Załącznik do uchwały Nr 305/2025
Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
z dnia 15 kwietnia 2025 r.

STANDARDY TECHNICZNE

szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych

do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h

TOM I – ZAŁĄCZNIK ST-T1-A6

UKŁADY GEOMETRYCZNE TORÓW

Zespół autorski PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w składzie:

1) mgr inż. Michał Migdal
2) mgr inż. Dariusz Szczepiński
3) inż. Janusz Karliński
4) mgr inż. Rafał Frączek

Konsultant zewnętrzny:

1) dr inż. Andrzej Massel – Instytut Kolejnictwa

SPIS TREŚCI

1 POSTANOWIENIA WPROWADZAJĄCE 5
2 ZAKRES STOSOWANIA 7
3 DEFINICJE PODSTAWOWE 8
4 DOKUMENTACJA PROJEKTOWA 11
4.1 WYKAZ STOSOWANYCH SKRÓTÓW I OZNACZEŃ 12
4.2 OZNACZENIA ELEMENTÓW UKŁADU GEOMETRYCZNEGO NA PLANACH 13
4.3 PUNKTY STYKU ODRĘBNYCH PROJEKTÓW UKŁADU GEOMETRYCZNEGO TORÓW 16
4.4 PIKIETAŻ DO CELÓW PROJEKTOWYCH 16
5 PROJEKTOWANIE – ZASADY OGÓLNE 18
6 STOPNIOWANIE WARTOŚCI DOPUSZCZALNYCH PARAMETRÓW 21
7 PRZEKROCZENIA PROGU P2 (ZASTOSOWANIE WARTOŚCI WYNIKAJĄCYCH Z PRZEPISÓW POWSZECHNIE OBOWIĄZUJĄCYCH) ORAZ PRZEKROCZENIA PROGU P1 DLA PARAMETRU NIEDOMIARU PRZECHYŁKI 23
8 KSZTAŁTOWANIE PROFILU PRĘDKOŚCI 25
9 PARAMETRY UKŁADU GEOMETRYCZNEGO W PŁASZCZYŹNIE POZIOMEJ 27
9.1 MINIMALNE DŁUGOŚCI ŁUKÓW POZIOMYCH I PROSTYCH [L] 27
9.2 PROMIEŃ ŁUKU POZIOMEGO [R] 27
9.3 PRZECHYŁKA [D] 31
9.4 NIEDOMIAR PRZECHYŁKI [I] 34
9.5 NADMIAR PRZECHYŁKI [E] 35
9.6 RAMPY PRZECHYŁKOWE 35
9.7 KRZYWE PRZEJŚCIOWE 38
9.8 POCHYLENIE RAMPY PRZECHYŁKOWEJ dDDS – WICHROWATOŚĆ PROJEKTOWA 42
9.9 ZMIANA PRZECHYŁKI W CZASIE dDDT 43
9.10 ZMIANY NIEDOMIARU PRZECHYŁKI W CZASIE dIDT 44
9.11 NAGŁA ZMIANA NIEDOMIARU PRZECHYŁKI ΔI 44
9.12 PRZYPADKI SZCZEGÓLNE – WYMAGANIA UZUPEŁNIAJĄCE 49
9.13 ROZSTAW OSI TORÓW [E] 53
10 PARAMETRY OPISUJĄCE UKŁAD GEOMETRYCZNY W PŁASZCZYŹNIE PIONOWEJ 54
10.1 POCHYLENIA PODŁUŻNE 55
10.2 ZMIANA POCHYLENIA PODŁUŻNEGO (ZAŁOMY NIWELETY) 56
11 WYBRANE WYMAGANIA KSZTAŁTOWANIA POŁĄCZEŃ TORÓW 58
11.1 KLASYFIKACJA POŁĄCZEŃ TORÓW 58
11.2 PROJEKTOWANIE POŁĄCZEŃ TORÓW 59
11.2.1 POŁĄCZENIA WĘZŁOWE 62
11.2.2 POŁĄCZENIA BANALIZACYJNE 63
11.2.3 POŁĄCZENIA DOJAZDOWE 64
11.2.4 POŁĄCZENIA OCHRONNE 67
11.2.5 POŁĄCZENIA TORÓW BOCZNYCH 68
11.3 ODCINKI POŚREDNIE W POŁĄCZENIACH TORÓW 68
11.4 PODSTAWOWE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROZJAZDÓW ŁUKOWYCH 70
11.5 WYBRANE ZASADY DOBORU PODROZJAZDNIC 72
12 WYMAGANIA DLA TORÓW STACYJNYCH 74
ZAŁĄCZNIK 1 – PRZECHYŁKA (INFORMACYJNY) 77

ZAŁĄCZNIK 2 – DOBÓR PRZECHYŁKI NA ŁUKU KOSZOWYM (INFORMACYJNY) 79
ZAŁĄCZNIK 3 – PRZYKŁADY REALIZACJI POŁĄCZEŃ TORÓW (INFORMACYJNY) 80
PRZYKŁAD Z3-1 81
PRZYKŁAD Z3-2 83
PRZYKŁAD Z3-3 85
PRZYKŁAD Z3-4 87
PRZYKŁAD Z3-5 89
PRZYKŁAD Z3-6 89
PRZYKŁAD Z3-7 91
PRZYKŁAD Z3-8 93
PRZYKŁAD Z3-9 95
PRZYKŁAD Z3-10 97
PRZYKŁAD Z3-11 99
PRZYKŁAD Z3-12 101
PRZYKŁAD Z3-13 103
ZAŁĄCZNIK 4 – PLAN UKŁADU GEOMETRYCZNEGO TORÓW (INFORMACYJNY) 105
ZAŁĄCZNIK 5 – PLAN WYSOKOŚCIOWY (INFORMACYJNY) 106

1 Postanowienia wprowadzające

1. Standardy techniczne projektowania układów geometrycznych torów i połączeń torów (w dalszej części nazywane standardami) stanowią, rozwinięcie dyspozycji wskazanej w §31 ust. 1a Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 151, poz. 987, z późn. zm.), w brzmieniu:
   „*W przypadku budowli kolejowej podlegającej ocenie zgodności z wymaganiami zasadniczymi dla interoperacyjności systemu kolei przy projektowaniu układu geometrycznego torów i połączeń torów w płaszczyźnie poziomej i pionowej powinno się stosować zasady obliczeń i dopuszczalne wartości parametrów określone w normie PN-EN 13803 Kolejnictwo – Tor – Parametry projektowania toru w planie – Tor o szerokości 1435 mm i większej, przy czym:*
   1) *w odniesieniu do układu geometrycznego w płaszczyźnie poziomej powinno się stosować metodę zmiany niedomiaru przechyłki oraz nagłej zmiany niedomiaru przechyłki,*
   2) *szczegółowe wartości należy uzgodnić z zarządcą infrastruktury kolejowej.”*
2. W przypadku projektowania układów geometrycznych torów na liniach kolejowych wchodzących w skład transeuropejskiej sieci kolejowej (TEN-T) poza wymaganiami wskazanymi w standardach, należy uwzględniać aktualne wymagania prawne w zakresie interoperacyjności kolei w Unii Europejskiej.
3. Standardy techniczne projektowania układów geometrycznych torów i połączeń torów zostały opracowane w oparciu o aktualny stan wiedzy z zakresu projektowania.
4. Przy ich opracowaniu, uwzględniono następujące uregulowania:
   [1] Rozporządzenie Komisji (UE) NR 1299/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. dotyczące technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura” systemu kolei w Unii Europejskiej;
   [2] PN-EN 12299 Kolejnictwo -- Komfort jazdy pasażerów -- Pomiary i ocena;
   [3] PN-EN 13803 Kolejnictwo -- Tor -- Parametry projektowania toru w planie -- Tor o szerokości 1435 mm i większej;
   [4] PN-EN 13231-1 Kolejnictwo -- Tor -- Odbiór prac -- Część 1: Prace na torach na podsypce -- Szlak, rozjazdy i skrzyżowania;
   [5] PN-EN 13848-5 Kolejnictwo -- Tor -- Jakość geometryczna toru -- Część 5: Poziomy jakości geometrycznej – Szlak;
   [6] PN-EN 14363 Kolejnictwo -- Badania właściwości dynamicznych pojazdów szynowych przed dopuszczeniem do ruchu -- Badanie właściwości biegowych i próby stacjonarne;
   [7] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych oraz bocznic kolejowych z drogami i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r. poz. 1744, z późn. zm.)
5. W przypadkach nieuregulowanych, należy korzystać z normy [3] oraz wiedzy technicznej.

