

MIEJSKI TRANSPORT SZYNOWY

Wykład dla pierwszego stopnia studiów (inżynierskie), specjalność ILB, profil dyplomowania „koleje”

MTS_04

Dr hab. inż. Maciej Kruszyna, profesor uczelni

współpraca: pracownicy Zespołu Kolei i Systemów Transportu, Katedra Dróg, Mostów, Kolei i Lotnisk

Rozjazdy, skrzyżowania, sploty i grupy rozjazdów

współpraca: dr inż. Jacek Makuch



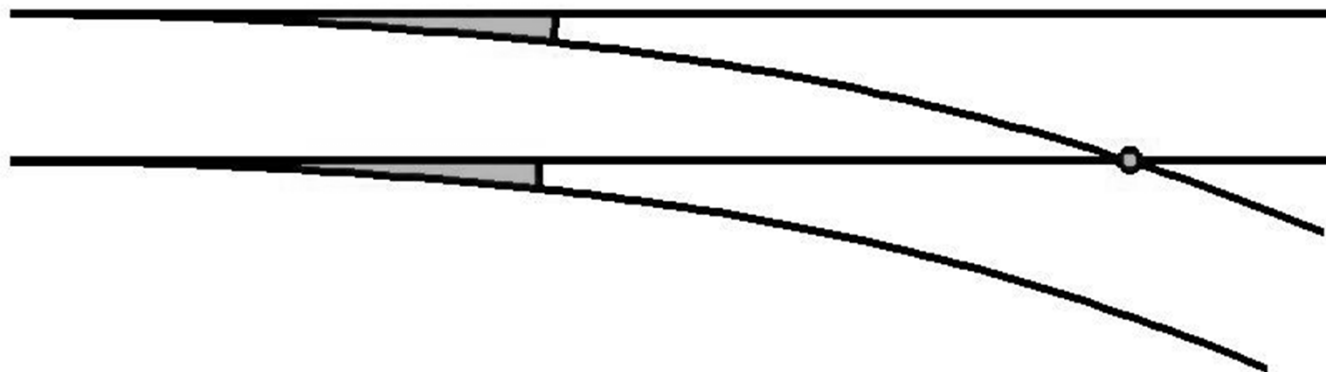
TERMINOLOGIA I KLASYFIKACJA

UWAGA !

Ze względu na:

- **znacznie mniejsze wartości promieni łuków poziomych**
- **mniejsze wymiary profilu obręczy koła**
- **odmienność konstrukcyjną zwrotnic i krzyżownic**

zasady terminologii i klasyfikacji rozjazdów i skrzyżowań torów tramwajowych różnią się od stosowanych w przypadku klasycznej kolei



na kolei:

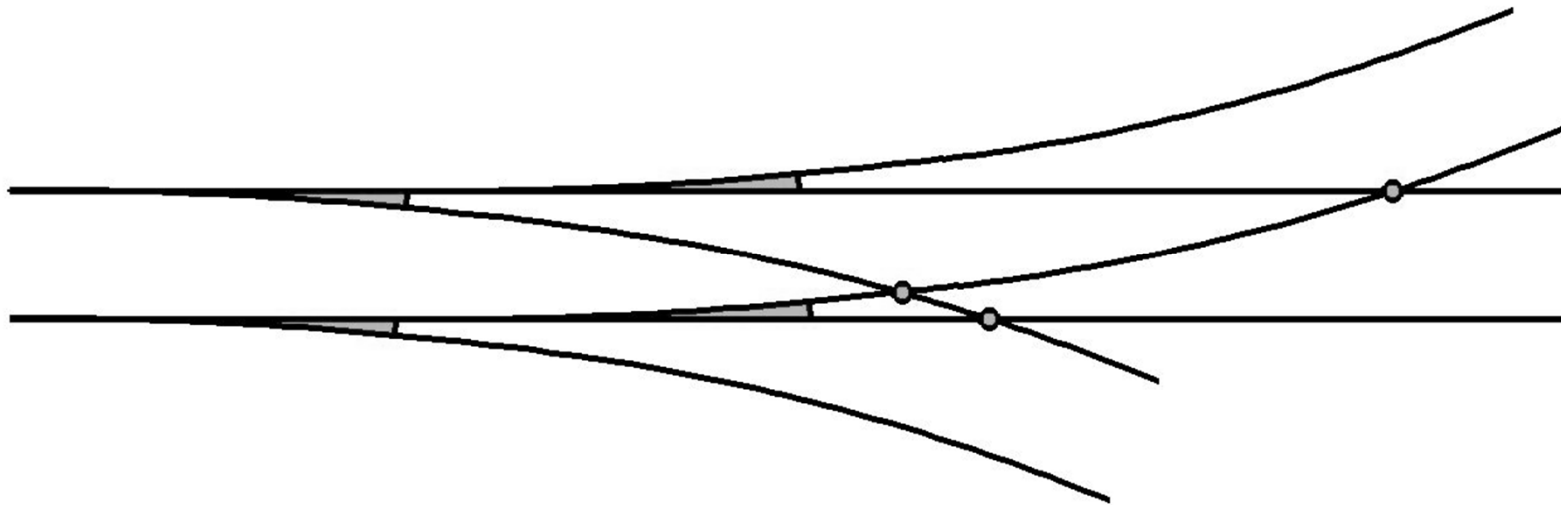
rozjazd zwyczajny

zwrotnica, szyny łączące, krzyżownica

w tramwajach:

rozjazd jednotorowy pojedynczy prawy

2 półzwrotnice i 1 krzyżownica



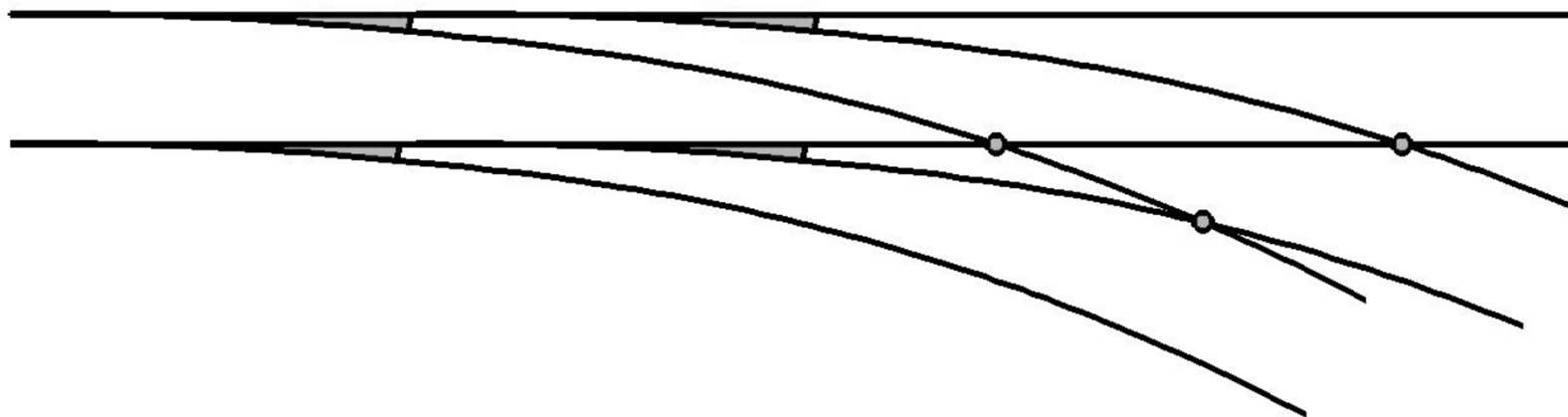
rozjazd jednotorowy podwójny dwustronny

prawo - lewy

4 półzwrotnice i 3 krzyżownice

na kolei takie rozjazdy:

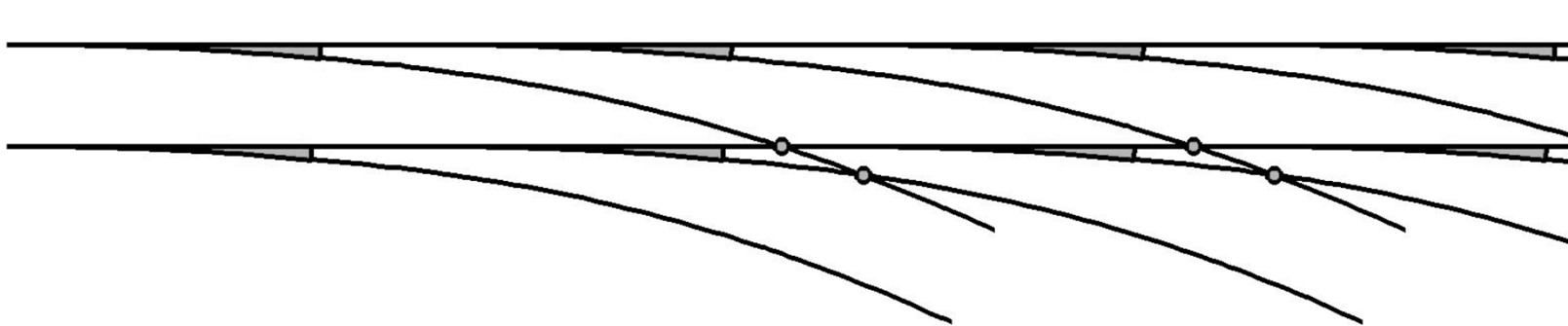
- nazywa się skupionymi albo podwójnymi
- stosuje się bardzo rzadko



rozjazd jednotorowy podwójny jednostronny dwuprawy

4 półwrotnice i 3 krzyżownice

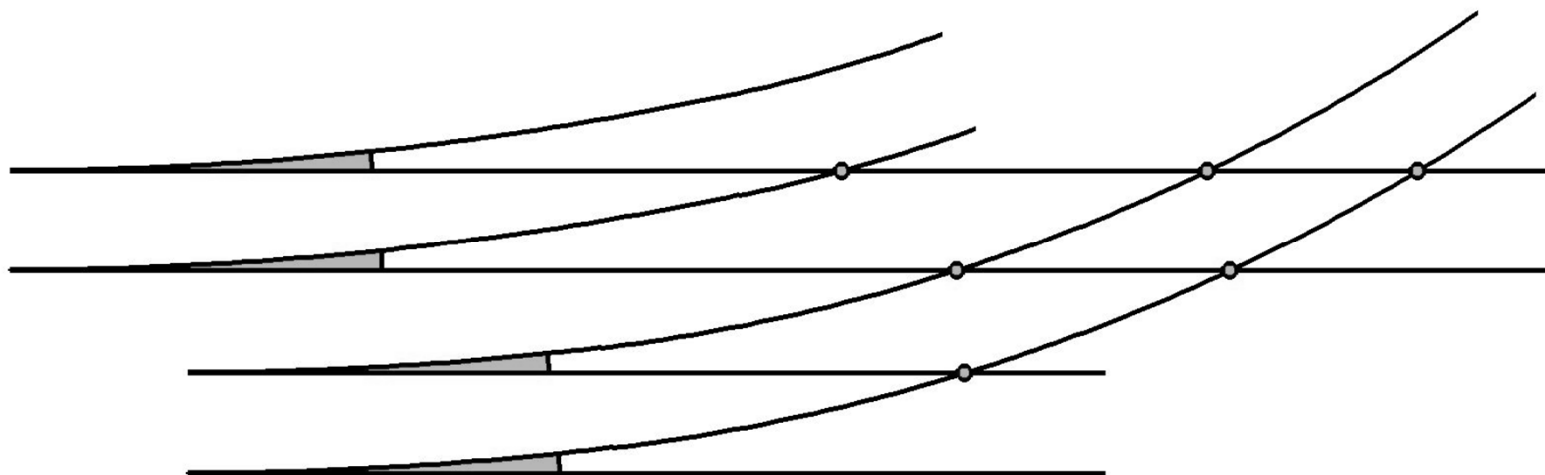
(pętle tramwajowe)



rozjazd jednotorowy wielokrotny (n-krotny) jednostronny prawy

**$2 \times n$ półzwrotnic i $2 \times n - 1$ krzyżownic
(n – liczba torów odgałęziających się)**

(pętle tramwajowe, zajezdnie)

