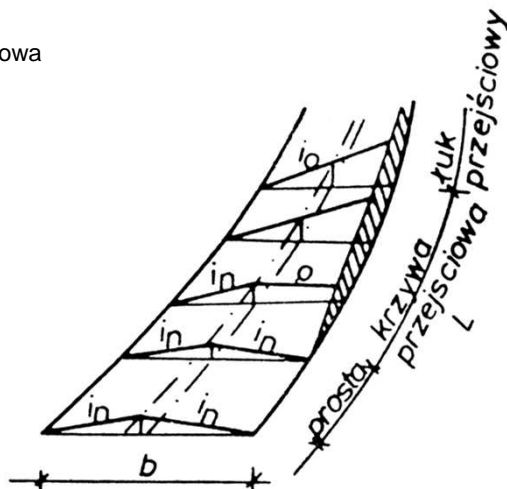
133

*) Szerokość przy której uzyskuje się zauważalny efekt tłumienia hałasu.



KSZTAŁTOWANIE PRZEKROJU POPRZECZNEGO

Rampa przechyłkowa



134

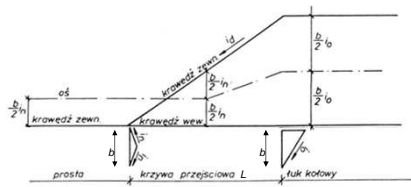
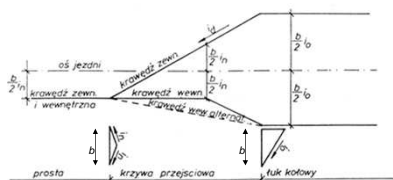


KSZTAŁTOWANIE PRZEKROJU POPRZECZNEGO

Dopuszczalne dodatkowe pochylenie krawędzi jezdni na rampie.

Prędkość (km/h)	projektowa	Dopuszczalne dodatkowe pochylenie krawędzi jezdni (%)	
		max	min na odcinku o pochyleniu poprzecznym $\leq 2\%$
120-100		0,90	0,1 × a a - odległość krawędzi jezdni od osi obrotu (m)
80		1,0	
70,60		1,6	
≤50		2,0	

Zmiana przekroju pochylenia poprzecznego



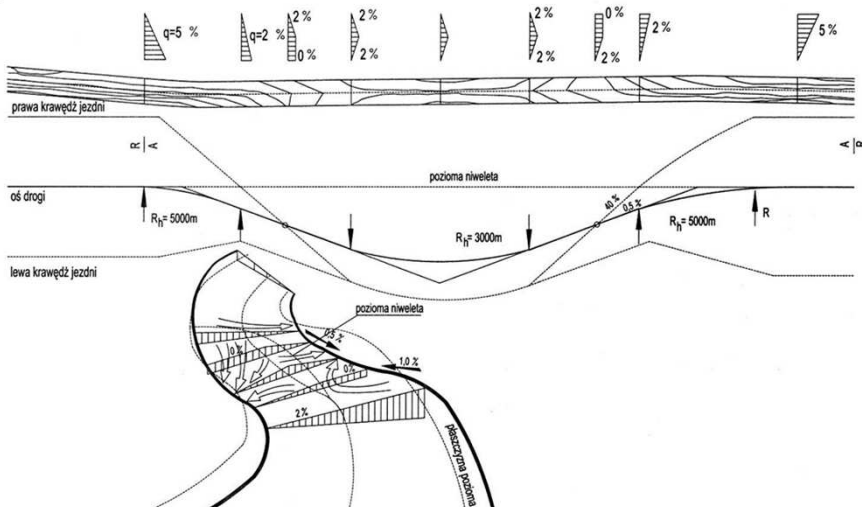
135

- obrót wokół osi

- obrót wokół krawędzi jezdni



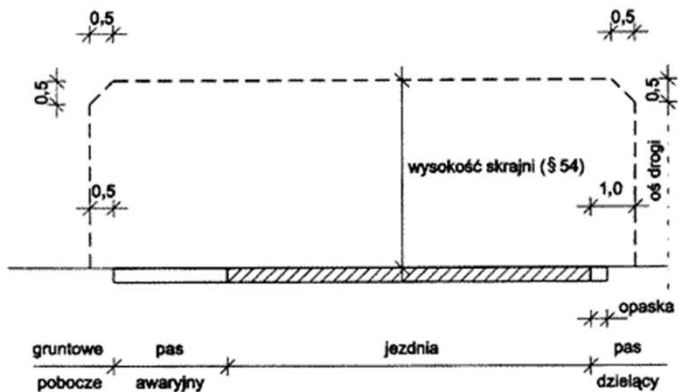
KSZTAŁTOWANIE PRZEKROJU POPRZECZNEGO



136



SKRAJNIA – DWUJEZDNIOWA DROGA KLASY A LUB S



137

¹⁾ Wymiary podano w metrach.