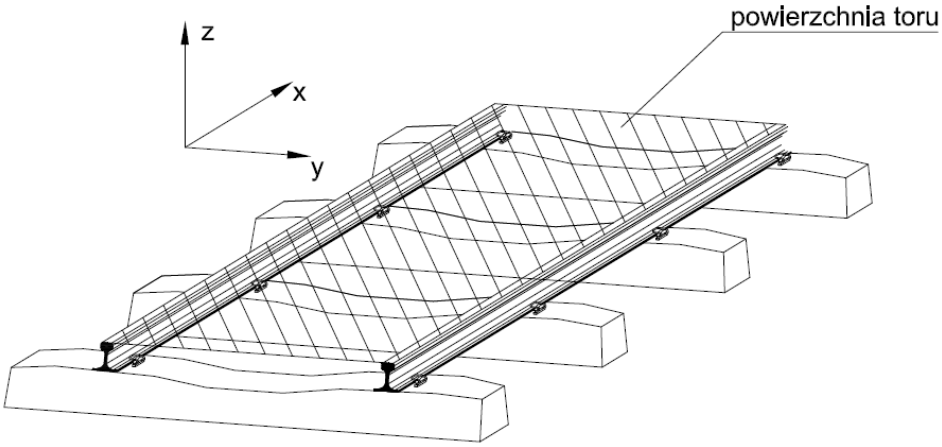
6. Wartości graniczne określone w normie [3], zostały ustalone na poziomie najmniej restrykcyjnych wartości parametrów geometrycznych stosowanych przez państwa członkowskie Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego (CEN). W związku z tym, należy unikać stosowania wyjątkowych wartości granicznych (*ang. exceptional limit*) określonych w [3].
7. Przedstawione standardy stanowią zbiór wymagań w zakresie projektowania, który uwzględnia dopuszczalne odchyłki eksploatacyjne stosowane przez zarządcę infrastruktury.
8. W celu odróżnienia wymagań obligatoryjnych od fakultatywnych, w standardach stosuje się następujące czasowniki oraz ich odmiany:
   a) „*powinien*”, „*musi*”, „*należy*” – określają wymaganie obligatoryjne, konieczne do spełnienia,
   b) „*zaleca się*” – określa wymaganie fakultatywne, których stosowanie należy uznać za dobrą praktykę w projektowaniu.

2 Zakres stosowania

1. Standardy techniczne projektowania układów geometrycznych torów mają zastosowanie do budowanych lub modernizowanych (przebudowywanych) linii kolejowych o szerokości 1435 mm, eksploatowanych przez tabor konwencjonalny z prędkością V ≤ 250 km/h i przy nacisku osi Q ≤ 221 kN/oś (22,5 t/oś) ponadto należy je stosować przy opracowaniu projektów regulacji osi toru i połączeń dla istniejących układów torowych.
2. Standardów nie stosuje się przy realizacji prac interwencyjnych prowadzonych w celu poprawy jakości geometrycznej toru (podbicia interwencyjne). W przypadku prac interwencyjnych realizowanych w sposób ciągły (podbicia ciągłe) zaleca się wykonywać je w oparciu o istniejącą dokumentację będącą w zasobach zarządcy infrastruktury.
3. Standardy definiują dopuszczalne wartości parametrów geometrycznych oraz kinematycznych przy uwzględnieniu aspektów ekonomicznych, technicznych oraz związanych z bezpieczeństwem i spokojnością jazdy.

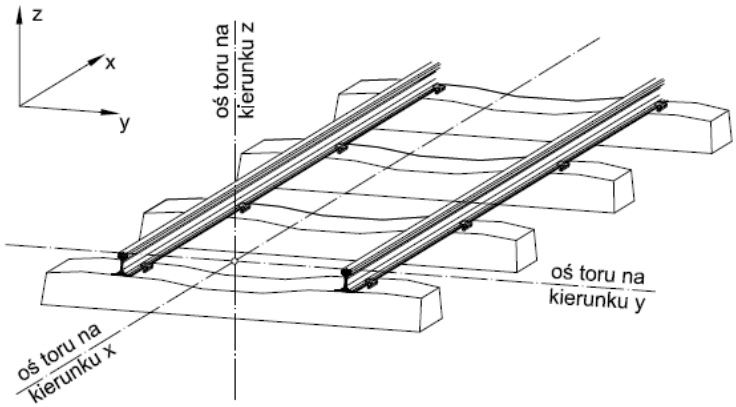
3 Definicje podstawowe

1. Powierzchnia toru – jest to powierzchnia wyznaczona przez najwyżej położone punkty toków szynowych.



Rys. 3.1 Powierzchnia toru

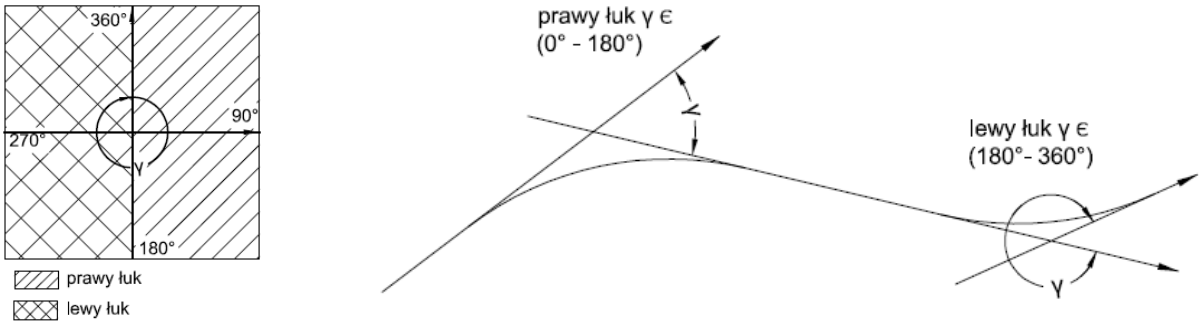
2. Oś toru – teoretyczna linia wyznaczona na powierzchni toru, przebiegająca w połowie odległości pomiędzy tokami szynowymi (w przypadku łuku poziomego w odległości $\frac{1435}{2}$ mm od toku zewnętrznego) w kierunku wzdłuż toru (x).



Rys. 3.2 Oś toru

3. Układ geometryczny toru - jest to ukształtowanie (odwzorowanie) osi toru na płaszczyznach poziomej i pionowej, bądź – w pewnych przypadkach (np. na rampach przechyłkowych) – ukształtowanie i wzajemne położenie osi obu toków szynowych.
4. Konwencja znaków, przyjęta w standardach:
   a) „plus” (+) – jeżeli przy wartości danego parametru występuje znak (+) lub znak został pominięty, należy podaną wartość traktować jako dodatnią,
   b) „minus” (-) – jeżeli przy wartości danego parametru występuje znak (-), należy podaną wartość traktować jako ujemną.
5. Kierunki łuków - definiowane są zgodnie z rysunkiem Rys. 3.3., tj.:

a) łuk prawy – jeżeli łuk odchyla się w prawo od stycznej patrząc zgodnie z kierunkiem pikietażu, tj. jeżeli kąt zwrotu trasy ma wartość mniejszą od 180° (200^g). Dla potrzeb niniejszych standardów łuk prawy ma dodatnią (+) krzywiznę,
b) łuk lewy – jeżeli łuk odchyla się w lewo od stycznej patrząc zgodnie z kierunkiem pikietażu, tj. jeżeli kąt zwrotu trasy ma wartość większą od 180° (200^g). Dla potrzeb niniejszych standardów łuk lewy ma ujemną (-) krzywiznę.



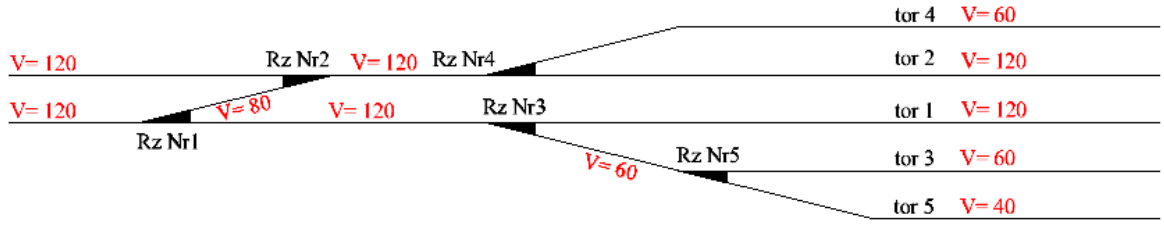
Rys. 3.3 Kierunki łuków

6. Łuk wierzchołkowy – łuk złożony z dwóch krzywych przejściowych połączonych w punktach końcowych (KKP=KKP). Przy czym krzywe przejściowe w łuku wierzchołkowym muszą być zawsze opisane tą samą funkcją np. dwie klotoidy lub dwie krzywe Blossa. Szczególnym przypadkiem łuku wierzchołkowego jest łuk paraboliczny, składający się z dwóch paraboli trzeciego stopnia.
7. Pikietaż projektowy – określenie na planie sytuacyjnym lokalizacji punktów charaktersytycznych układu geometrycznego w nawiązaniu do odległości od przyjętego punktu początkowego. Pikietaż projektowy wyznaczany jest dla każdego z projektowanych torów oraz połączeń torów niezależnie.
8. Rozjazd – specjalna konstrukcja wielotorowa wykonywana z szyn, kształtowników stalowych oraz innych elementów, umożliwiająca przejazd pojazdów kolejowych z jednego toru na drugi z określoną prędkością.
9. Skrzyżowanie torów – specjalna konstrukcja wielotorowa wykonywana z szyn, kształtowników stalowych oraz innych elementów, umożliwiająca przejazd pojazdów kolejowych po przecinających się torach z określoną prędkością.
10. Rozjazd podstawowy – rozjazd, którego konstrukcja umożliwia jego wygięcie według ściśle określonych, zależnych od siebie promieni, zarówno w torze zasadniczym jak i odgałęźnym. W wyniku wygięcia z rozjazdu podstawowego powstaje rozjazd łukowy.
11. Skos rozjazdu – w rozjeździe podstawowym tangens kąta zawartego pomiędzy styczną do osi toru odgałęźnego, wyznaczoną na końcu rozjazdu, a osią toru zasadniczego. Wyrażony w postaci ułamka w którym licznik jest zawsze liczbą 1, np. 1:9, 1:12, 1:14, 1:18,5 itp. W rozjazdach łukowych skos rozjazdu nie ulega zmianie w stosunku do rozjazdu podstawowego.
12. Środek geometryczny rozjazdu – punkt przecięcia stycznych do osi torów poprowadzonych z początku i końca rozjazdu.