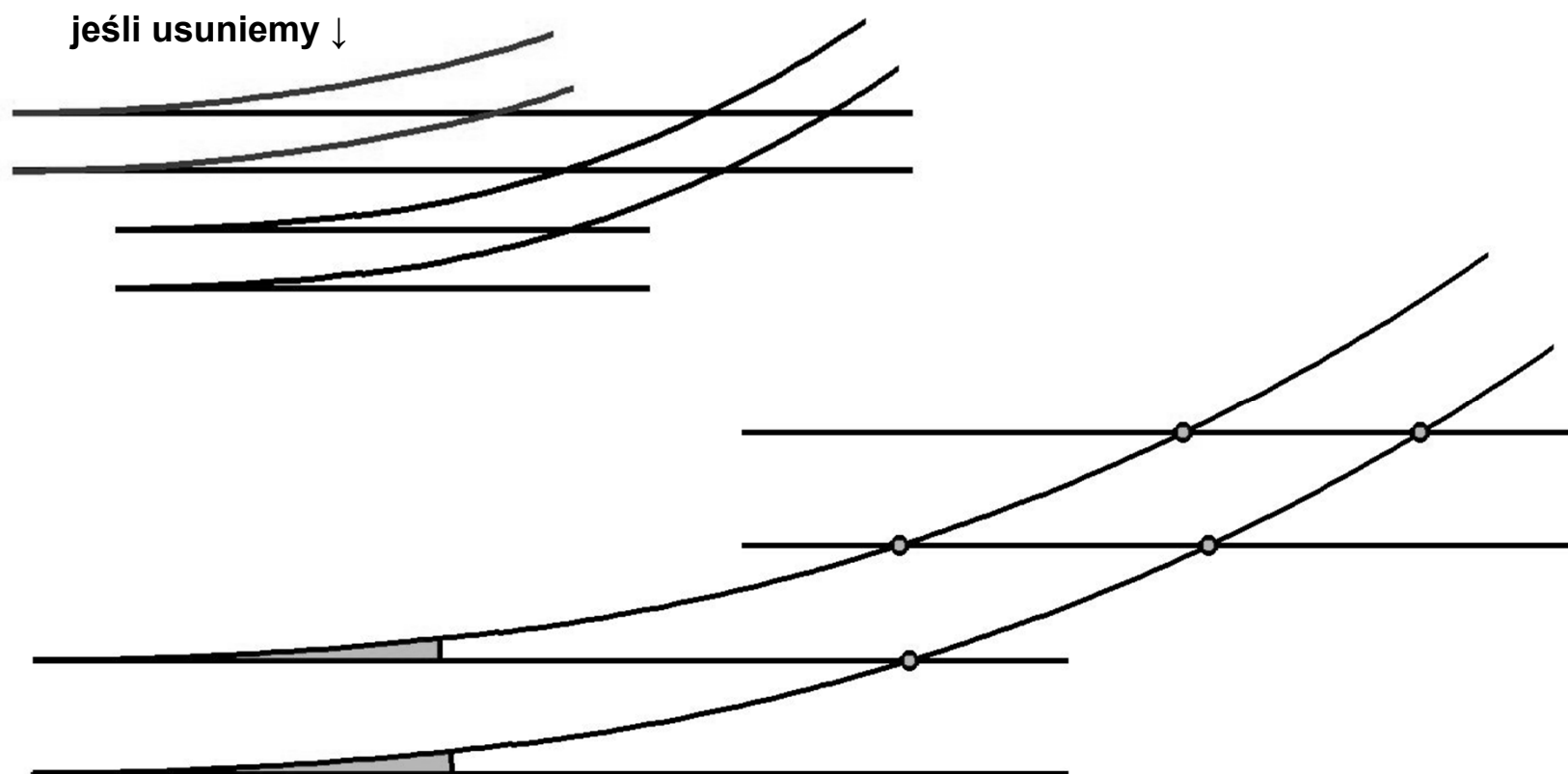


rozjazd dwutorowy pojedynczy

lewy

4 półwrotnice i 6 krzyżownic

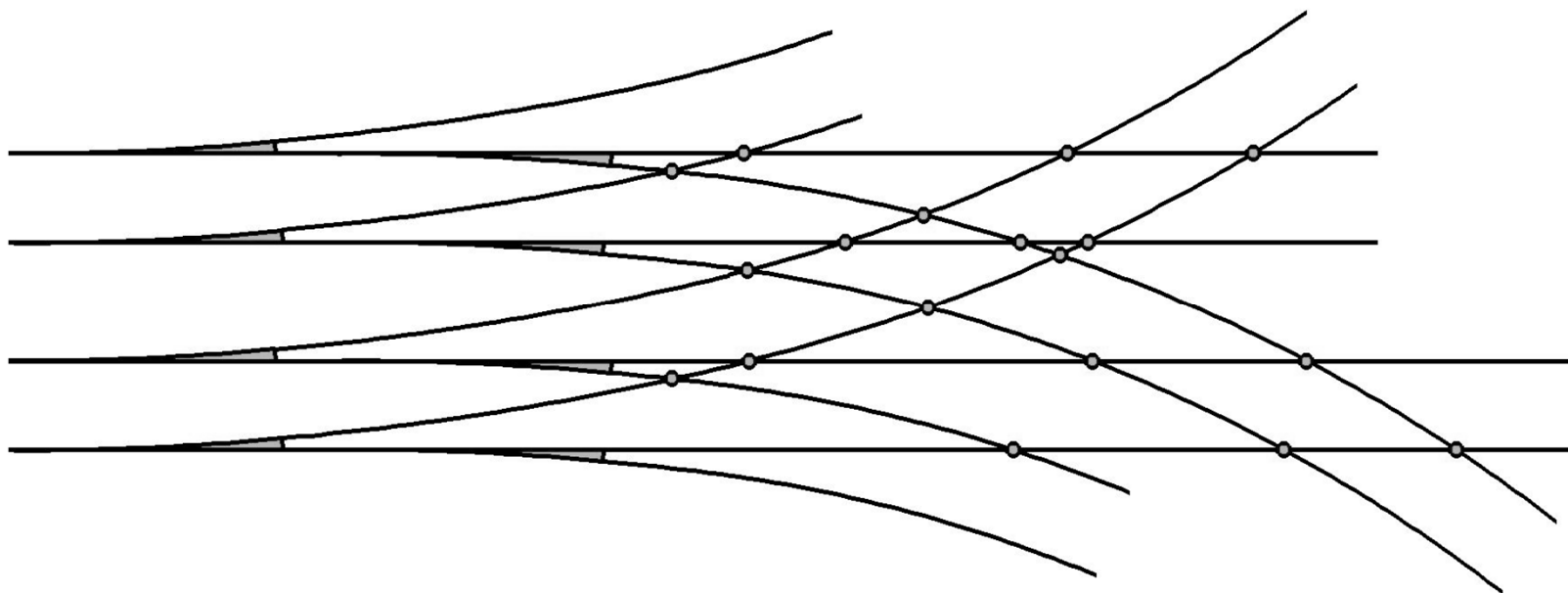
na kolei byłby to dwa rozjazdy zwyczajne i jedno skrzyżowanie torów



rozjazd dwutorowy pojedynczy niepełny lewy

2 półzwrotnice i 5 krzyżownic

na kolei byłby to rozjazd zwyczajny i skrzyżowanie torów

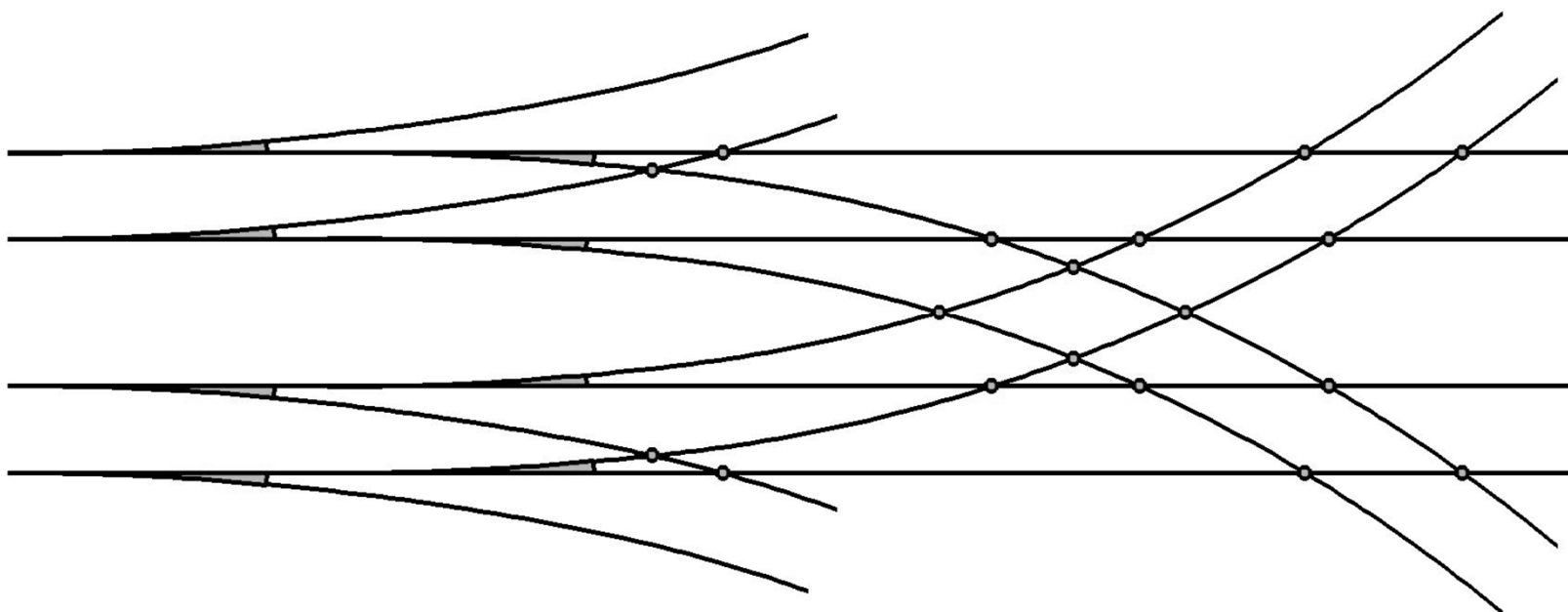


rozjazd dwutorowy podwójny niesymetryczny

lewo - prawy

**8 półzwrotnic i 18 krzyżownic
w szczególnych przypadkach krzyżownic może być mniej
(jeśli niektóre nałożą się na siebie)**