PRZEPUSTOWOŚĆ DROGI - cd

Przepustowość możliwa - $[C_m]$ największa liczba pojazdów osobowych jaka może w idealnych warunkach geometrycznych i ruchowych przejechać przez przekrój jezdni.

Przepustowość rzeczywista - $[C_{wr}]$ obliczona dla określonych warunków geometrycznych i ruchowych.

Krytyczne natężenie ruchu - natężenie po przekroczeniu którego warunki ruchu będą gorsze od ustalonych dla danego poziomu swobody ruchu.

138



Parametry wpływające na przepustowość

$$C = C_0 \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot \dots \cdot f_n$$



POZIOM SWOBODY RUCHU - PSR

Poziom swobody ruchu - jakościowa miara warunków ruchu uwzględniająca odczucia użytkowników ruchu drogowego.

Warunki ruchu charakteryzuje się przez:

- prędkość jazdy i czas podróży,
- możliwość wyprzedzania,
- przerwy w ruchu,
- bezpieczeństwo jazdy,
- komfort jazdy,
- koszty eksploatacji.



POZIOM SWOBODY RUCHU - PSR (cd)

PSR:

A - ruch swobodny, małe natężenie i gęstość ruchu, duża prędkość eksploatacji, łatwość manewrów, dowolna prędkość.

B - ruch równomierny, duże prędkości.

C - ruch równomierny dopuszcza się większe niż na B natężenie ruchu i nieco mniejsze prędkości, na C projektuje się drogi pozamiejskie i arterie miejskie.

D - znaczne nierównomierności i wahania ruchu, ograniczona swoboda manewrów, mała prędkość, warunki jazdy niezadowolające, można je przyjąć na krótki okres.

E - ruch nierównomierny, natężenie równe lub zbliżone do przepustowości, V mała, chwilowe zahamowania ruchu pojazdów.

F - ruch wymuszony, mała prędkość i częste zatrzymania, w skrajnym przypadku prędkość i ruch spadają do 0 a odcinek jezdni służy jako powierzchnia akumulacyjna dla pojazdów zatrzymanych przed analizowanym przekrojem.