13. Połączenie torów - budowla wykonana z użyciem rozjazdów/skrzyżowań torów oraz odcinków pośrednich ułożonych pomiędzy lub stycznych do rozjazdów/skrzyżowań torów, umożliwiająca przejazd pojazdów szynowych pomiędzy określonymi torami posterunku ruchu.
14. Głowica rozjazdowa – grupa rozjazdów, skrzyżowań torów oraz elementów pośrednich tworzących połączenia pomiędzy torami, zlokalizowana w obrębie posterunku ruchu, o określonych parametrach geometrycznych i konstrukcyjnych.
15. Droga rozjazdowa (droga zwrotnicowa) – wybrane połączenie lub połączenia torów w głowicy rozjazdowej, umożliwiające przejazd pojazdów szynowych pomiędzy określonymi torami.

4 Dokumentacja projektowa

1. Parametry układu geometrycznego powinny być określone w dokumentacji linii lub odcinka linii kolejowej obejmującej (niezależnie od dokumentacji wymaganej przepisami odrębnymi):
   a) plan układu geometrycznego (mapa sytuacyjno-wysokościowa) – przedstawiający wyłącznie układ geometryczny torów i połączeń torów (z wyłączeniem innych treści) w płaszczyźnie poziomej i pionowej, przykład w załączniku 4,
   b) niweletę – wyznaczoną indywidualnie dla każdego toru, a także dla szczególnych przypadków połączeń torów np. z zastosowaniem przechyłki i rozjazdów łukowych, niezależnie od niwelety linii kolejowej,
   c) protokoły zdawczo-odbiorcze regulacji osi toru lub plan wyznaczania i stabilizacji osi toru (połączenia torów),
   d) zestawienie wyników obliczeń parametrów układu geometrycznego torów i połączeń torów w formie tabelarycznej,
   e) schemat układu torowego z naniesionymi prędkościami wynikającymi z geometrii układu, przykład przedstawiono na Rys. 4.1.



Rys. 4.1 Przykładowy szkic układu torowego z naniesionymi prędkościami

2. Wyniki obliczeń parametrów układu geometrycznego wskazane w pkt 1 lit. d, powinny zostać przedstawione w formie tabelarycznej, zawierającej: pikietaż projektowy, oznaczenie punktów charakterystycznych układu geometrycznego, przyjętą prędkość maksymalną oraz minimalną, obliczone wartości parametrów geometrycznych i kinematycznych dla kolejnych elementów (np. niedomiar przechyłki) oraz pomiędzy elementami (np. nagła zmiana niedomiaru) układu geometrycznego wraz z podaniem wartości przyjętych za dopuszczalne.
3. Obliczenia parametrów geometrycznych i kinematycznych powinny być wykonywane każdorazowo, w przypadku:
   a) projektowania układów geometrycznych związanych z budową linii lub odcinków linii,
   b) projektowania układów geometrycznych dla potrzeb modernizacji (przebudowy) linii lub odcinków linii,
   c) opracowania projektów regulacji istniejących układów geometrycznych torów połączeń torów dla potrzeb utrzymania, a także w przypadku zwiększania prędkości maksymalnej w stosunku do ustalonej w dokumentacji linii kolejowej.
4. Do opisu parametrów wskazanych w pkt. 1 ÷ 3, należy stosować symbole określone w tabeli 4.1.

4.1 Wykaz stosowanych skrótów i oznaczeń

1. W niniejszych standardach stosowane są skróty oraz oznaczenia zgodne z tabelą 4.1 i 4.2.
2. Wartości parametrów kinematycznych oraz geometrycznych należy przedstawiać w jednostkach oraz z dokładnością podaną w tabeli 4.1. i 4.2.

Tabela 4.1

Symbol	Znaczenie symbolu	Jednostka	Zaokrąglenia
V	prędkość pojazdu szynowego	[km/h]	*liczba całkowita podzielna przez 10*
L_{KP}	długość krzywej przejściowej	[m]	X,XXX
L_{RP}/L_{RK}	długość rampy przechyłkowej, odpowiednio: RP – prostoliniowej, RK – krzywoliniowej. (*oznaczenie należy stosować jeżeli rampa przechyłkowa nie pokrywa się z krzywą przejściową*)	[m]	X,XXX
L_L	długość łuku (o stałej krzywiźnie)	[m]	X,XXX
L_P	długość odcinka prostego	[m]	X,XXX
L_V	długość pochylenia pomiędzy załomami niwelety	[m]	X,XXX
R	promień łuku poziomego	[m]	X,XXX
R_v	promień łuku pionowego	[m]	X,XXX
W_{ZP}	wysokość załomu niwelety (punkt przecięcia pochyleń podłużnych)	[m]	X,XXX
K	krzywizna łuku poziomego $\left(K = \frac{1}{R}\right)$	[1/m]	X,XXXXX
γ	kąt zwrotu trasy (łuku poziomego)	[°] ew. [g]	X,XXXXXX
α	kąt rozjazdu $\left(\alpha = arctg\left(\frac{1}{n}\right), \text{gdzie } \frac{1}{n} - \ skos\ rozjazdu\right)$	[°] ew. [g]	X,XXXXXX
t	długość stycznej łuku poziomego	[m]	X,XXX
t_v	długość stycznej łuku pionowego	[m]	X,XXX
D	przechyłka (*oznaczenie dotychczasowe – „h”*)	[mm]	*liczba całkowita podzielna przez 5*
D_{reg}	wartość zasadnicza przechyłki		
D_{eq}	wartość równoważąca przechyłki		*liczba całkowita*
I	niedomiar przechyłki	[mm]	*liczba całkowita*
E	nadmiar przechyłki	[mm]	*liczba całkowita*
R_{id}	promień ekwiwalentny łuków odwrotnych	[m]	*liczba całkowita*
n_{kp}	przesunięcie łuku	[m]	X,XXX
e	odległość między osiami torów (*rozstaw osi*)	[m]	X,XXX
$\frac{dD}{ds}$	pochylenie rampy przechyłkowej (*dopuszczone oznaczenie zamienne – „p”*)	[mm/m] ew. [‰]	X,XX
$\frac{dD}{dt}$	zmiana przechyłki w czasie (*dopuszczone oznaczenie zamienne – „f”*)	[mm/s]	*liczba całkowita*
$\frac{dI}{dt}$	zmiana niedomiaru przechyłki w czasie (*dopuszczone oznaczenie zamienne – „u”*)	[mm/s]	*liczba całkowita*
ΔI	nagła zmiana niedomiaru przechyłki	[mm]	*liczba całkowita*
i	jednostajne pochylenie podłużne	[mm/m] ew. [‰]	X,XXX
a_v	przyśpieszenie pionowe	[m/s^2]	X,XX
f_v	odległość od wierzchołka załomu do łuku zaokrąglającego (strzałka łuku pionowego)	[m]	X,XXX
q_N q_R	współczynniki obliczeniowe, różnicujące typy krzywych przejściowych	[-] [m]	X,XX

Tabela 4.2

Indeksy wspólne – mające zastosowanie do różnych symboli („A" oznacza symbol dowolnego parametru)	
Symbol	**Znaczenie symbolu**
A_i *gdzie i = 1,2,...*	kolejne wartości parametru „A" np. kolejne promienie w łuku koszowym R_1, R_2
ΔA	różnica wartości parametrów „A_i" i „A_{i+1}"
A_{dop}	wartość dopuszczalna parametru „A"
A_{min}	wartość minimalna parametru „A"
A_{max}	wartość maksymalna parametru „A"
A^{Pi}	wartość parametru „A" dla progu Pi, gdzie i=0,1,2,3
A_{OP}	indeks stosowany dla wyróżnienia odcinka pośredniego (separującego) miejsca nagłej zmiany niedomiaru przechyłki
A(x)	wartość parametru „A" dla odciętej „x"

Parametry wycofane *(informacyjnie)*				
Symbol	**Znaczenie symbolu**	**Jednostka**	**Zastąpiony przez**	**Jednostka**
a	przyśpieszenie niezrównoważone	[m/s^2]	I	[mm]
ψ	przyrost przyśpieszenia	[m/s^3]	$\frac{dI}{dt}$	[mm/s]

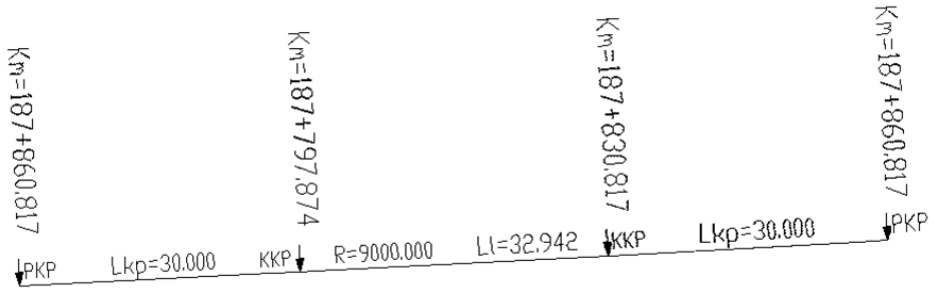
4.2 Oznaczenia elementów układu geometrycznego na planach

1. Na planach układu torowego, należy wskazać co najmniej następujące informacje, zachowując oznaczenia zgodnie z tabelą 4.1 i 4.2:
   a) długości wszystkich odcinków prostych (L_P) oraz wartości przechyłek (D) jeżeli występują,
   b) łuki poziome wraz z informacjami o ich: długościach (L_L), promieniach (R), przechyłkach (D),
   c) krzywe przejściowe wraz z informacjami o ich długości (L_{KP}),
   d) rampy przechyłkowe jeżeli nie pokrywają się z krzywymi przejściowymi, wraz z informacją o ich długościach (L_{RK} lub L_{RP}),
   e) zmiany pochylenia podłużnego w punkcie załomu wraz z informacją o: pikietażu, projektowym osi toru, łączonych pochyleniach (i_i; i_{i+1}), wysokość załomu niwelety (W_{ZP}), długości stycznych (t_v), strzałce (f_v) i promieniu (R_v) łuku pionowego,
   f) odległości między osiami torów w punktach charakterystycznych (e),
   g) typy zastosowanych rozjazdów, np. Rz 60E1-760-1:14, Rłj 60E1-1000,000/431,401-1:14 itp., dopuszcza się stosowanie uproszczonych oznaczeń np. Rz 760-1:14.
2. Na planach układu torowego należy wskazać punkty charakterystyczne układu geometrycznego, zgodnie z oznaczeniami podanymi w tabeli 4.3.