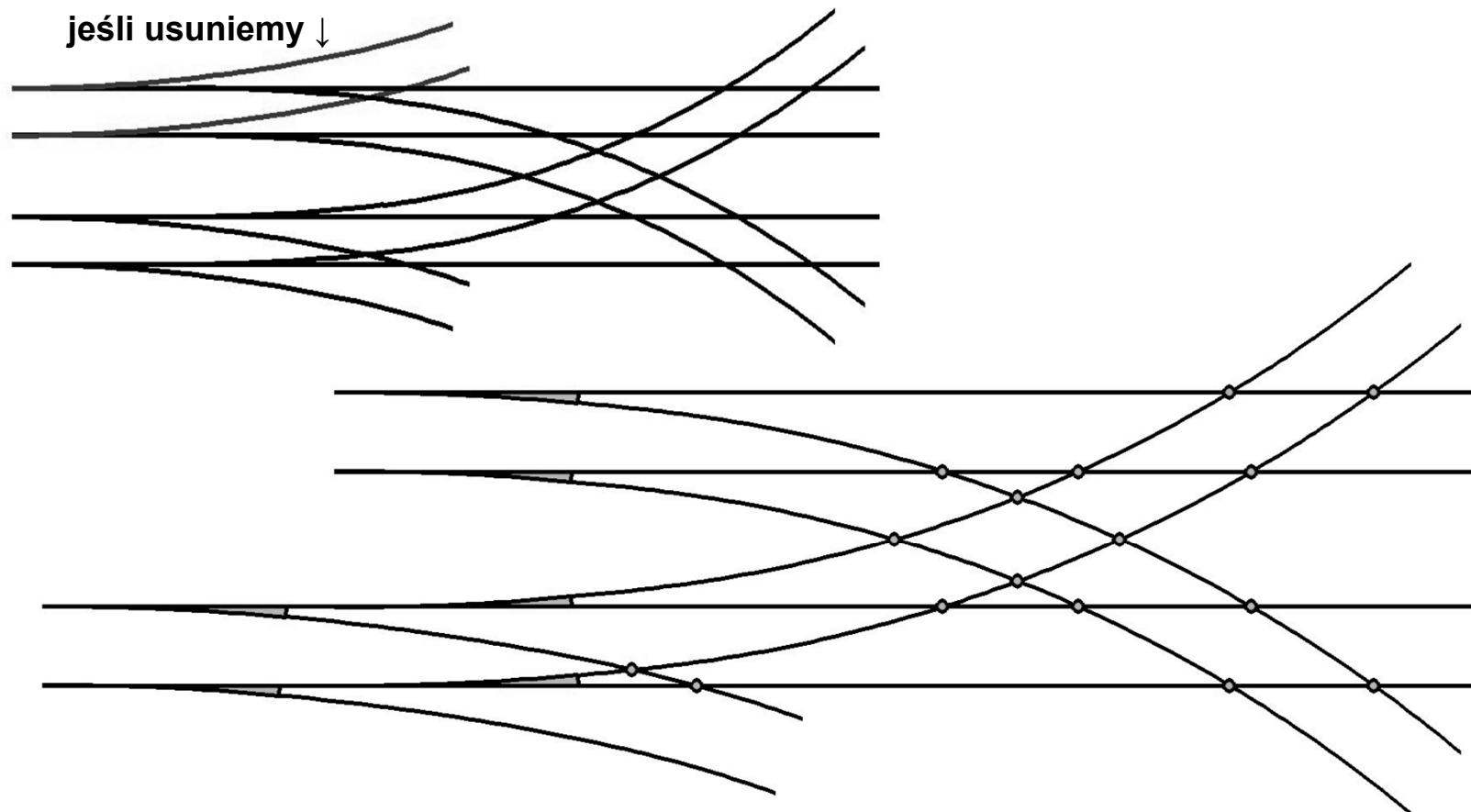
na kolei nie konstruuje się tego typu układów torowych



rozjazd dwutorowy podwójny symetryczny

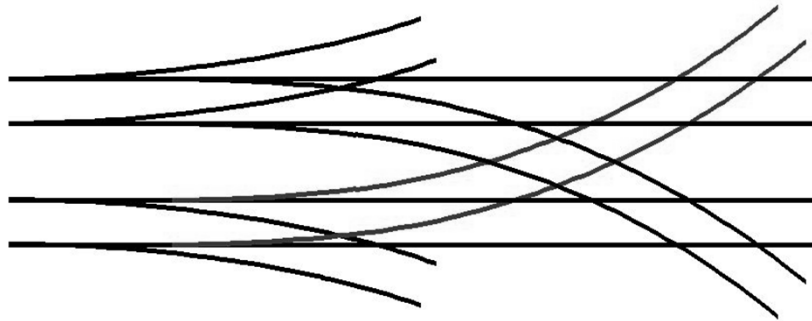
**8 półwrotnic i 18 krzyżownic
w szczególnych przypadkach krzyżownic może być mniej
(jeśli niektóre nałożą się na siebie)**

na kolei nie konstruuje się tego typu układów torowych



rozjazd dwutorowy podwójny symetryczny niepełny lewy wewnętrzny

**6 półzwrotnic i 16 krzyżownic
w szczególnych przypadkach krzyżownic może być mniej
(jeśli niektóre nałożą się na siebie)**

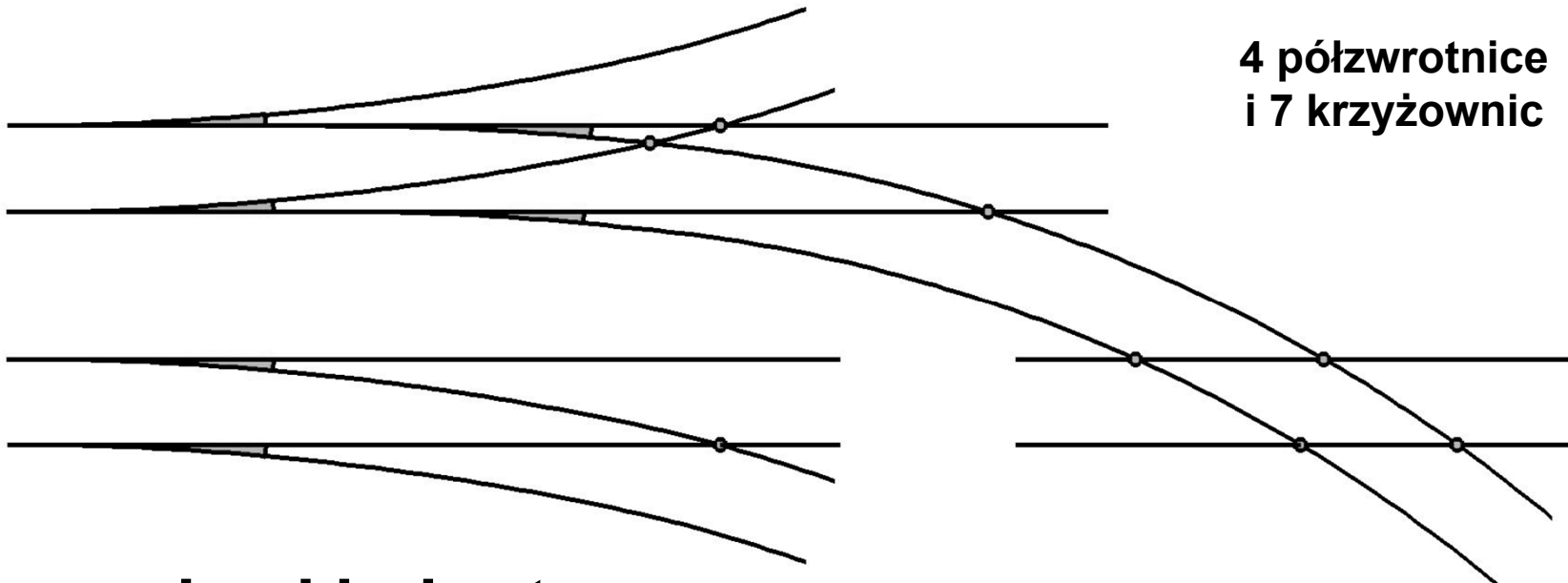


← jeśli usuniemy

(to tu trochę inaczej niż poprzednio)

↓ powstaną dwa osobne rozjazdy ↓

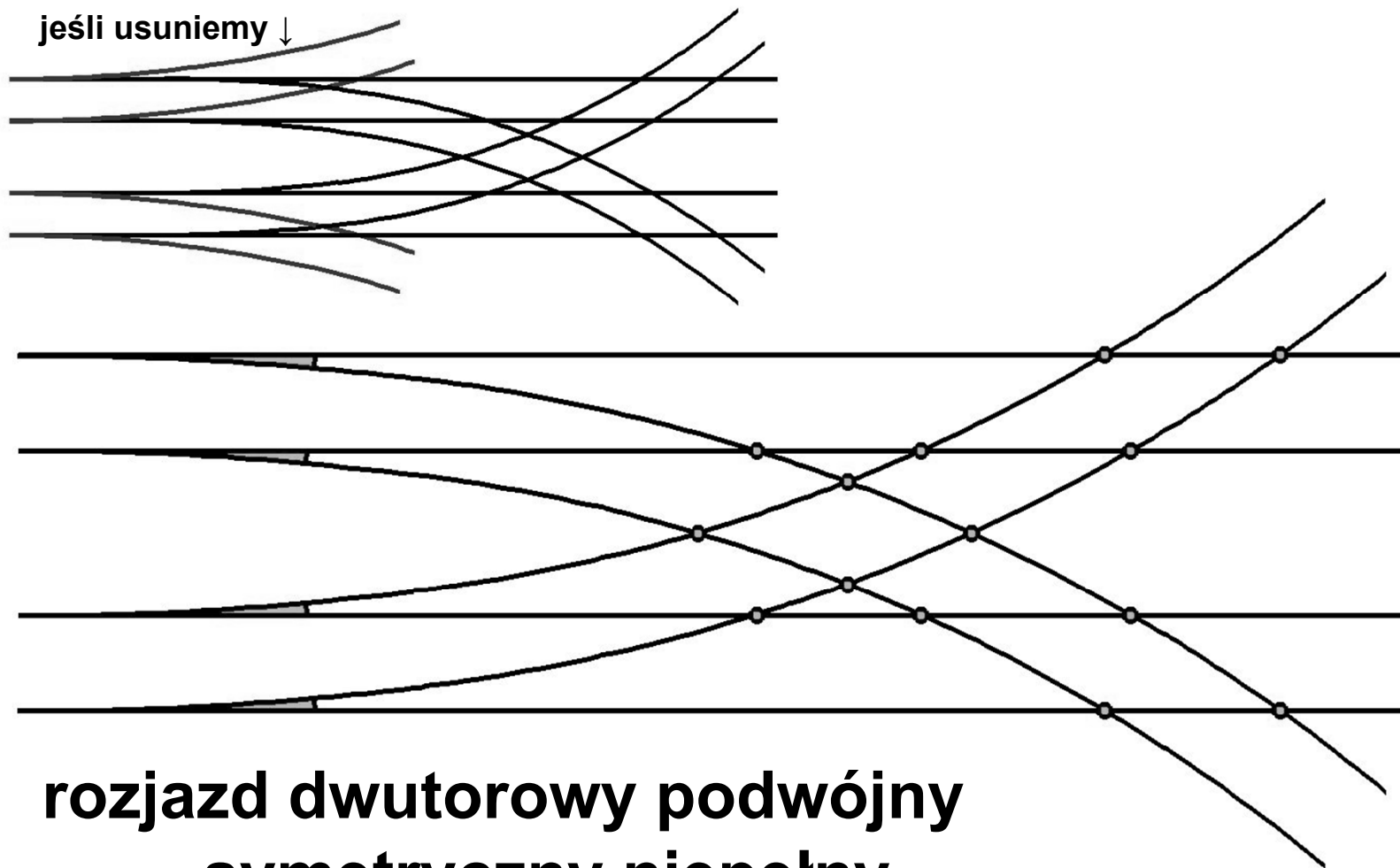
rozjazd dwutorowy podwójny niepełny prawy