DROGI I ULICE - PODSTAWY

studia I stop., inż., dzienne, rok III, sem. 5

WYKŁAD 6

Skrzyżowania

dr hab. inż. Maciej Kruszyna

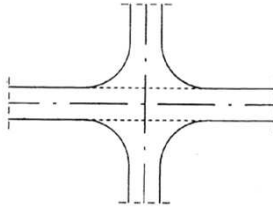
dr inż. Piotr Mackiewicz

dr inż. Robert Wardęga

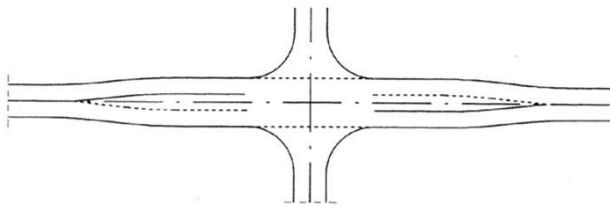


Skrzyżowania drogowe - zwykłe i o poszerzonych wlotach

Zwykłe



Zwykłe poszerzonych wlotach

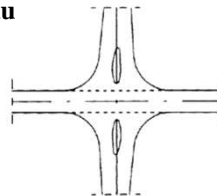


143

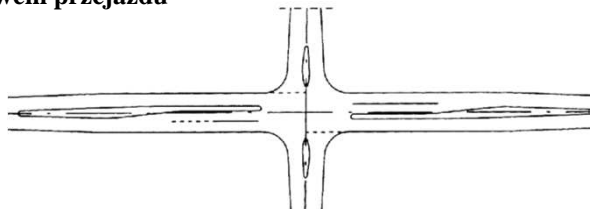


Skrzyżowania drogowe - skanalizowane

**Ze skanalizowanymi wlotami drogi podporządkowanej
lub drogi z pierwszeństwem przejazdu**



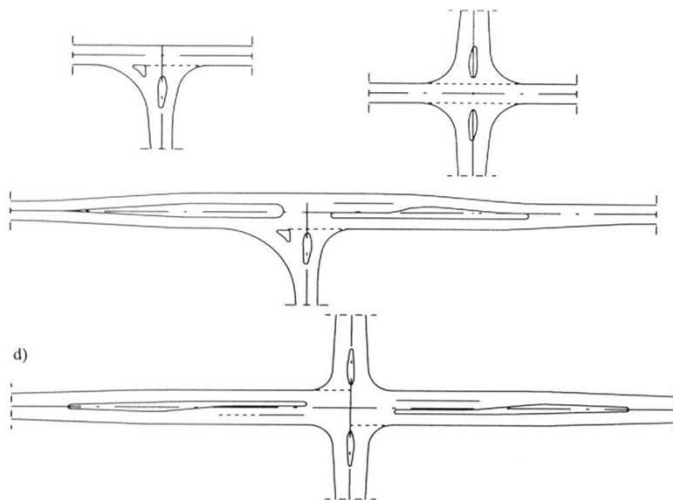
**Ze skanalizowanymi wlotami drogi podporządkowanej
i drogi z pierwszeństwem przejazdu**



144



Skrzyżowania - liczba wlotów

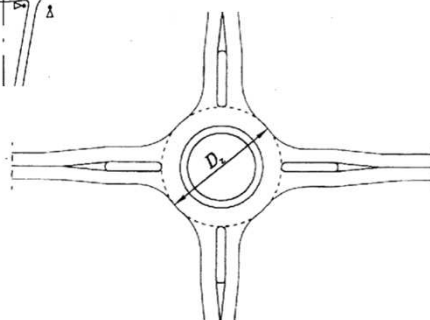
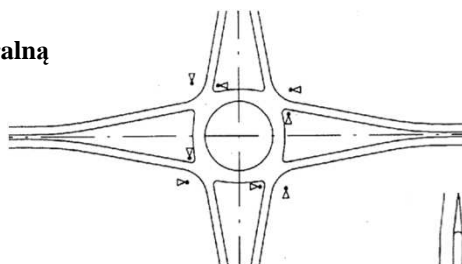


145



Skrzyżowania drogowe - z wyspą centralną i ronda

Z wyspą centralną



Ronda

146



Ronda - klasyfikacja rond zlokalizowanych na terenie zabudowy

Typ ronda	Średnica wyspy środkowej D _w	Średnica ze-wnętrzna ronda D _z	Zastosowanie - klasa drogi, położenie ronda	Schemat skrzyżowania
Mini ¹⁾	4 ÷ 10 [m]	14 ÷ 22 (25) [m]	osiedla – ulice Z, L, D	
Małe	- jednopasowe: 10(5) ÷ 28 [m] - dwupasowe ²⁾ : 17 ÷ 25 [m]	- jednopasowe: 26(22) ÷ 40 [m] - dwupasowe ²⁾ : 37,5 ÷ 45 [m]	drogi klasy G, Z, L na wlotach do miast, w strefach podmiejskich, w osiedlach miejskich i na ich obrzeżach, w strefie śródmieścia przy umiarkowanym ruchu pieszym	
Średnie	- jednopasowe: 29 ÷ 33 [m] - dwupasowe: 25 ÷ 37 [m]	- jednopasowe: 41 ÷ 45 [m] - dwupasowe: 45 ÷ 55 [m]	drogi klasy G, wielopasowe drogi klasy Z, w strefach podmiejskich, na wlotach do miasta, na obrzeżach osiedli mieszkaniowych	
Duże	> 37 [m]	> 55 [m]	nie zaleca się na terenie zabudowy; dopuszcza się na granicy terenu zabudowy	