Tabela 4.3

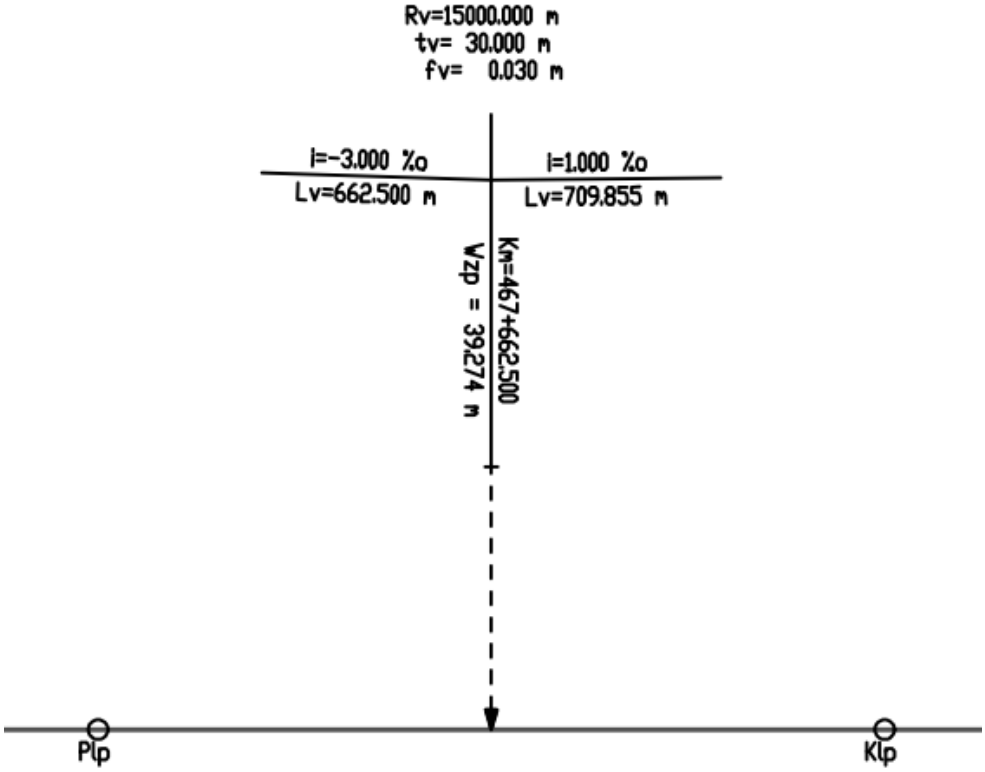
Skróty stosowane dla opisu punktów charakterystycznych układu geometrycznego	
PL	początek łuku poziomego
KL	koniec łuku poziomego
PL-KL	punkt styczny łuków o różnych promieniach
PRP	początek rampy przechyłkowej
SRP	środek rampy przechyłkowej (określany dla ramp krzywoliniowych)
KRP	koniec rampy przechyłkowej
PKP	początek krzywej przejściowej
KKP	koniec krzywej przejściowej
PLP	początek łuku pionowego
KLP	koniec łuku pionowego
PR	początek rozjazdu
KR	koniec rozjazdu
ZP	zmiana pochylenia
XXX+XXX,XXX *(np. 152+940,873)*	pikietaż projektowy
XXX/YY (np. 478/23)	numery słupów sieci trakcyjnej na których osadzone zostały znaki regulacji osi toru
Zr = XXX/YY (np. 001/02)	pozostałe lokalizacje w których osadzono znaki regulacji osi toru (np. znaki osadzone na torowisku, obiektach inżynieryjnych, peronach, itp.), gdzie: – XXX – pełny kilometr eksploatacyjny w obrębie jakiego znajduje się znak regulacji, – YY – kolejny numer znaku regulacji

3. Każdy początek oraz koniec elementu układu geometrycznego (punkty charakterystyczne), z wyłączeniem rozjazdów i skrzyżowań torów, na planie układu torowego należy oznaczać za pomocą symbolu „strzałki”, zgodnie z przykładem przedstawionym na Rys. 4.2. Symbol „strzałki” oraz opis poszczególnych punktów charakterystycznych należy umieszczać po wewnętrznej stronie łuku.



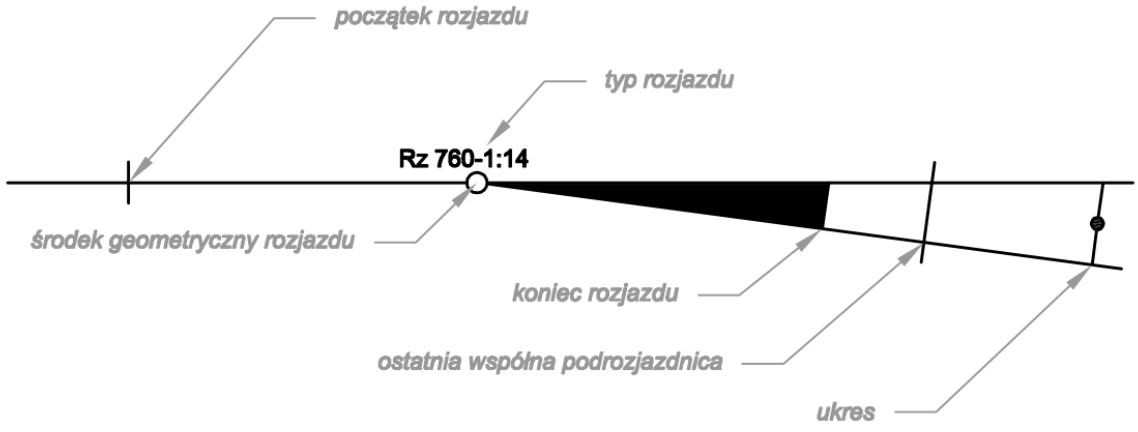
Rys. 4.2 Przykład zastosowania symboli do oznaczania początku i końca elementu układu geometrycznego

4. Punkty zmiany pochyleń podłużnych należy oznaczać symbolem oraz opisywać, np. zgodnie z przykładem przedstawionym na Rys. 4.3.



Rys. 4.3 Oznaczenie punktu zmiany wartości pochyleń podłużnych - zaokrąglonego łukiem pionowym

5. Rozjazdy należy oznaczać graficznie oraz opisywać, np. zgodnie z przykładem przedstawionym na Rys. 4.4.



Rys. 4.4 Oznaczenie rozjazdu

6. Zgodnie z pkt 1, każdy element układu geometrycznego opisywany jest na planie (mapie sytuacyjno-wysokościowej) przez zbiór cech, np. dla łuku poziomego jest to następujący zbiór: L_L=70,526 m; R=1205,602 m; D=40 mm. Dopuszcza się stosowanie zapisu z pominięciem jednostek oraz znaku równości tj.: (L_L70,526; R1205,602; D40), przykładowe oznaczenie przedstawiono na Rys. 4.2.

7. Na planie układu geometrycznego dopuszcza się zastępowanie indeksów występujących przy opisie cech elementów układu geometrycznego małymi literami, np. zamiast L_L można stosować Ll.
8. Plan układu torowego powinien być czytelny oraz powinien pozwolić na jednoznaczną interpretację przedstawionego rozwiązania. W przypadkach, kiedy wybrane symbole graficzne utrudniałyby interpretację przedstawionego rozwiązania, dopuszcza się pominięcie wybranych symboli graficznych.
9. W przypadku, gdy pikietaż lub opis punktów charakterystycznych utrudniałby interpretacje projektowanego rozwiązania, dopuszcza się zastosowanie przy opisie tych punktów przerywanych linii odnoszących.
10. Zastosowanie oznaczeń oraz skrótów o których mowa w pkt. 1 ÷ 9, przedstawiono na przykładzie w Załączniku 4.

4.3 Punkty styku odrębnych projektów układu geometrycznego torów

1. Projekt układu geometrycznego linii, odcinka linii lub posterunku ruchu należy rozpoczynać oraz kończyć w punkcie znajdującym się poza:
   a) łukami poziomymi, krzywymi przejściowymi, rampami przechyłkowymi,
   b) stycznymi łuków wyokrąglających załomy niwelety,
   c) głowicami rozjazdowymi,
   d) przejazdami kolejowo-drogowymi,
   e) obiektami inżynieryjnymi.
2. Projekt układu geometrycznego w płaszczyźnie pionowej należy połączyć (nawiązać) do najbliższych istniejących punktów zmiany pochylenia podłużnego wraz ze wskazaniem w punkcie początkowym oraz końcowym opracowania wartości pochylenia oraz długości, na jakiej ono występuje.
3. Przy łączeniu projektowanego układu geometrycznego z układem istniejącym lub opracowywanym odrębnie, funkcje opisujące elementy styczne obu układów w płaszczyźnie poziomej powinny być tożsame oraz mieć zgodny kierunek (azymut).