4 półwrotnice
i 7 krzyżownic

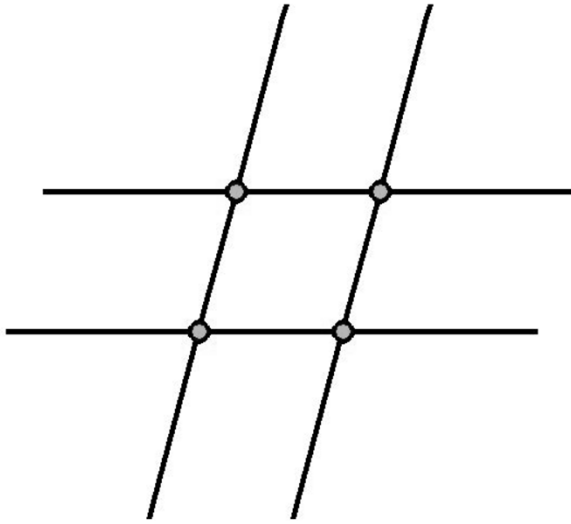
rozjazd jednotorowy pojedynczy prawy

2 półwrotnice
i 1 krzyżownica



rozjazd dwutorowy podwójny symetryczny niepełny

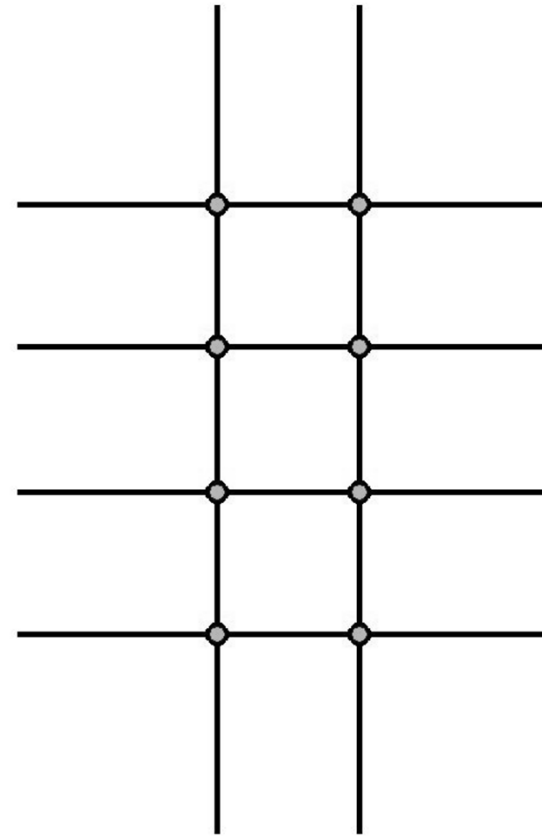
4 półzwrotnice i 14 krzyżownic
w szczególnych przypadkach krzyżownic może być mniej
(jeśli niektóre nałożą się na siebie)



**skrzyżowanie
dwutorowe**

ukośne
(kąt $< 80^\circ$)

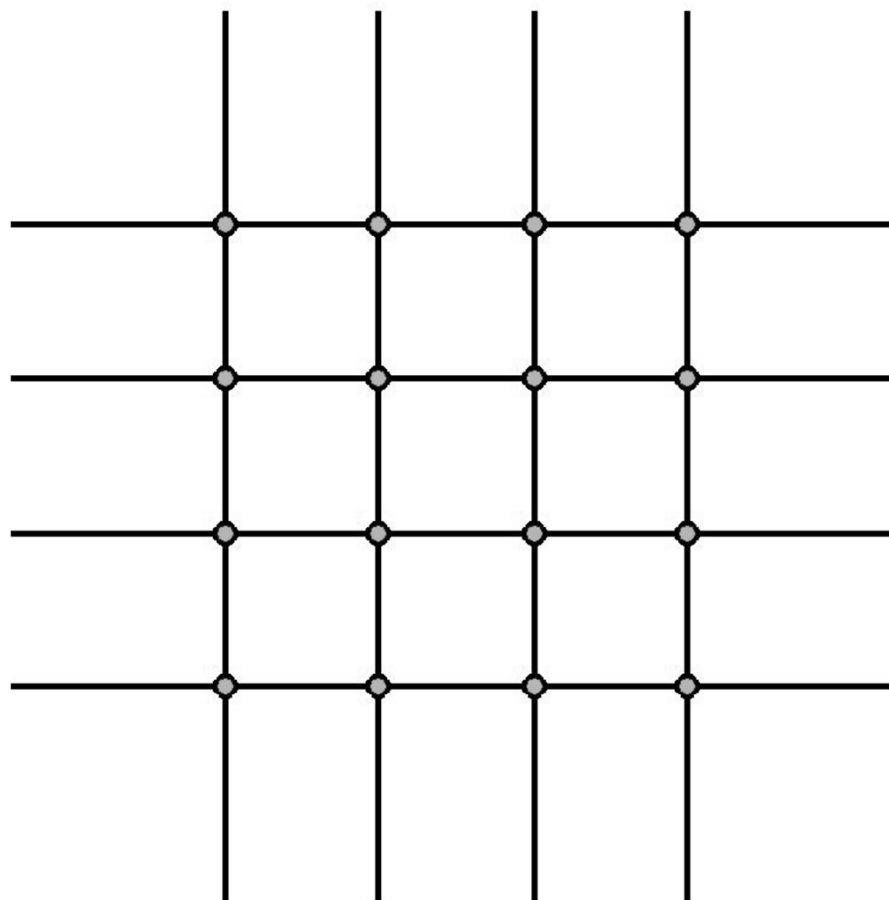
4 krzyżownice



skrzyżowanie trzytorowe

proste (kąt $\geq 80^\circ$)

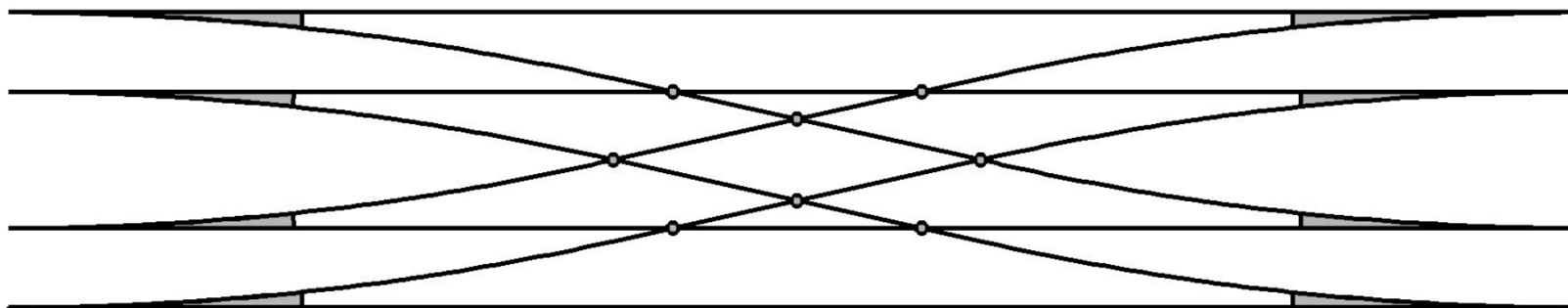
8 krzyżownic



skrzyżowanie czterotorowe

proste (kąt $\geq 80^\circ$)

16 krzyżownic



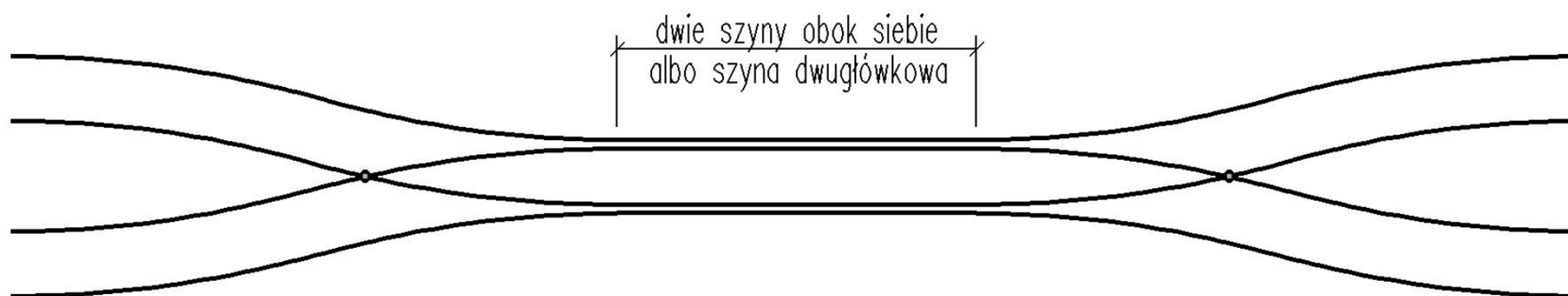
przejazd międzytorowy podwójny

8 półzwrotnic i 8 krzyżownic

(krańcówki tramwajowe, zajezdnie)

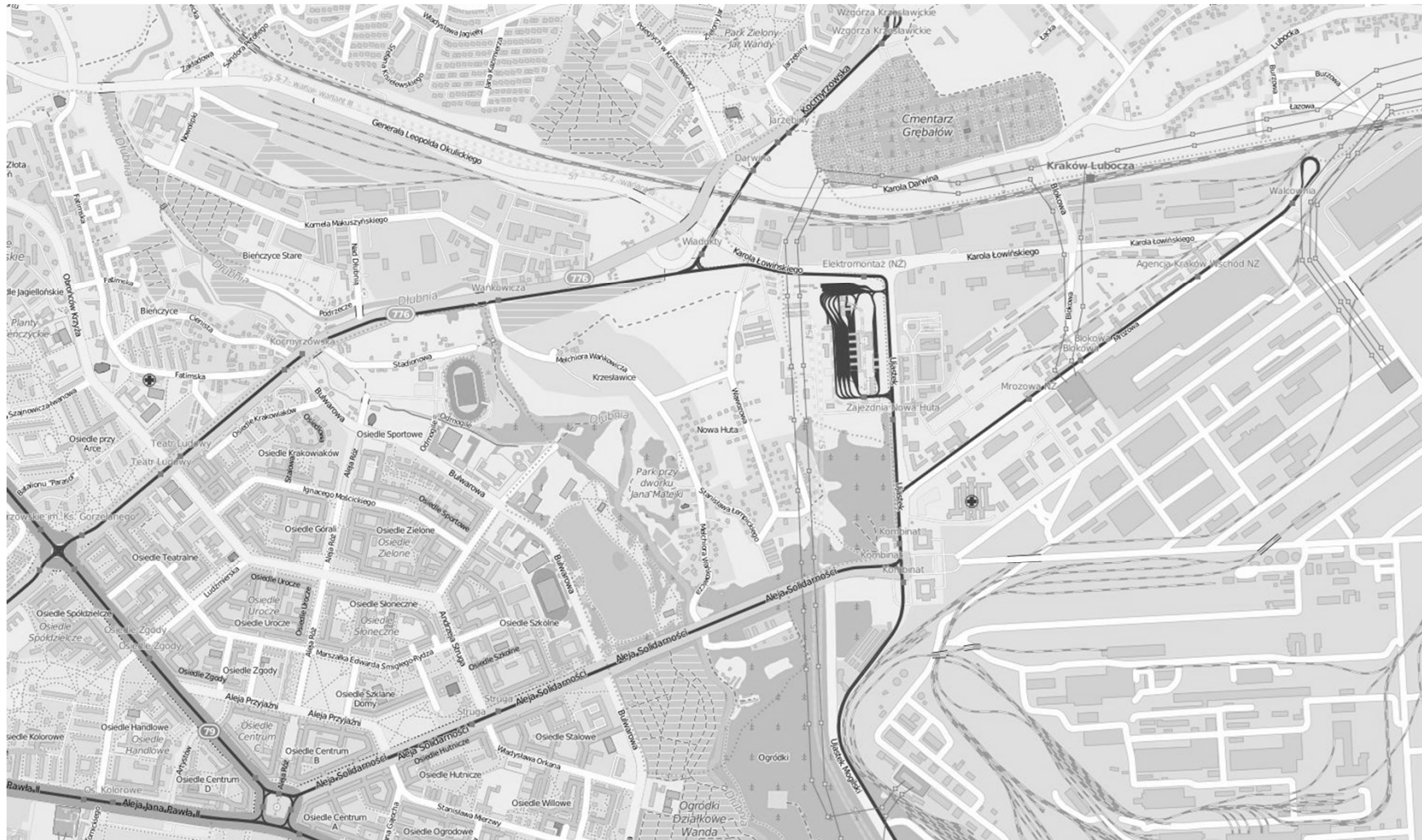
splot

(krótkie odcinki przewężeń)