147

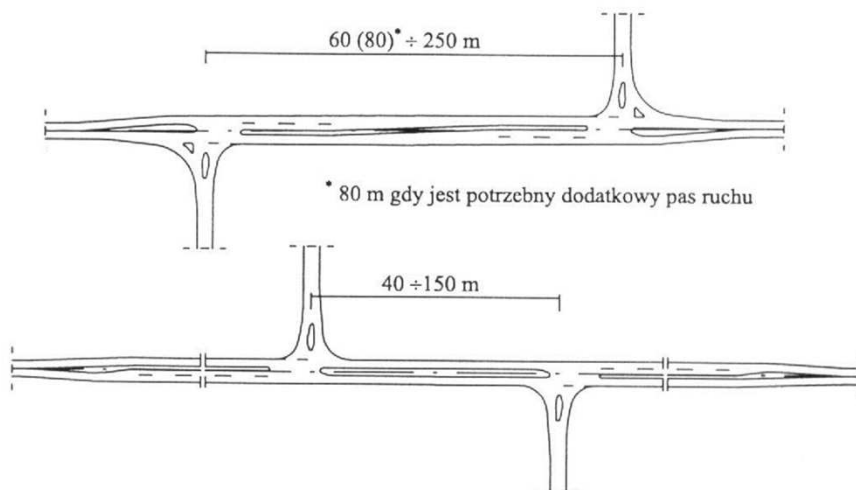
1) Wyspa środkowa przejezdna.

2) Na skrzyżowaniach dróg dwujezdniowych i ze względów przepustowości.

(...) Oznacza wartości dopuszczalne wyjątkowo.



Skrzyżowania o przesuniętych wlotach



148



Skrzyżowania drogowe - zakres stosowania

Klasa drogi	A	S	GP	G	Z	L	D
A	W	W	W	P, (W)	P	P	P
S	W	W	W, (SC)	W, SC, (RD)	P, (SP)	P	P
GP	W	W, (SC)	W, (SC), RD	SC, RD, (RS), (W)	SZ, (RS), (SP)	SC, SP	SZ, SP
G	P, (W)	W, SC, (RD)	SC, RD, (RS), (W)	SC, (RM), SZ	SC, RM, SZ	SC, RM, SZ	SZ
Z	P	P, (SP)	SC, (RS), (SP)	SC, RM, SZ	S, RM, SZ	SC, RM, RL, SZ	SC, RL, SZ
L	P	P	SC, SP	SC, RM, SZ	SC, RM, RL, SZ	SZ, RM, RL	SZ
D	P	P	SZ, SP	SZ	SC, RL, SZ	SZ	SZ

149

Oznaczenia (rozwiązania podane w nawiasach dopuszczalne są wyjątkowo):

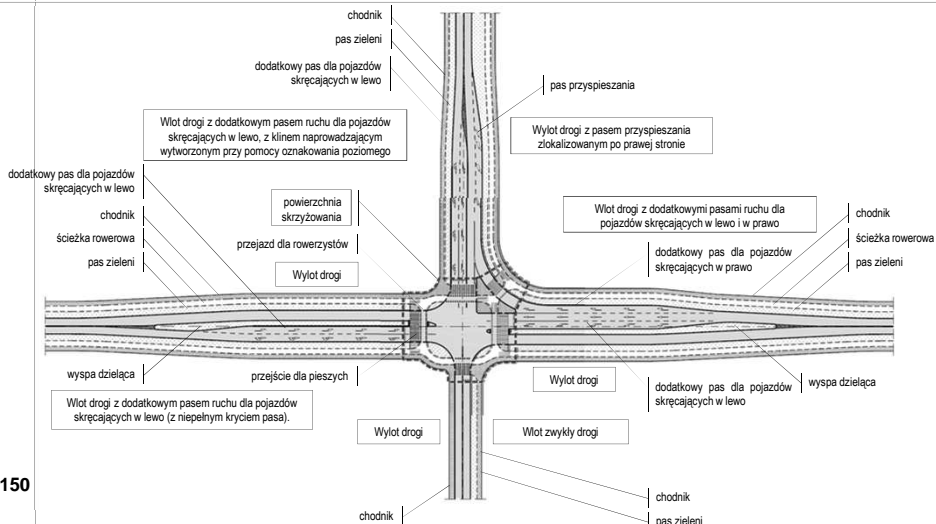
W – węzeł, P – przejazd (w różnych poziomach),

SC, SZ, SP – skrzyżowanie skanalizowane, skrzyżowanie skanalizowane i skrzyżowanie tylko na prawe skrzyż.,

RD, RS, RM – duże, średnie i małe rondo.