4.4 Pikietaż do celów projektowych

1. Celem pikietażu jest wyznaczenie z dokładnością do ±1 mm długości torów oraz lokalizacji punktów charakterystycznych układu geometrycznego.
2. Pikietaż projektowy może być zakładany lokalnie dla potrzeb budowy lub modernizacji (przebudowy) linii lub odcinka linii przy projektowaniu układu geometrycznego torów i nie jest on tożsamy z kilometracją eksploatacyjną linii kolejowej ustalaną na etapie porealizacyjnym.
3. Pikietaż (kilometrację osi toru lub połączenia torów) należy wyznaczać niezależnie dla każdego z torów linii kolejowej oraz torów lub połączeń torów na posterunku ruchu.
4. Pikietaż projektowy każdej osi toru należy wyznaczać zgodnie z osią toru, oznaczając dla każdej z nich:
   a) punkty charakterystyczne układu geometrycznego (PKP, PŁ, ZP, itp.),
   b) środki geometryczne rozjazdów lub początki rozjazdów,

5. Pikietaż projektowy dla każdego z torów należy rozpoczynać i kończyć w miejscach charakterystycznych układu torowego, np. w styku przediglicowym rozjazdu, za wyjątkiem przypadków wskazanych w pkt 6.
6. Punkt początkowy pikietażu projektu układu geometrycznego torów, należy ustalać według następujących zasad:
   a) jeżeli odcinek linii styczny do projektowanego układu geometrycznego torów nie posiada niezależnej kilometracji torów, pikietaż do celów projektowych dla torów szlakowych lub głównych zasadniczych, należy rozpocząć w punkcie początkowym opracowania, przyjmując wartości 0+000,000 niezależnie dla każdego z torów,
   b) jeżeli odcinek linii styczny do projektowanego układu geometrycznego torów posiada niezależną kilometrację toru lub torów, pikietaż do celów projektowych dla torów szlakowych lub głównych zasadniczych, powinien stanowić kontynuację (nawiązanie) pikietażu z odcinka stycznego,
   c) jeżeli z obu stron projektowanego układu geometrycznego torów występują odcinki linii styczne do niego, które posiadają niezależne pikietaże torów, to pikietaż dla odcinka projektowanego powinien stanowić kontynuację pikietażu odcinka linii, który znajduje się bliżej początku linii kolejowej.

5 Projektowanie – zasady ogólne

1. Układ geometryczny toru kolejowego (połączenia torów) tworzy zbiór wielkości o określonym znaczeniu kinematycznym oraz geometrycznym.
2. Wielkości (parametry) kinematyczne określają geometryczne właściwości ruchu pojazdów szynowych bez uwzględnienia ich cech fizycznych (np. masy) i działających na nie sił.
3. Do zbioru parametrów kinematycznych należą:
   a) prędkość pojazdu szynowego [km/h],
   b) niedomiar przechyłki [mm] – odzwierciedlający niezrównoważone przyśpieszenie w ruchu po krzywiźnie skierowane na zewnątrz tej krzywizny [m/s^2],
   c) nadmiar przechyłki [mm] – odzwierciedlający niezrównoważone przyśpieszenie w ruchu po krzywiźnie skierowane do wewnątrz tej krzywizny [m/s^2],
   d) zmiana niedomiaru przechyłki w czasie [mm/s],
   e) nagła zmiana niedomiaru przechyłki [mm],
   f) zmiana przechyłki w czasie [mm/s].
4. Wielkości (parametry) geometryczne określają położenie toru w płaszczyźnie poziomej i pionowej.
5. Do zbioru parametrów (elementów) geometrycznych toru w płaszczyźnie poziomej należą:
   a) promień łuku kołowego [m],
   b) długość łuku kołowego [m],
   c) długość odcinka prostego [m],
   d) długość krzywej przejściowej [m],
   e) przechyłka – stanowiąca różnicę wysokości toków szynowych w przekroju poprzecznym toru [mm],
   f) długość rampy przechyłkowej [m],
   g) pochylenie rampy przechyłkowej (wichrowatość projektowa) – stosunek pomiędzy różnicą przechyłek zmierzonych w ustalonej odległości, do tej odległości [mm/m].
6. Do zbioru parametrów (elementów) geometrycznych toru w płaszczyźnie pionowej należą:
   a) jednostajne pochylenie podłużne [mm/m],
   b) długość jednostajnego pochylenia podłużnego wyznaczona pomiędzy kolejnymi załomami [m],
   c) załom niwelety – miejsce (punkt) zmiany pochylenia podłużnego,
   d) promień pionowego łuku zaokrąglającego załom niwelety [m].
7. Zbiór parametrów (elementów) geometrycznych toru powinien zostać określony poprzez współrzędne punktów charakterystycznych i pośrednich w prostokątnym (kartezjańskim) układzie odniesienia - umożliwiającym jednoznaczną interpretację, wyznaczanie oraz stabilizację w terenie.
8. W projektowaniu układu geometrycznego (lub zmianie istniejącego układu geometrycznego), należy przyjmować model odwzorowujący ruch pojazdu szynowego sprowadzonego do punktu materialnego poruszającego się po trajektorii wyznaczonej przez oś toru.

9. Zasadom obliczania i wyznaczania parametrów geometrycznych i kinematycznych, podlegają:
   a) układy torowe na szlakach (jedno, dwu i wielotorowych),
   b) układy torowe posterunków ruchu, a w szczególności układy geometryczne:
      – połączeń torów,
      – torów głównych,
      – torów bocznych.
10. Tworzenie nowych układów geometrycznych lub zmiana istniejących układów geometrycznych torów i połączeń torów dotyczy następujących przypadków:
    a) projektowania nowych linii lub odcinków linii kolejowych (w tym układów torowych posterunków ruchu),
    b) projektowania modernizacji (przebudowy) linii lub odcinków linii kolejowych (w tym układów torowych posterunków ruchu),
    c) regulacji układu torowego, zmieniającej jego parametry geometryczne i wymagającej sprawdzenia warunków ograniczających (zasadniczo kinematycznych).
11. Kształtowanie układu geometrycznego torów i połączeń torów wymaga systematycznego ustalania wzajemnych zależności pomiędzy parametrami geometrycznymi i kinematycznymi.
12. Ustalanie parametrów układu geometrycznego toru powinno być procesem optymalizacji wariantowej, którego celem jest uzyskanie założonych parametrów techniczno-eksploatacyjnych przy spełnieniu warunków ograniczających. Parametry geometryczne i kinematyczne ustalone w procesie ww. optymalizacji powinny umożliwiać osiągnięcie jak największej trwałości elementów nawierzchni kolejowej przy uwzględnieniu sposobu eksploatacji oraz możliwości wprowadzania zmian.
13. Do obliczeń parametrów układu geometrycznego toru należy stosować metodę zmiany niedomiaru przechyłki w czasie oraz nagłej zmiany niedomiaru przechyłki.
14. Parametry geometryczne i kinematyczne ustalone w procesie optymalizacji powinny zapewniać:
    a) komfort pasażerów – poprzez uzyskanie parametrów toru kolejowego zapewniającego spokojność jazdy pojazdów szynowych,
    b) trwałość nawierzchni – poprzez minimalizację oddziaływań dynamicznych w układzie tor – pojazd szynowy,
    c) minimalizację zajętości terenu – poprzez optymalne rozmieszczenie elementów układów torowych,
    d) osiągnięcie jak największej zdolności przepustowej – poprzez optymalizację prędkości i funkcjonalności układów torowych przy zachowaniu nałożonych warunków ograniczających.
15. Na liniach istniejących, przy ustalaniu dopuszczalnych wartości parametrów geometrycznych oraz kinematycznych (P0, P1 lub P2), należy uwzględniać stan techniczny nawierzchni kolejowej, a parametry układu geometrycznego linii lub odcinka linii kolejowej należy ustalać w taki sposób, aby zminimalizować oddziaływania na konstrukcję nawierzchni kolejowej wynikające z:

a) parametrów kinematycznych – w szczególności niedomiaru i nadmiaru przechyłki,
b) oporów ruchu – w szczególności wartości pochyleń podłużnych.

16. Uzyskane w procesie projektowania parametry geometryczne i kinematyczne należy porównywać z odpowiednimi wartościami dopuszczalnymi określonymi przez niniejsze standardy. Wymaga się zachowania formy pisemnej sprawdzeń uzyskanych parametrów geometrycznych i kinematycznych.
17. Za prawidłowy układ geometryczny toru i połączeń torów uznaje się układ spełniający wymagania niniejszych standardów.
18. Zastosowanie metod o których mowa w pkt 13, umożliwia wykazanie zgodności z wymaganiami zasadniczymi dla interoperacyjności kolei.

6 Stopniowanie wartości dopuszczalnych parametrów

1. W celu ograniczenia:
   a) negatywnego oddziaływania ruchu pojazdów szynowych na komfort[1)] podróży pasażerów,
   b) negatywnych zjawisk fizycznych w układzie tor – pojazd szynowy,
   c) możliwości wystąpienia ekstremalnych oddziaływań w układzie tor – pojazd szynowy,

   ustanawia się zakresy stosowania parametrów geometrycznych oraz kinematycznych. Zakresy dopuszczalne stosowania wyznaczone zostały przez progi (P), przedstawione w tabel 6.1.