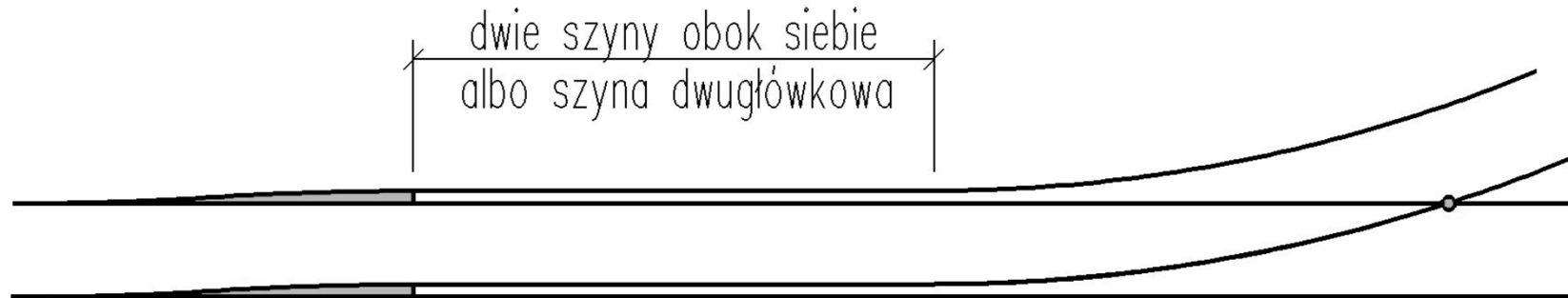
2 krzyżownice

KRAKÓW – splót torowy



**pomiędzy przystankami Wiadukty i Darwina
(nad linią kolejową i ul. Łowińskiego)**

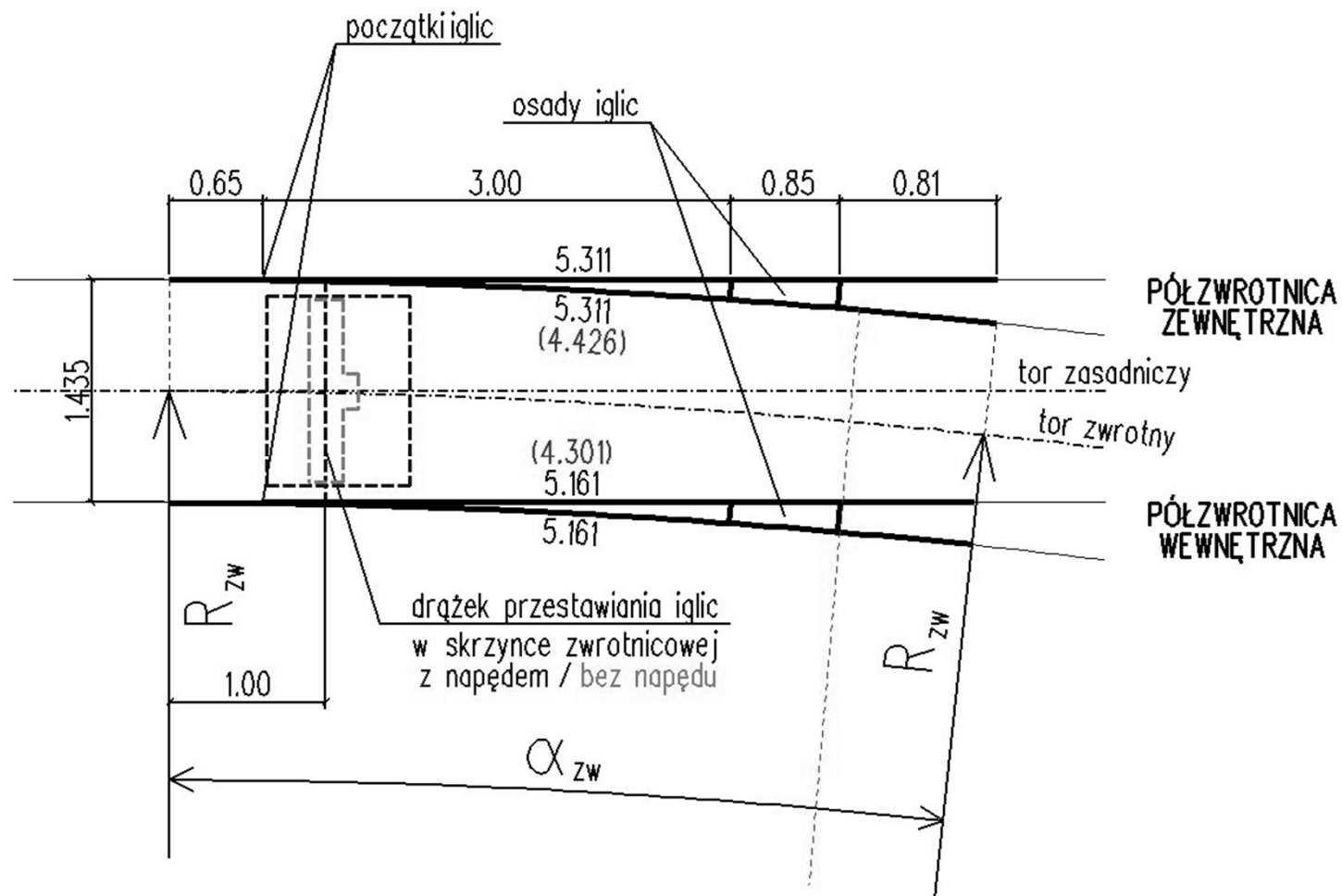
rozjazd przedłużony



2 półzwrotnice, 1 krzyżownica

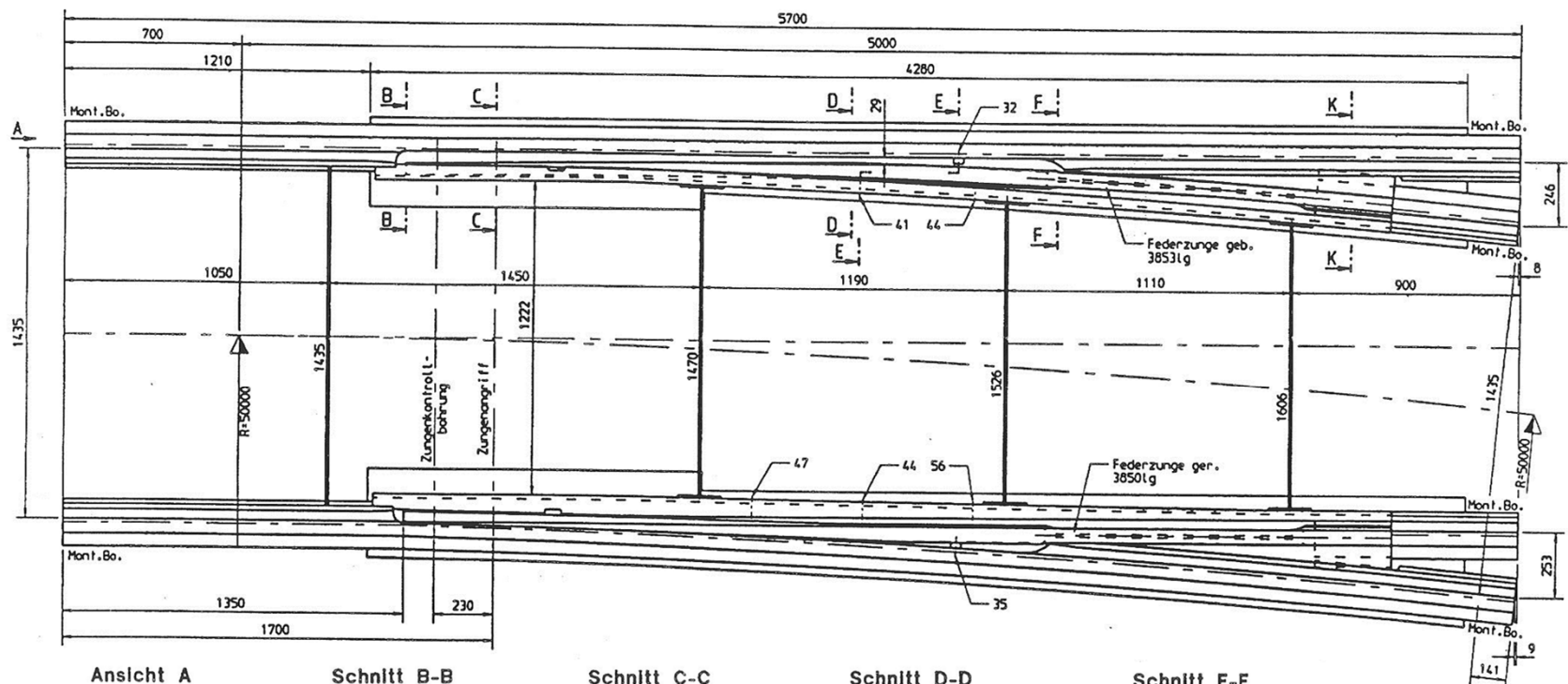
- **w przypadku braku możliwości normalnego usytuowania zwrotnicy:**
 - łuk w torze zasadniczym
 - pokrywanie się zwrotnicy z przejściem dla pieszych, pasami ruchu kołowego, inną zwrotnicą albo krzyżownicą
- **ze względu na sterowanie ruchem:**
 - wzrost przepustowości w wyniku preselekcji kierunków

Zwrotnice: rozwiązanie typowe



promień: $R_{zw} = 50 \text{ m}$

kąt: $\alpha_{zw} = 6^\circ$ (5° - tzw. skrócone)



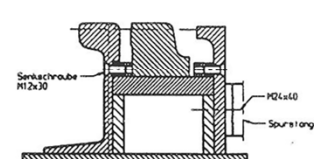
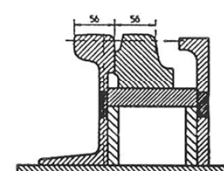
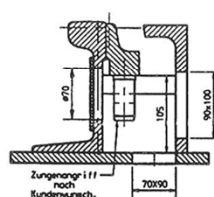
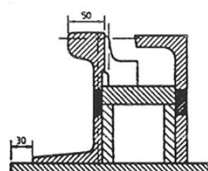
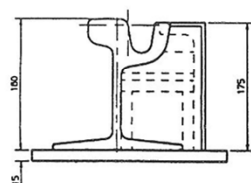
Ansicht A

Schnitt B-B

Schnitt C-C

Schnitt D-D

Schnitt E-E

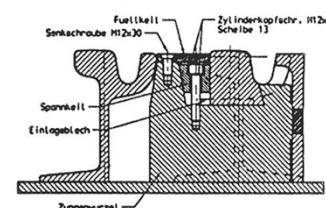
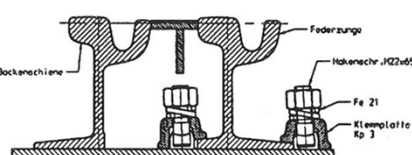
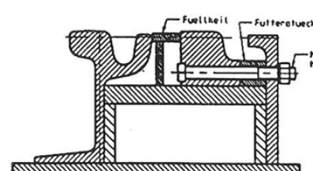
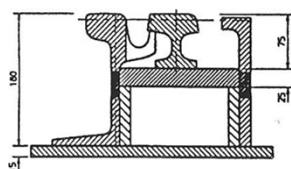


Schnitt F-F

Schnitt G-G

Schnitt H-H

Schnitt K-K



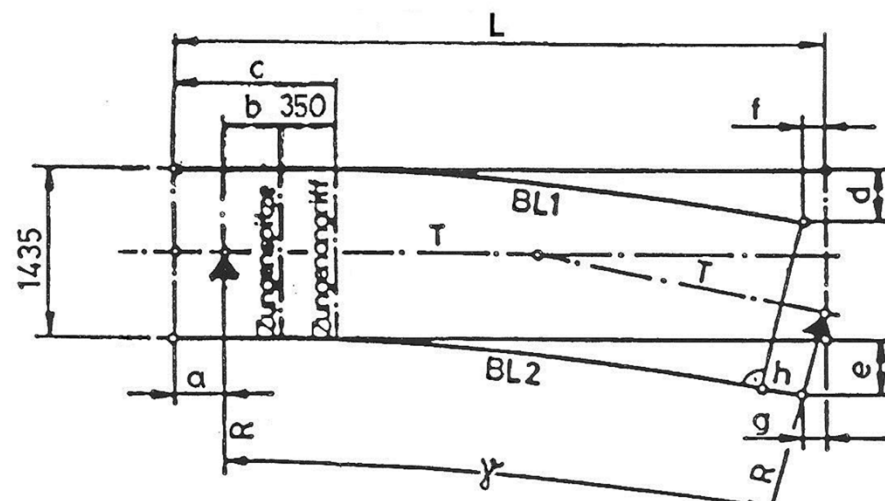
zwrotnica

R=50

firmy VAE

(Austria)

zwrotnice
o innych
promieniach:



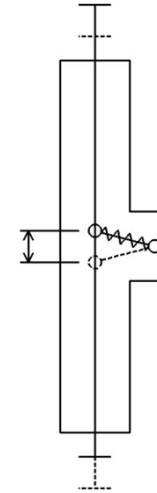
R	(m)	18	20	25	50	100	150
L	(mm)	3800	3800	4500	5000	7000	8500
BL 1 BL 2	(mm)	3500	3500	4000	5000	7000	8500
T	(mm)	1829	1820	2064	2539	3527	4272
a	(mm)	300	300	500	0	0	0
b	(mm)	100	100	0	650	800	1000
c	(mm)	750	750	850	1000	1150	1350
d	(mm)	326	295	310	246	243	240
e	(mm)	353	317	329	253	247	242
f	(mm)	20	17	16	8	6	5
g	(mm)	24	19	18	9	6	5
h	(mm)	268	242	223	141	100	81
γ	(Allgrad)	1160337°	1039986°	9438201°	5812994°	4039689°	3262366°

- **w rozjazdach podwójnych:**
 - skrócenie półwrotnic do $\alpha_{zw} = 5^\circ$
 - minimalna odległość pomiędzy początkami dwóch następujących po sobie półwrotnic: 4,5 m
 - minimalna odległość pomiędzy początkiem półwrotnicy a środkiem najbliższej krzyżownicy: 5 m
- **iglice umieszczamy poza pasami ruchu kołowego i przejściami dla pieszych – ochrona przed:**
 - nanoszeniem błota i śniegu do rowka obok iglicy
 - ochlapaniem lub „przytrzaśnięciem” pieszych
- **iglice posiadają elektryczne ogrzewanie:**
 - aby zimą nie przymarzały do opornic
 - aby śnieg nie gromadził się w rowku obok iglicy
 - załącza się automatycznie przy spadku temperatury poniżej $+2^\circ \text{C}$
- **zwrotnice tramwajowe są rozpruwalne (tramwaj na kierunku zjazdowym sam sobie przestawia iglice kołami):**
 - zwrotnice zjazdowe
 - zwrotnice najazdowe – przy awaryjnym cofaniu

- **skrzynka zwrotnicowa:**

- 1) **mechanizm:**

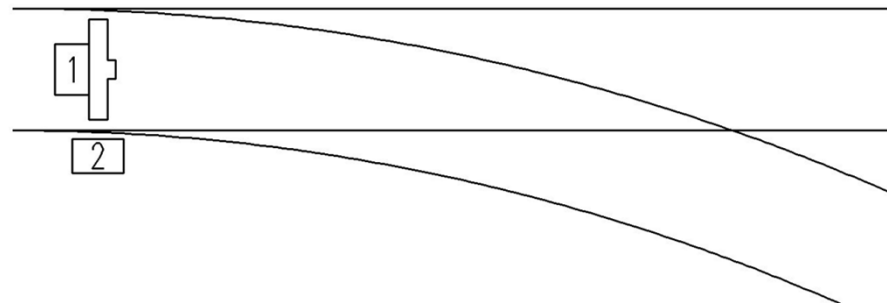
- zapewniający pozostawanie iglicy jedynie w dwóch skrajnych położeniach (dźwignia ze sprężyną)
- umożliwiające przestawianie zwrotnicy:
 - tylko ręcznie - kluczem (zwrotnikiem, „wajchą”)
 - ręcznie i automatycznie (elektrycznie - kiedyś elektromagnesy, obecnie silniki)



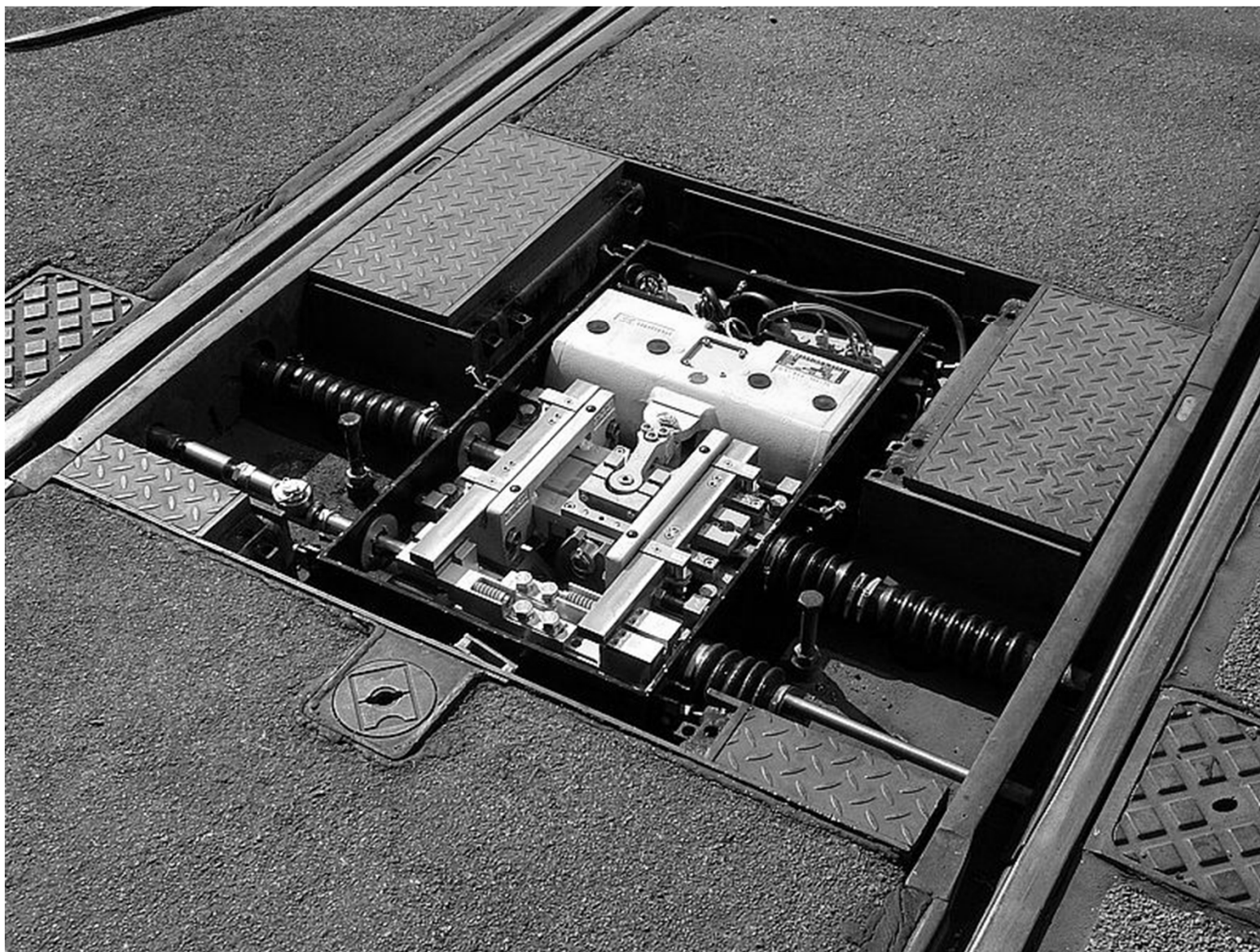
- 2) **odwodnienie - rura spustowa w najniższym punkcie, podłączona przykanalikiem do studni kanalizacji deszczowej**

- **napędy zwrotnicowe:**

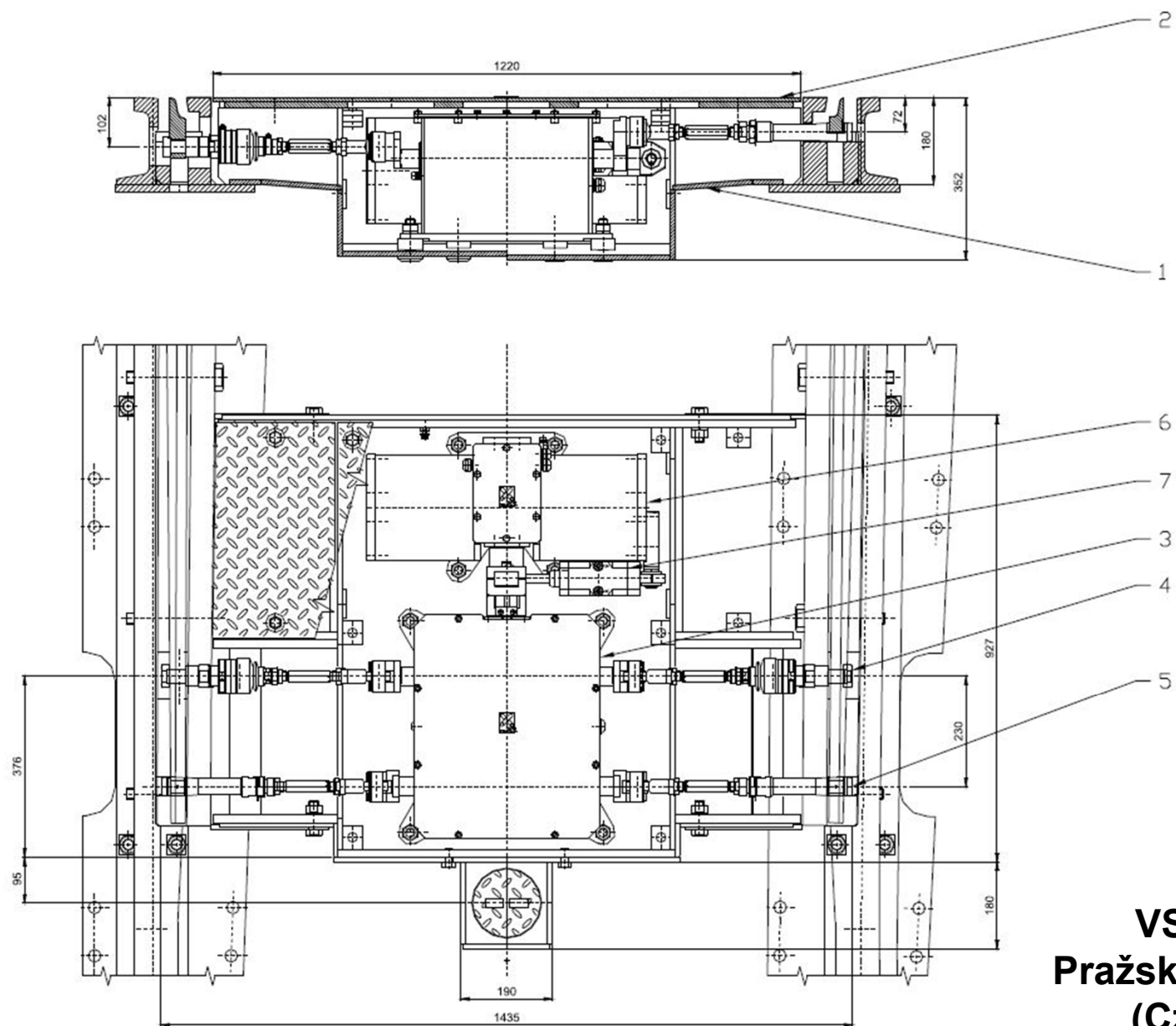
- starsze – w osobnych skrzynkach (1 albo 2)