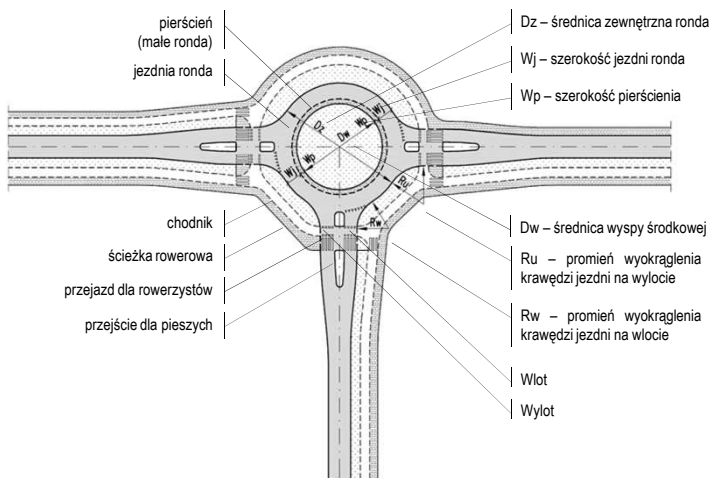
Skrzyżowania drogowe - elementy



150



Ronda - elementy



151



Skrzyżowania drogowe - projektowanie

Schemat	Przekształcenie		

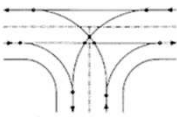
152



Skrzyżowania drogowe - projektowanie (c.d.)

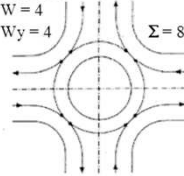
a) skrzyżowanie trójwlotowe typu T:

$$\begin{aligned} K &= 3 \\ W &= 3 \\ W_y &= 3 \end{aligned} \quad \Sigma = 9$$



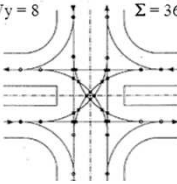
b) małe rondo:

$$\begin{aligned} W &= 4 \\ W_y &= 4 \end{aligned} \quad \Sigma = 8$$



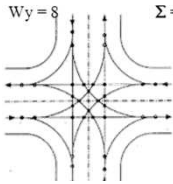
c) skrzyżowanie z kolizyjnymi relacjami skrętu w lewo:

$$\begin{aligned} K &= 20 \\ W &= 8 \\ W_y &= 8 \end{aligned} \quad \Sigma = 36$$



d) skrzyżowanie z bezkolizyjnymi relacjami skrętu w lewo:

$$\begin{aligned} K &= 16 \\ W &= 8 \\ W_y &= 8 \end{aligned} \quad \Sigma = 32$$

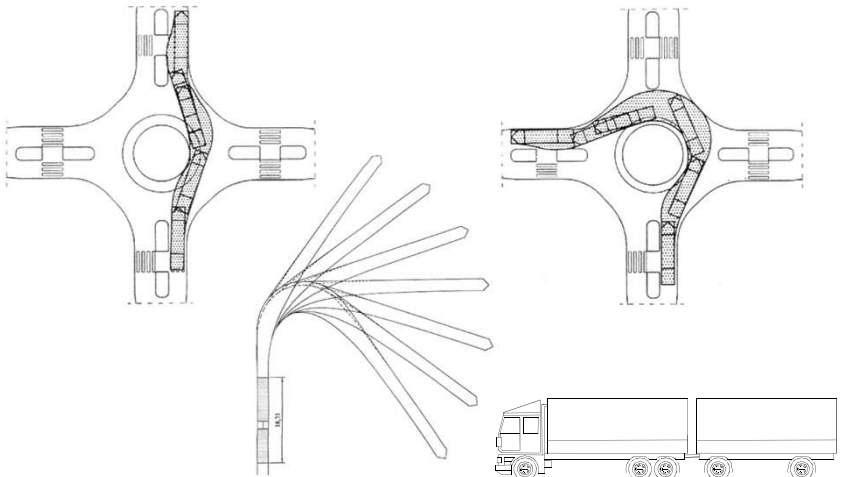


Punkty kolizji pojazdów na Skrzyżowaniach drogowych:

K – krzyżowanie,
W – włączanie,
Wy – wyłączenie.