Tabela 6.1

Próg 0 – zalecane wartości dopuszczalne	
Przekroczenie Progu 0:	Dopuszczone jest w przypadkach uzasadnionych względami technicznymi lub ekonomicznymi - decyzję podejmuje projektant.
Próg 1 – normalne wartości dopuszczalne	
Przekroczenie Progu 1:	Wymaga zgody Zakładu Linii Kolejowych lub we wskazanych przypadkach Zarządu PLK SA.
Próg 2 – graniczne wartości dopuszczalne	
Przekroczenie Progu 2:	Wymaga uzyskania odstępstwa od zapisów niniejszych standardów udzielanego przez komórkę organizacyjną Centrali Spółki ds. dróg kolejowych.
Próg 3 – graniczne wartości wynikające z przepisów powszechnie obowiązujących	

2. Zgodnie z pkt 1 zakresy stosowania parametrów geometrycznych i kinematycznych należy interpretować w sposób następujący:
   a) **zalecane wartości dopuszczalne (P0)** – stosowane w dogodnych warunkach terenowych lub w dogodnych warunkach układu torowego, które zapewniają minimalny poziom oddziaływań dynamicznych oraz maksymalny w danych warunkach poziom komfortu pasażerów, przy uzyskaniu założonych parametrów eksploatacyjnych,
   b) **normalne wartości dopuszczalne (P1)** – stosowane po wykazaniu, że zastosowanie zalecanych wartości dopuszczalnych będzie przyczyną:
      – zmniejszenia prędkości pojazdów szynowych w stosunku do prędkości założonej/wymaganej,
      – zwiększenia zajętości terenu,

[1] Komfort podróżowania – w rozumieniu [2] - oznacza odczucia pasażerów wywołane oddziaływaniem drgań oraz sił bezwładności, generowane na skutek ruchu pojazdów po torach.

- zwiększenia stopnia skomplikowania i/lub wielkości układu geometrycznego,
- zwiększenia niekorzystnych oddziaływań infrastruktury kolejowej na otoczenie zewnętrzne linii kolejowej.

c) **graniczne wartości dopuszczalne (P2)** – stosowane wyjątkowo w celu realizacji szczególnych celów, wymagań lub zamierzeń projektowych.

d) **graniczne wartości wynikające z przepisów powszechnie obowiązujących (P3)** – maksymalne lub minimalne wartości określone w przepisach powszechnie obowiązujących, w szczególności [1]. Możliwość ich zastosowania reguluje rozdział 7.

3. Decyzję o przekroczeniu progu P0 parametrów geometrycznych oraz kinematycznych podejmuje Projektant. Każdorazowo przed jej podjęciem wymagane jest przedstawienie uzasadnienia technicznego przekroczenia progu P0.
4. Decyzję o przekroczeniu progu P1 parametrów geometrycznych oraz kinematycznych podejmuje Projektant, po uzyskaniu zgody właściwego terenowo Zakładu Linii Kolejowych lub we wskazanych przypadkach Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Każdorazowo wymaga to przedstawienia uzasadnienia technicznego oraz obliczeń układu geometrycznego toru wykonanych przy przyjęciu, jako graniczne normalnych wartości dopuszczalnych (P1).

7 Przekroczenia progu P2 (zastosowanie wartości wynikających z przepisów powszechnie obowiązujących) oraz przekroczenia progu P1 dla parametru niedomiaru przechyłki

1. W przypadku przekroczenia progu:
   a) P1 – dla parametru, o którym mowa w rozdziale 9.4., zgody udziela Zarząd Spółki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.;
   b) P2 – dla parametrów układu geometrycznego toru, zgody na odstępstwo udziela komórka organizacyjna Centrali Spółki ds. dróg kolejowych.
2. Odstępstwo dotyczące parametrów kinematycznych wydaje się tylko w odniesieniu do określonego typu pojazdu kolejowego, który uzyskał zezwolenie na dopuszczenie do eksploatacji zapewniające zgodność z TSI.
3. Wartości graniczne parametrów geometrycznych oraz kinematycznych progu P3 określono w [1] i [3].
4. Do wniosku o odstępstwo należy załączyć indywidualny plan utrzymania opracowany dla linii, odcinka linii kolejowej lub toru przeznaczonego do eksploatacji przy wartościach granicznych nieprzekraczających progu P3, a w przypadku, gdy odstępstwem objęto parametry kinematyczne, dodatkowo należy załączyć:
   a) charakterystykę typu pojazdu kolejowego,
   b) dokumentację z przeprowadzonych badań oraz opinię techniczną,
5. Indywidualny plan utrzymania linii, odcinka linii lub toru, powinien określać:
   a) w zakresie nawierzchni kolejowej:
      – zakres oraz częstotliwość oględzin oraz badań technicznych,
      – metody oraz zasady pomiarów diagnostycznych,
      – wartości dopuszczalne podstawowych parametrów charakteryzujących położenie toków szynowych,
      – dopuszczalne terminy usunięcia usterek,
   b) zasady oraz częstotliwości wykonywania pomiarów geodezyjnych oraz wskazanie dopuszczonych metod pomiaru,
   c) szczególne wymagania w zakresie kompetencji personelu utrzymania,
   d) inne wytyczne wynikające z warunków lokalnych,
   e) analizę ekonomiczną uzasadniającą zastosowanie rozszerzonych wartości dopuszczalnych, z uwzględnieniem wymagań przedstawionych w lit a ÷ d.
6. Dla indywidualnego planu utrzymania linii, odcinka linii lub toru wnioskodawca zobowiązany jest przeprowadzić ocenę ryzyka, uwzględniającą m.in. aktualne możliwości utrzymaniowe zarządcy infrastruktury, którą należy dołączyć do wniosku o odstępstwo.
7. Indywidualny plan utrzymania powinien zostać opracowany przez jednostkę organizacyjną w rozumieniu art. 22g, Ustawy z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (Dz.U. 2003 Nr 86 poz. 789 z późn. zm.), na zlecenie podmiotu wnioskującego o odstępstwo.

8. Przed złożeniem wniosku o odstępstwo, indywidualny plan utrzymania powinien zostać uzgodniony z właściwym terenowo Zakładem Linii Kolejowych oraz z właściwą merytorycznie komórką Centrali PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
9. Na żądanie zarządcy infrastruktury, w przypadku stosowania wartości dopuszczalnych przekraczających próg P2, należy dodatkowo:
   a) uwzględnić w indywidualnym planie utrzymania:
      – zastosowanie metody oceny stanu torów, uwzględniającej koincydencję nierówności toru,
      – założenie nowej, bądź zweryfikowanie istniejącej, kolejowej osnowy specjalnej, spełniającej wymagania normatywne dla odbiorów robót i utrzymania,
   b) przeprowadzić na linii, odcinku linii kolejowej lub torze przeznaczonym do eksploatacji przy wartościach granicznych nieprzekraczających progu P3 pomiary parametrów decydujących o bezpieczeństwie jazdy zgodnie z [6] oraz badania komfortu podróżowania zgodnie z [2].
10. Podmiot wnioskujący o odstępstwo zobowiązany jest, dla zastosowanej metody oceny stanu torów, określić wartości dopuszczalne dla trzech progów oceny występujących w przepisach utrzymania:
    a) U1 – próg czujności,
    b) U2 – próg działań planowanych,
    c) U3 – próg działań bezpośrednich.
11. Badania które wskazano w pkt 9 lit. b , obejmują w szczególności:
    a) badania spokojności jazdy zgodnie z [6], przy czym ocenie podlegają parametry decydujące o bezpieczeństwie jazdy, tj.:
       – maksymalne przyśpieszenie poprzeczne na pudle pojazdu ($ÿ^*_{S,,max}$),
       – maksymalne przyśpieszenie pionowe na pudle pojazdu ($z^*_{S,max}$).
    b) badania komfortu podróżowania zgodnie z [2], przy czym ocenie podlegają następujące wskaźniki komfortu:
       – komfort średni (N_{MV}),
       – komfort ciągły (C_{Cy}, C_{Cz}),
       – komfort na elementach o zmiennej krzywiźnie (P_{CT}),
       – komfort dla przypadków chwilowych (P_{DE}).
12. Badania spokojności jazdy oraz komfortu podróżowania, przeprowadza się:
    a) na wniosek i na rzecz podmiotu, który zamierza realizować przewozy,
    b) na torze o parametrach charakteryzujących położenie toków szynowych, uwzględnionych w indywidualnym planie utrzymania, jakie mogą wystąpić w eksploatacji,
    c) z użyciem pojazdu kolejowego przeznaczonego do regularnego wykorzystywania w takich przewozach.