- obecnie – zintegrowane ze skrzynką zwrotnicową



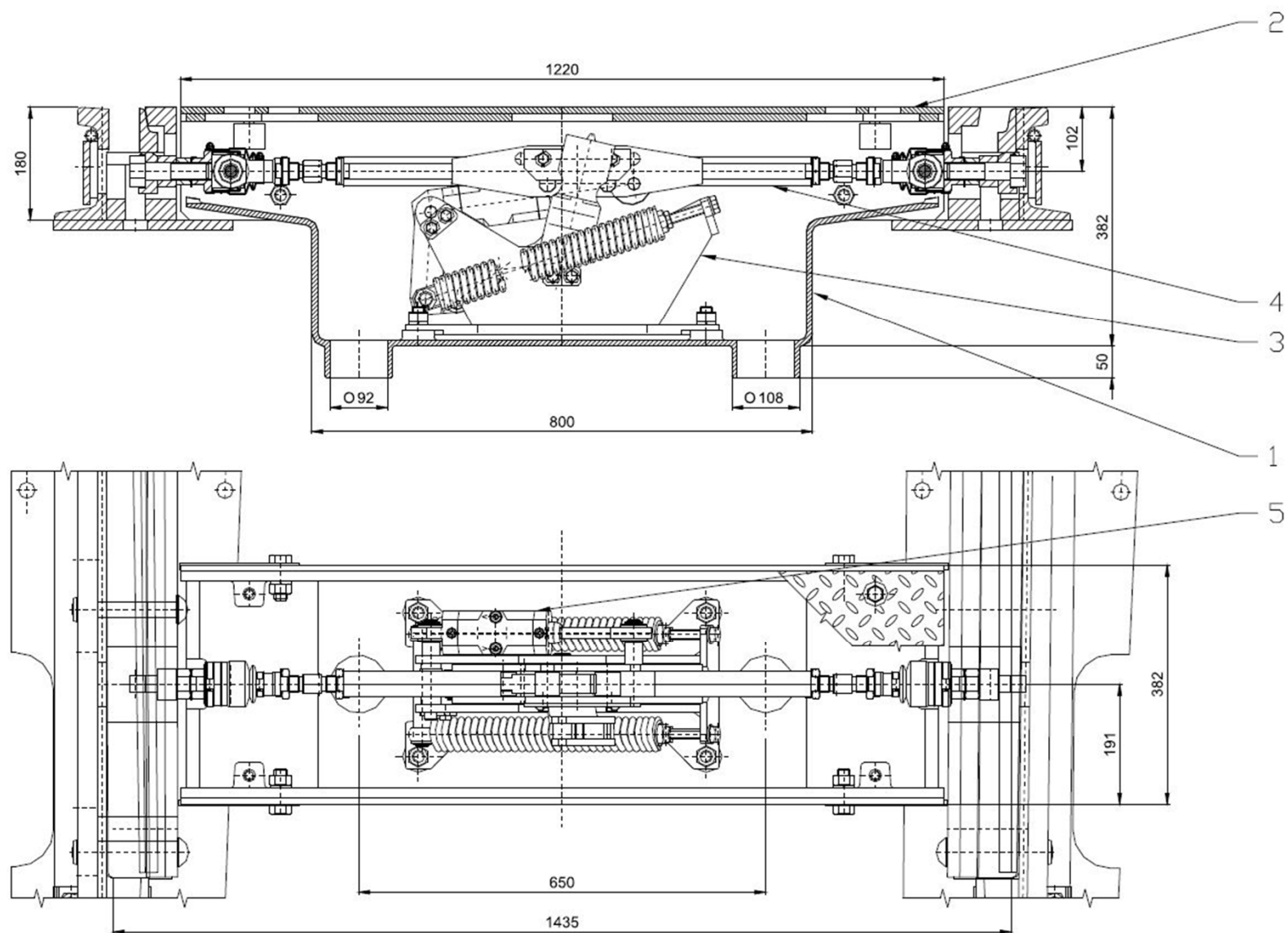
napęd zwrotnicowy firmy Hanning & Kahl (Niemcy)



VSP-1-K
Pražská Strojirna
(Czechy)



Wrocław, ul. Borowska / Dyrekcyjna – wlot północny (do wakacji 2016)



VS_20 (tylko ręczny) Pražská Strojirna (Czechy)



Wrocław, ul. Borowska / Dyrekcyjna – wylot południowy (do wakacji 2016)
**(niespełniony wymóg braku pokrywania się iglicy z przejściem dla pieszych – ale
jest to zwrotnica zjazdowa)**

RODZAJE ZWROTNIC:

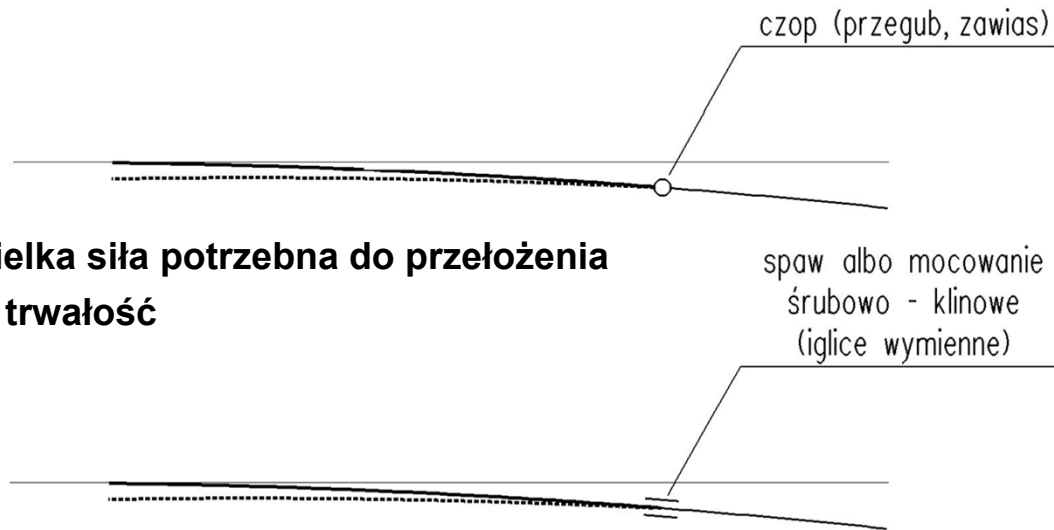
- **z osadą iglic:**

- **czopową**

zaleta - niewielka siła potrzebna do przełożenia
wada - niska trwałość

- **sprężystą**

zaleta / wada - odwrotnie jak powyżej

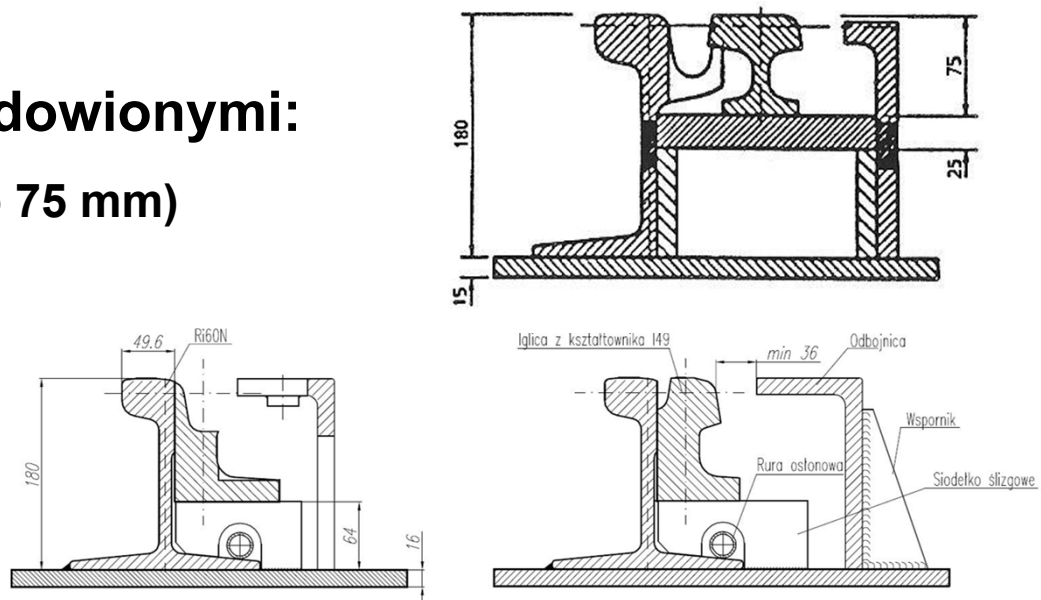


- **z iglicami posadowionymi:**

- **płytko (60 albo 75 mm)**

- **głęboko - typu kolejowego (116 mm)**

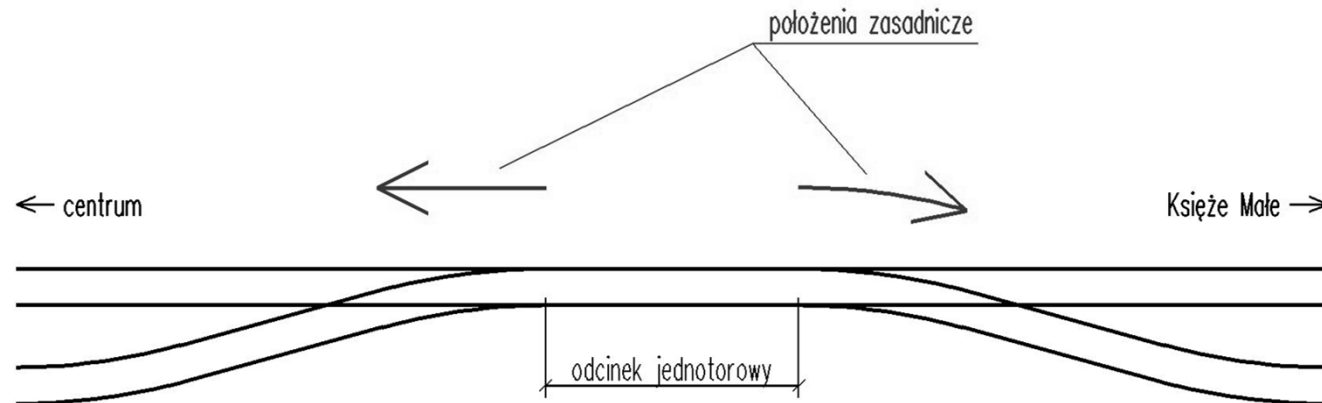
(trwalsze ale droższe)



- **pod względem kierunku ruchu:**
 - najazdowe
 - zjazdowe
 - najazdowo-zjazdowe:
 - linie jednotorowe z ruchem dwukierunkowym (Wrocław: Klecina, Księża Małe)
 - krańcówki dla tramwajów dwukierunkowych (Wrocław: Gaj, Kozanów, Stadion Miejski)
- **z napędem:**
 - **ręcznym** - zjazdowe oraz niektóre najazdowe - tylko dla relacji awaryjnych oraz w zajezdniach (starych)
 - **automatycznym** - najazdowe dla relacji stałych:
 - **z ryglowaniem** (obecnie standard; mają znak „X” na wyświetlaczu) albo bez (starsze)
 - **ze sterowaniem:**
 - „sankami” (zwarcie pantografem przy jeździe z poborem albo bez poboru prądu) – obecnie wycofywane (ze względu na zakłócenia łączności radiowej)
 - na podczerwień albo fale radiowe - obecnie stosowane

SZCZEGÓLNE TYPY ZWROTNIC:

- **z pojedynczą iglicą:**
 - tylko w toku zewnętrznym (siła odśrodkowa)
 - w toku wewnętrznym – same rowki
 - względy oszczędnościowe
 - obecnie niestosowane (najdłużej w Łodzi)
- **samopowrotne (sprężynujące):**
 - na odcinkach jednotorowych z ruchem dwukierunkowym



obecnie, ze względu na uciążliwość (hałas) zastępowane automatycznymi
albo wyposażane w hydrauliczne tłumiki

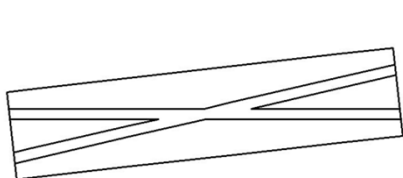
- na krańcówkach – film 3 (ul. Kosmonautów/Grabowa)

RODZAJE KRZYŻOWNIC:

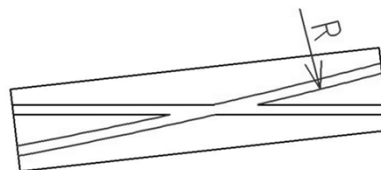
- **pod względem konstrukcyjnym:**
 - **szynowe:**
 - szyny po wygięciu są cięte (bardziej tnie się szynę mniej obciążoną ruchem) i łączone na łubki i śruby albo spawaniem
 - rozwiązanie obecnie nie stosowane ze względu na niską trwałość
 - **blokowe:**
 - w prostopadłościennym bloku ze stali (wysokość 180 mm, szerokość 300 mm) frezuje się rowki i dołącza szyny poprzez spawanie
 - rozwiązanie obecnie powszechnie stosowane

- **pod względem liczby toków i geometrii:**

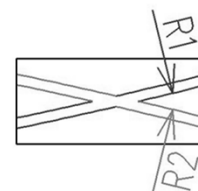
- **dwutokowe:**



PROSTA

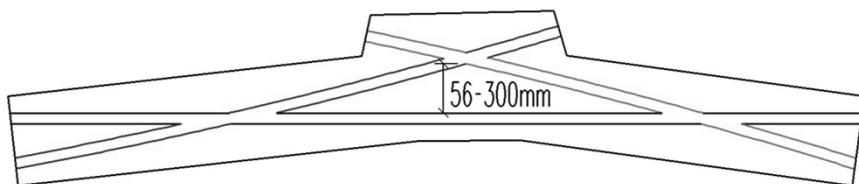


ŁUKOWA

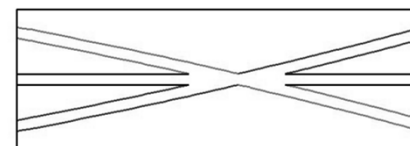


DWUŁUKOWA

- **trzytokowe:**

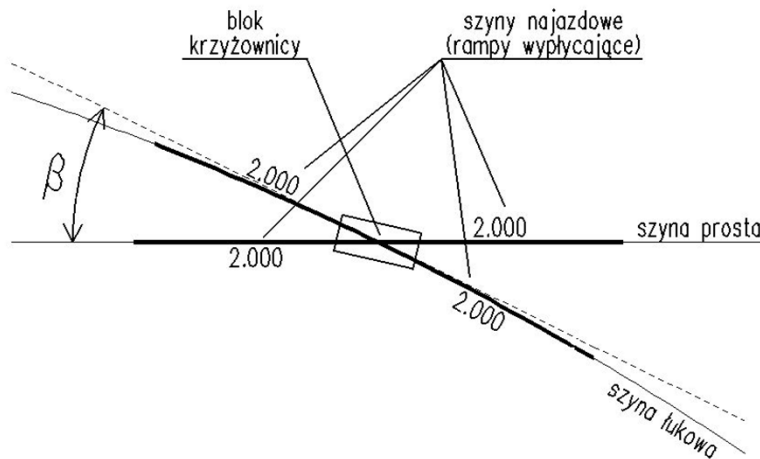


TRÓJKĄTNA



PUNKTOWA

GEOMETRIA KRZYŻOWNIC:



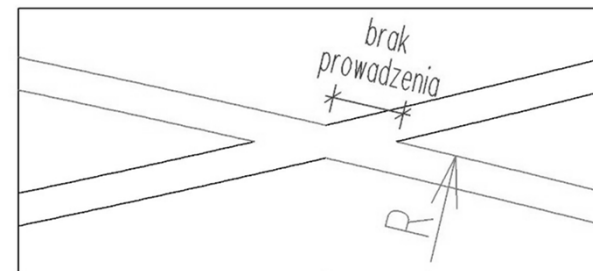
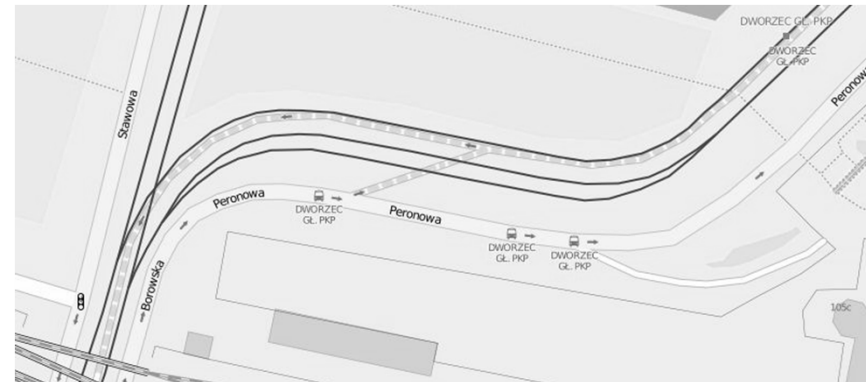
kąt krzyżownicy β :

- minimalny - 9°
- zalecany $> 13^\circ$

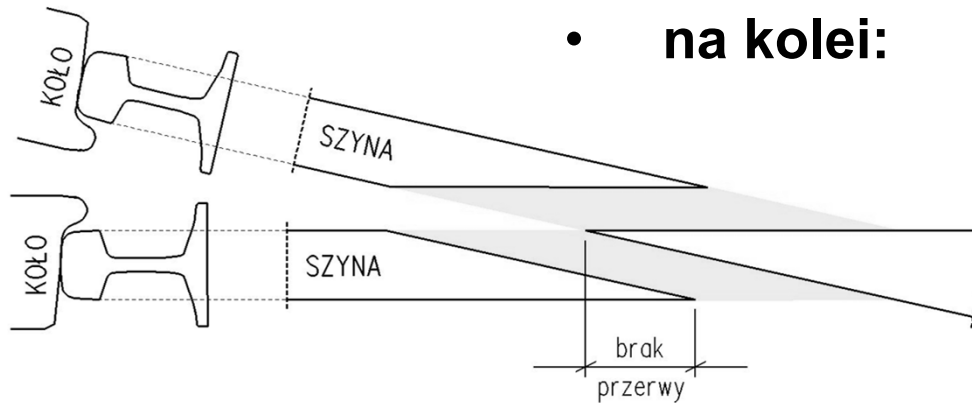
przy mniejszych kątach pojawia się ryzyko wykolejenia

(podczas przejazdu przez dziób krzyżownicy koło może trafić w „nie swój” rowek)

- **należy unikać krzyżownic dwulukowych o łukach w tym samym kierunku**
(węzeł Stawowa / Peronowa 1999 – dodatkowy tor nie jest wykorzystywany, gdyż często wjazdy na niego kończyły się wykolejeniem →)
- **należy unikać zmiany wartości promienia łuku na długości bloku krzyżownicy, natomiast jest to bezwzględnie niedopuszczalne w gardzieli krzyżownicy (przed dziobem)**



problem „ROWKA” rozwiązany inaczej niż na kolei



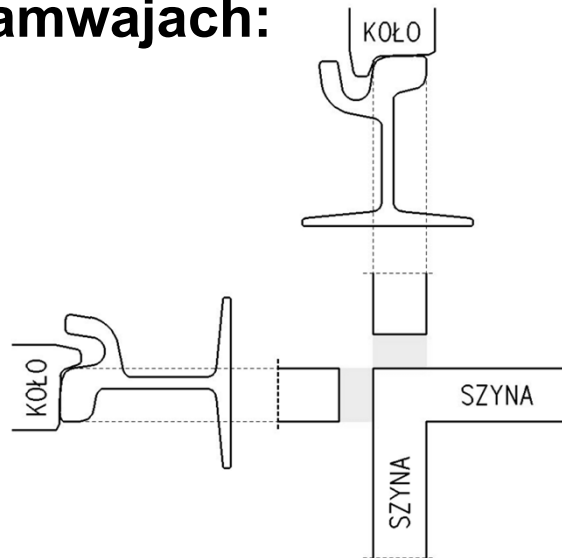
- **na kolei:**

- małe skosy: $\leq 1:9$
- szerokie koło: 135 mm
- szeroka główka szyny: 49E1 – 70 mm

KOŁO NIE WPADA W ROWEK !

(kolor żółty – „brak” główki szyny)

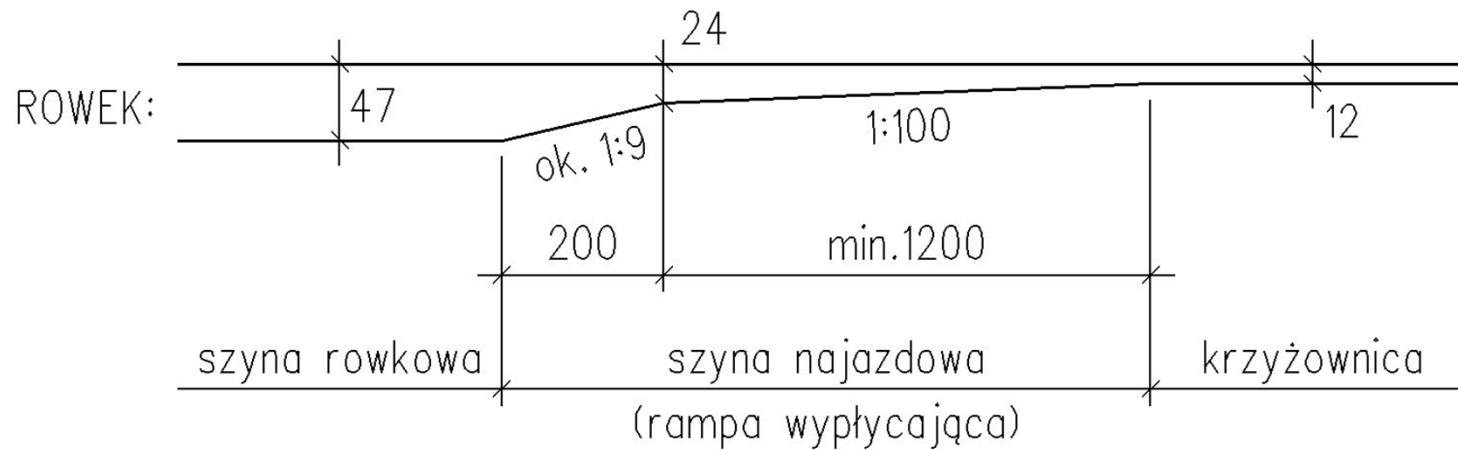
- **w tramwajach:**



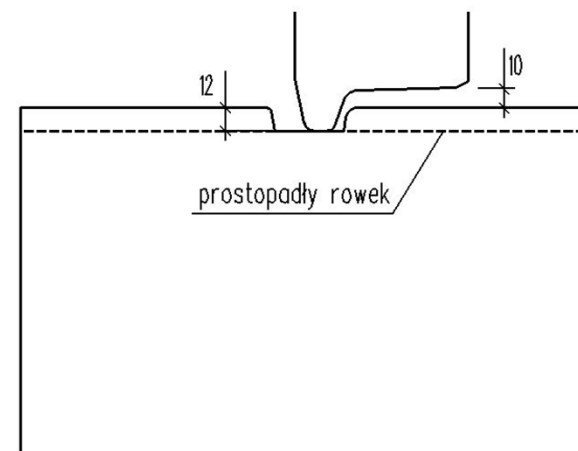
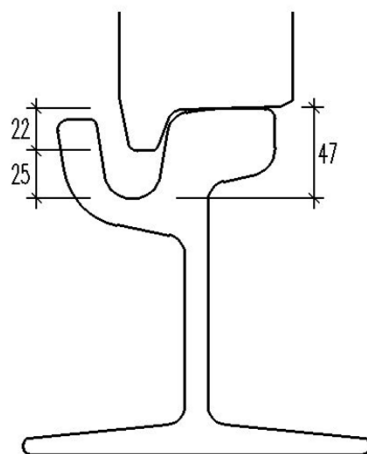
- duże skosy: od 9° (1:6,3) do 90°
- wąskie koło: 90 mm (95 mm - Skoda)
- wąska główka szyny: 60R2 – 56 mm

KOŁO WPADA W ROWEK !

Jak temu przeciwdziałać ?



w krzyżownicy stosuje się wypłylenie rowka z 47 mm do 12 mm



tak aby koło pokonując krzyżownicę toczyło się obrzeżem, a nie bieżnią