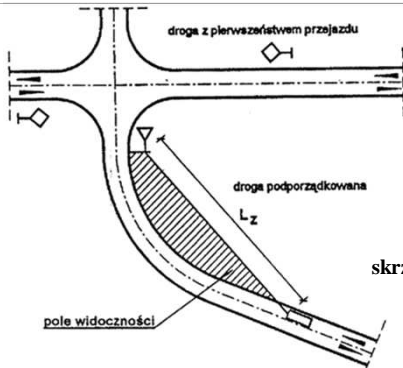


Skrzyżowania drogowe - wymagania (c.d.) - przejezdność





Skrzyżowania drogowe - wymagania (c.d.) - widoczność



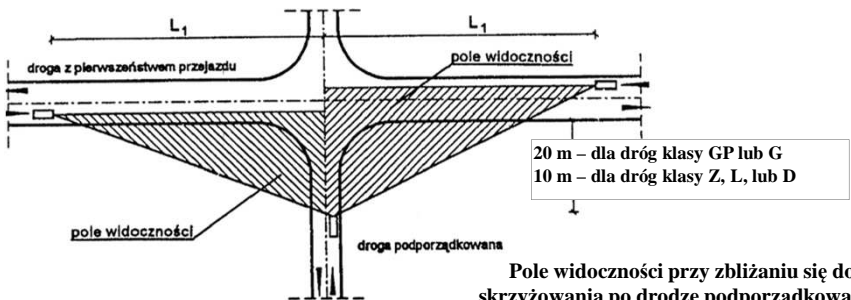
Pole widoczności przy zbliżaniu się do skrzyżowania po krzywoliniowym odcinku drogi.

Prędkość miarodajna na drodze podporządkowanej ^{*)} (km/h)	100	90	80	70	60	50	40	30
155 Odległość widoczności L_z (m)	180	150	120	90	70	50	35	20

*) Na drodze klasy Z, L i D jest to prędkość projektowa drogi.



Skrzyżowania drogowe - wymagania (c.d.) - widoczność



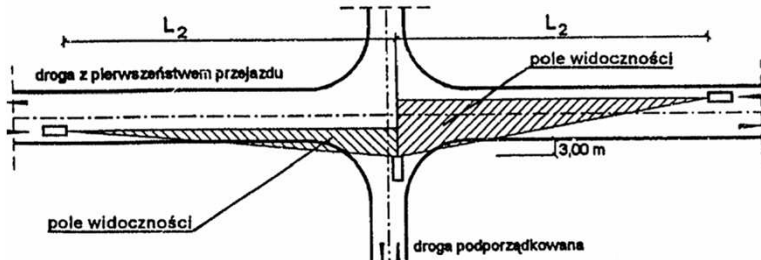
Pole widoczności przy zbliżaniu się do skrzyżowania po drodze podporządkowanej.

Prędkość miarodajna na drodze z pierwszeństwem przejazdu ^{*)} (km/h)	100	90	80	70	60	50	40	30
156 Odległość widoczności L_1 pola widoczności: (m)	210	180	160	140	120	100	80	60

*) Na drodze klasy Z, L i D jest to prędkość projektowa drogi.



Skrzyżowania drogowe - wymagania (c.d.) - widoczność



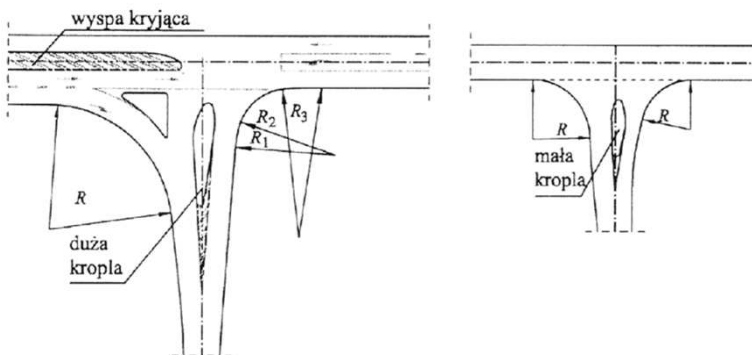
Prędkość miarodajna na drodze z pierwszeństwem przejazdu*) (km/h)	100	90	80	70	60	50	40	30
Odległość widoczności L_2 (m)	180	160	120	100	90	70	60	40

157

*) Na drodze klasy Z, L i D jest to prędkość projektowa drogi.