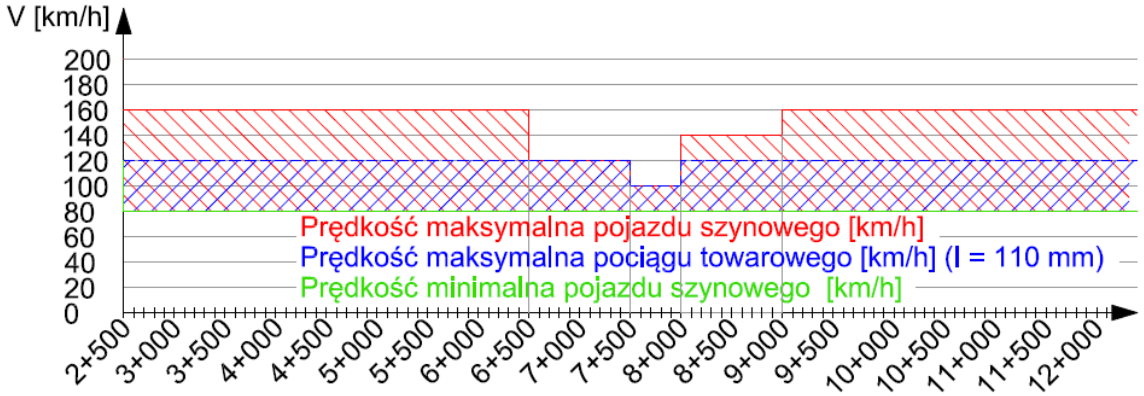
8 Kształtowanie profilu prędkości

1. Przy projektowaniu układu geometrycznego toru dla budowanych lub modernizowanych (przebudowywanych) linii kolejowych (odcinków linii) należy uwzględniać:
   a) prędkość maksymalną pojazdu szynowego (V_{max}),
   b) prędkość minimalną pojazdu szynowego (V_{min}).
2. Prędkości o których mowa w pkt 1 wyszczególniono w tabeli 8.1

Tabela 8.1

Typ linii	P250	P200	M200	P160	M160	P120	M120	T120	P80	M80	T80	T40
V_{max}	250	200	200	160	160	120	120	120	80	80	80	40
V_{min}	120	120	80	120	80	80	60	60	60	40	40	40

3. Przedstawione w tabeli 8.1. zakresy prędkości należy stosować przy projektowaniu torów szlakowych oraz torów głównych zasadniczych.
4. W przypadku opracowywania projektów regulacji osi torów o których mowa w rozdziale 5 pkt 10, zaleca się stosować wartości określone w tabeli 8.1.
5. Opracowanie projektu układu geometrycznego: połączeń torów, torów głównych dodatkowych oraz torów bocznych odbywa się na podstawie indywidualnie określonych parametrów eksploatacyjnych.
6. W procesie projektowym należy dążyć do uzyskania prędkości zgodnej z typem linii na możliwie najdłuższych odcinkach linii.
7. W procesie projektowania układów geometrycznych na wybranych odcinkach linii uzyskane prędkości maksymalne lub minimalne mogą różnić się od nominalnych dla danego typu linii. Zaleca się by sumaryczna długość odcinków linii była zgodna z określonym typem linii w stopniu nie mniejszym niż:
   a) 85% całkowitej długości linii dla linii budowanych,
   b) 60% całkowitej długości linii dla linii modernizowanych (przebudowywanych).
8. Na odcinkach przyległych do miejsc w których konieczne jest przyjęcie prędkości mniejszej niż zgodna z typem linii dopuszcza się stopniową zmianę prędkości („schodkowanie prędkości”).
9. „Schodkowy” wykres prędkości w funkcji drogi, nazywany jest teoretycznym profilem prędkości, Rys. 8.1.



Rys. 8.1 Teoretyczne profile prędkości

10. W procesie projektowania dla każdego typu linii, należy obligatoryjnie, określić teoretyczny profil prędkości maksymalnej wynikający z układu geometrycznego torów (szlakowych i głównych zasadniczych), przy nieprzekroczeniu ustalonych wartości dopuszczalnych parametrów kinematycznych oraz geometrycznych, Rys. 8.1 *Prędkość maksymalna pojazdu szynowego [km/h].*
11. Dla linii, po których przewiduje się ruch pociągów towarowych, należy dodatkowo określić teoretyczny profil prędkości pojazdu szynowego, przy dopuszczalnej wartości niedomiaru przechyłki, wynoszącej I=110 mm, np. Rys. 8.1 *Prędkość maksymalna pociągu towarowego [km/h] (I=110 mm).*
12. Dla istniejących linii lub odcinków linii dla których opracowywany jest projekt regulacji osi toru, zaleca się opracowywanie nowego profilu prędkości na długości odpowiadającej zmianom układu geometrycznego.
13. W przypadku projektowania układów geometrycznych torów dla linii, na których planuje się zabudowę Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym (ERTMS), należy obligatoryjnie przedstawić teoretyczne profile prędkości obliczone dla następujących wartości niedomiaru przechyłki: 80 mm, 100 mm, 130 mm, 150 mm. W ramach odrębnych uregulowań właściwe merytorycznie komórki oraz jednostki organizacyjne PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. mogą określić dodatkowe wartości niedomiaru przechyłki, dla których należy opracować dodatkowe profile prędkości.
14. Zaleca się, aby ustalony profil prędkości dopuszczalnej na linii, został zweryfikowany przejazdami teoretycznymi (symulacją) wykonanymi w obu kierunkach dla najszybszego i najwolniejszego pojazdu szynowego.

9 Parametry układu geometrycznego w płaszczyźnie poziomej

1. W rozdziale 9 określono warunki wymagające sprawdzeń podczas projektowania układów geometrycznych torów, połączeń torów, a także podano wartości graniczne parametrów geometrycznych oraz kinematycznych, z podziałem na zakresy stosowania ograniczone progami: P0, P1, P2.
2. Dla wybranych parametrów opisujących układ geometryczny toru w płaszczyźnie poziomej oraz pionowej nie określono wartości dopuszczalnych dla progów P0 i/lub P1. W takich przypadkach dany parametr, nie może przekroczyć wartości wskazanej dla następnego dopuszczalnego progu.

9.1 Minimalne długości łuków poziomych i prostych [L]

1. Minimalna długość odcinków prostych oraz łuków poziomych uzależniona jest od prędkości maksymalnej. Określa się ją zgodnie z warunkami przedstawionymi w tabeli 9.1.

Tabela 9.1

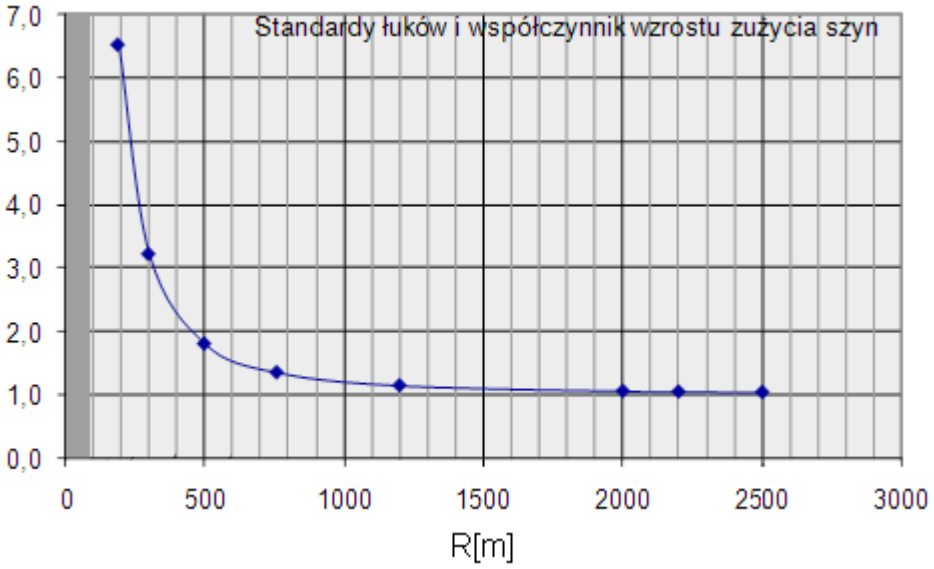
Minimalne długości odcinków prostych oraz łuków poziomych (L) w torach szlakowych, głównych zasadniczych i dodatkowych (poza połączeniami torów)			
Zakres prędkości maksymalnych	**Zalecane wartości dopuszczalne**	**Normalne wartości dopuszczalne**	**Graniczne wartości dopuszczalne[1)]**
	P0	**P1**	**P2**
[km/h]	[m]	[m]	[m]
1	2	3	4
V ≤ 120 km/h	$max\begin{cases}0{,}35 \cdot V_{max} \\ 30\ m\end{cases}$		$max\begin{cases}0{,}25 \cdot V_{max} \\ 20\ m\end{cases}$
120 < V ≤ 200 km/h	$L = 0{,}40 \cdot V_{max}$		$L = 0{,}30 \cdot V_{max}$
200 < V ≤ 250 km/h	$L = 0{,}65 \cdot V_{max}$		$L = 0{,}55 \cdot V_{max}$
1) zgody udziela właściwy terenowo Zakład Linii Kolejowych			

2. Jeżeli nie jest możliwe uzyskanie minimalnej długości odcinków prostych oraz łuków poziomych wskazanych w tabeli 9.1 należy korzystać z postanowień rozdziałów 9.11 oraz 9.12.

9.2 Promień łuku poziomego [R]

1. Wartość promienia łuku poziomego należy ustalać w zależności od projektowanej prędkości maksymalnej, przy czym w procesie projektowania układów geometrycznych torów oraz połączeń torowych należy stosować maksymalne wartości promieni, możliwe do uzyskania przy występujących ograniczeniach: terenowych, infrastrukturalnych, itp.
2. W projektowaniu układów geometrycznych torów szlakowych oraz torów głównych zasadniczych zaleca się stosować łuki o wartościach promieni od 600 m do 20000 m.
3. Stosowanie łuków o innych promieniach nie jest zalecane z uwagi na występujące przy:

a) R < 600 m – zwiększone koszty utrzymania toru, wynikające przede wszystkim ze wzrostu tempa zużycia szyn (Rys. 9.1),
b) R > 20000 m – trudności w osiągnięciu wysokiej dokładności położenia osi toru, wynikające ze stosowanych obecnie technologii budowy i utrzymania.