Skrzyżowania drogowe - wloty (c.d.) - wyspy kanalizujące

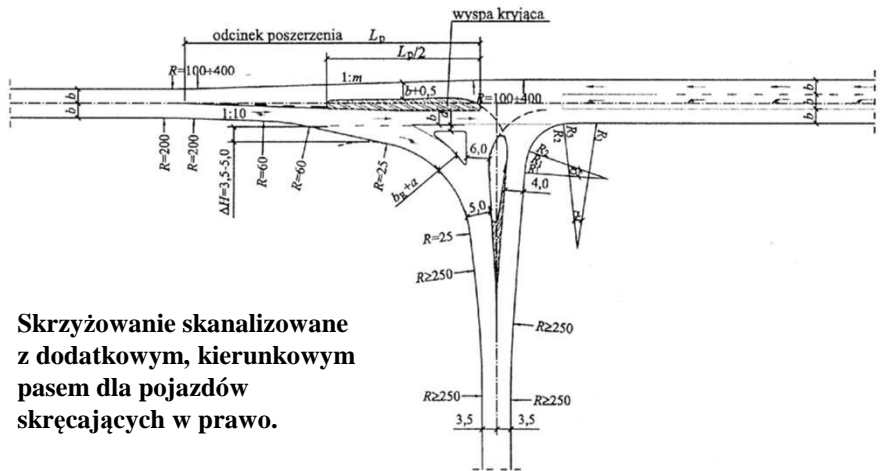


158

Kanalizacja skrzyżowania typu T położonego poza obszarem zabudowanym.



Skrzyżowania drogowe - wloty (c.d.) - wyspy kanalizujące

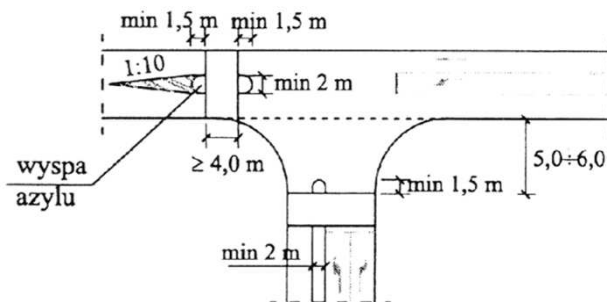


Skrzyżowanie skanalizowane z dodatkowym, kierunkowym pasem dla pojazdów skręcających w prawo.

159



Skrzyżowania drogowe - wloty (c.d.) - wyspy kanalizujące

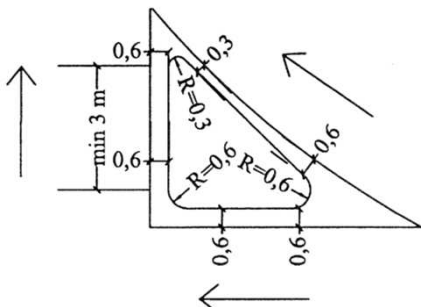


Wyspa azylu

160



Skrzyżowania drogowe - wloty (c.d.) - wyspy kanalizujące

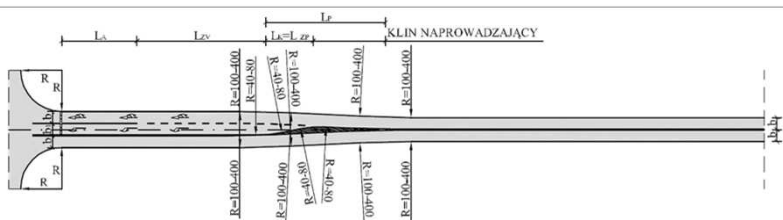


Wyspa trójkątna.

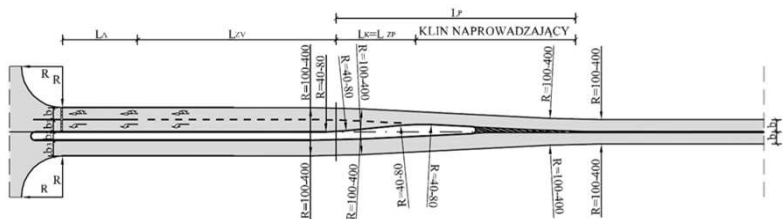
161



Skrzyżowania drogowe - geometria wlotów



Wlot drogi z dodatkowym pasem ruchu dla pojazdów skręcających w lewo, z klinem naprowadzającym wytworzonym przy pomocy oznakowania poziomego.

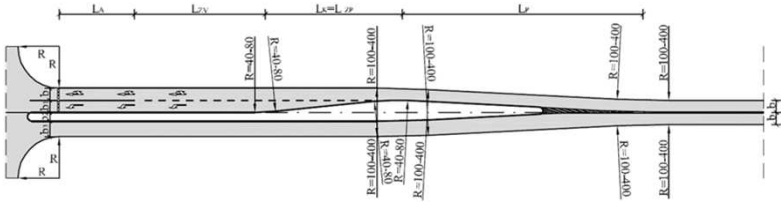


Wlot drogi z dodatkowym pasem ruchu dla pojazdów skręcających w lewo (z niepełnym kryciem pasa), z wyspą dzielącą i klinem naprowadzającym w krawężnikach.

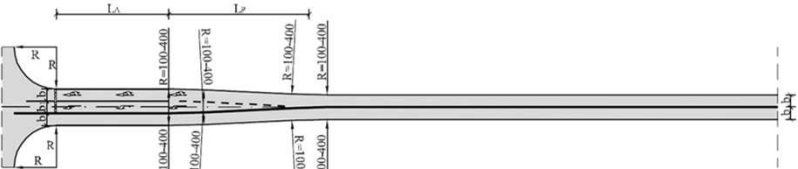
162



Skrzyżowania drogowe - geometria wlotów



Wlot drogi z dodatkowym pasem ruchu dla pojazdów skręcających w lewo (z pełnym kryciem pasa), z wyspą dzielącą i klinem naprowadzającym w krawężnikach.

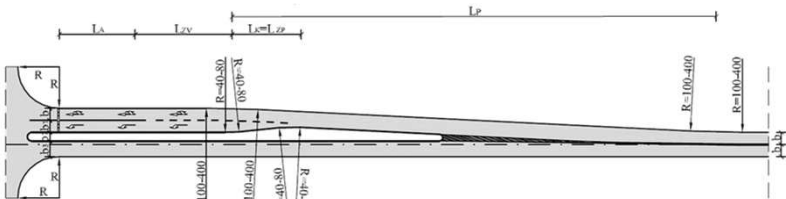


163

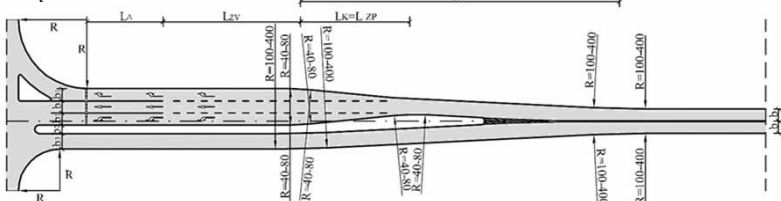
Wlot drogi z dodatkowym pasem ruchu dla pojazdów skręcających w lewo, bez klina naprowadzającego i odcinka zwalniającego.



Skrzyżowania drogowe - geometria wlotów



Wlot drogi z dodatkowym pasem ruchu dla pojazdów skręcających w lewo (z niepełnym kryciem pasa), niesymetrycznym i jednostronnym poszerzeniem, wyspą dzielącą i klinem naprowadzającym w krawężnikach.



164

Wlot drogi z dodatkowymi pasami ruchu dla pojazdów skręcających w lewo i w prawo.



Skrzyżowania drogowe - geometria

Długości odcinków zmiany pasa ruchu dla dodatkowych pasów ruchu.

Prędkość miarodajna drogi*) (km/h)	≤ 50	60	70	80	90	100
Długość odcinka zmiany pasa ruchu (m)	15	20	30	40	50	55

*) W wypadku drogi klasy Z jest to prędkość projektowa.

Minimalne promienie skrzytu i szerokości korytarzy dla relacji skrzytnych.

Promień skrzytu (m)	8	10	12	15	20	25	30	40
Szerokość (m)	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,2	4,0



Skrzyżowania drogowe - geometria