Rys. 9.1 Orientacyjna zależność współczynnika wzrostu zużycia szyn w funkcji promienia łuku.

4. Wymagania zawarte w pkt. 2 ÷ 3 nie dotyczą łuków o bardzo małych kątach zwrotu trasy (kątach wierzchołkowych), rzędu γ ≤ 1° (1,11111^g).
5. Dopuszczalne wartości promieni łuków w torach szlakowych, głównych i bocznych zostały przedstawione w tabeli 9.2,

Tabela 9.2

Dopuszczalne promienie łuków (R)			
Uwarunkowania	**Zalecane wartości dopuszczalne**	**Normalne wartości dopuszczalne**	**Graniczne wartości dopuszczalne[1)]**
	P0	**P1**	**P2**
	[m]	[m]	[m]
1	2	3	4
wartości minimalne (R_{min})			
tory szlakowe i główne zasadnicze	600	300	180
tory przy peronach	500	500	300
tory główne dodatkowe i boczne	450	180	180
wartości maksymalne (R_{max})			
tory szlakowe i główne zasadnicze	20000	50000	∞

1) zgody udziela właściwy terenowo Zakład Linii Kolejowych

6. W połączeniach torowych czynnikiem determinującym wartości promieni łuków są:
   a) prędkość wynikająca z funkcji (eksploatacyjnej) połączenia, patrz rozdział 11.1,
   b) zależności geometryczne (w tym promień i skos rozjazdu),
   c) dopuszczalne wartości parametrów kinematycznych.
7. Promienie łuków poziomych są wartością wynikową zależną od prędkości, przechyłki oraz niedomiaru i nadmiaru przechyłki przy uwzględnieniu ograniczeń terenowych i infrastrukturalnych, przy czym do wstępnych analiz można przyjąć:
   a) minimalny promień łuku poziomego, określony na podstawie wzoru 9.1:

$$R_{min} = 11{,}8\frac{V_{max}^2}{D+I_{dop}} \quad (9.1)$$

   b) maksymalny promień łuku poziomego, określony na podstawie wzoru 9.2:

$$R_{max} = 11{,}8\frac{V_{min}^2}{D-E_{dop}} \quad (9.2)$$

8. W tabeli 9.3. przedstawiono minimalne promienie łuków dla poszczególnych typów linii, jakie zaleca się przyjmować jako wstępne wartości w projektowaniu, przy czym wskazano:
   a) wartości zalecane w warunkach normalnych – przeznaczone do jak najszerszego stosowania, zapewniające zmniejszenie oddziaływań taboru na nawierzchnię kolejową,
   b) wartości zalecane w warunkach trudnych – przy występowaniu ograniczeń terenowych, infrastrukturalnych, itp.

Tabela 9.3.

Zalecane wartości minimalnych promieni łuków poziomych		
Typ linii	**w warunkach normalnych**	**w warunkach trudnych**
	R [m]	**R** [m]
P250	3100	2700
P200	2000	1700
M200	2300	2000
P160	1300	1100
M160	1500	1350
P120	750	650
M120	850	750
T120	850	750
P80	600	300
M80	600	350
T80	600	350
T40	600	300

9. W przypadku zastosowania łuków odwrotnych połączonych bez krzywych przejściowych, których różnica krzywizn jest większa od wartości określonej równaniem 9.3, należy pomiędzy łukami zastosować prostą o długości minimalnej określonej zgodnie z tabelą 9.4.

$$\Delta K = \left|\frac{1}{K_1}\right| + \left|\frac{1}{K_2}\right| \leq \frac{1}{106{,}5}\,[m^{-1}] \qquad (9.3)$$

Tabela 9.4

R1 R2	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220
150	10,78	10,53	10,29	10,06	9,83	9,60	9,38	9,16	8,94	8,73	8,52	8,31	8,11	7,91	7,71
160	10,29	9,86	9,48	9,22	8,97	8,73	8,49	8,25	8,02	7,79	7,56	7,34	7,12	6,91	6,69
170	9,83	9,37	8,97	8,62	8,30	8,04	7,78	7,73	7,28	7,04	6,80	6,55	6,31	6,06	5,81
180	9,38	8,91	8,49	8,12	7,78	7,48	7,20	6,93	6,65	6,37	6,08	5,79	5,49	5,18	4,86
190	8,94	8,45	8,02	7,63	7,28	6,96	6,65	6,33	6,00	5,67	5,33	4,97	4,59	4,19	3,76
200	8,52	8,01	7,56	7,16	6,80	6,44	6,08	5,71	5,33	4,93	4,50	4,04	3,54	2,97	2,28
210	8,11	7,59	7,12	6,70	6,31	5,91	5,49	5,06	4,59	4,09	3,54	2,91	2,11	0,73	0
220	7,71	7,17	6,69	6,25	5,81	5,35	4,86	4,34	3,76	3,10	2,28	0,95	0	0	0
230	7,32	6,77	6,27	5,79	5,29	4,76	4,18	3,52	2,74	1,67	0	0	0	0	0
240	6,95	6,38	5,85	5,32	4,74	4,11	3,38	2,50	1,07	0	0	0	0	0	0
250	6,54	5,99	5,42	4,81	4,14	3,36	2,39	0,51	0	0	0	0	0	0	0
260	6,22	5,60	4,97	4,26	3,46	2,44	0,36	0	0	0	0	0	0	0	0
270	5,86	5,20	4,48	3,66	2,64	0,86	0	0	0	0	0	0	0	0	0
280	5,51	4,78	3,96	2,96	1,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
290	5,15	4,33	3,37	2,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300	4,77	3,85	2,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
310	4,37	3,31	1,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
320	3,95	2,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
330	3,47	1,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
340	2,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350	2,30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
360	1,41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

9.3 Przechyłka [D]

1. Różnicę wysokości toków szynowych (w przekroju poprzecznym toru) wprowadzoną w celu przeciwdziałania sile poziomej działającej na pojazd szynowy poruszający się po łuku poziomym określa się jako przechyłka.
2. Nominalnie przechyłkę wykonuje się poprzez podniesienie zewnętrznego toku szynowego.
3. Jeżeli w przekroju poprzecznym toru lub połączenia torów, wewnętrzny tok szynowy jest położony powyżej toku zewnętrznego, to taki przypadek określany jest jako przechyłka odwrotna, którą na planie układu torowego oznacza się znakiem „-".
4. Przechyłki odwrotnej nie należy stosować w przypadku torów szlakowych i głównych zasadniczych linii nowobudowanych.
5. W torach bocznych, zaleca się stosować układy geometryczne niewymagające zastosowania przechyłki.
6. Na przejazdach kolejowo-drogowych, należy stosować dopuszczalne wartości przechyłki wynikające z [7], przy czym nie należy przekraczać wartości dopuszczalnych wskazanych w tabeli 9.6.
7. W przypadku łuków koszowych, złożonych z kilku łuków składowych o różnych promieniach, jeżeli różnice pomiędzy obliczonymi zgodnie ze wzorem 9.6 wartościami przechyłek zasadniczych (D_{reg}), dla poszczególnych promieni łuków składowych nie przekraczają 25 mm, należy zastosować na całym łuku jednakową (uśrednioną) wartość przechyłki, pod warunkiem nieprzekroczenia dopuszczalnych parametrów kinematycznych oraz niewystąpienia nadmiaru przechyłki dla prędkości maksymalnej na długości łuku koszowego. Interpretację powyższej zasady przedstawiono w załączniku 2.
8. W przypadku niespełnienia warunku wskazanego w pkt 7 należy stosować pomiędzy poszczególnymi promieniami łuku koszowego krzywe przejściowe.
9. Minimalną wartość przechyłki, określa się dla maksymalnej prędkości pojazdu szynowego, wg wzoru 9.4. (tabela 9.5).
10. Maksymalną wartość przechyłki określa się dla minimalnej prędkości pojazdu szynowego, wg wzoru 9.5 (tabela 9.5), przy czym dla łuków poziomych o promieniu mniejszym od 300 m, należy dodatkowo sprawdzić warunek 9.8. (tabela 9.5).
11. Wartości dopuszczalne przechyłki podano w tabeli 9.6.

Tabela 9.5

Wzory określające wartość przechyłki		
Minimalna wartość dopuszczalna:	$D_{min} \geq \frac{11{,}8 \cdot {V_{max}}^2}{R} - I_{dop}$	(9.4)
Maksymalna wartość dopuszczalna:	$D_{max} \leq \frac{11{,}8 \cdot {V_{min}}^2}{R} + E_{dop}$	(9.5)
Wartość zasadnicza:	$D_{reg} = \frac{6{,}5 \cdot {V_{max}}^2}{R}$	(9.6)
Wartość równoważąca siłę poziomą określana dla prędkości maksymalnej	$D_{eq} = \frac{11{,}8 \cdot {V_{max}}^2}{R}$	(9.7)
Uwaga: dla torów położonych w łukach o R < 300 m, należy stosować przechyłkę ograniczoną do wartości:	$D_{max,R<300} \leq \frac{R - 50}{1{,}5}$	(9.8)

12. Przy ustalaniu wartości przechyłki zaleca się:
    a) dla odcinków, na których przewiduje się ruch pojazdów szynowych, z jednolitą prędkością, uzyskać przechyłkę przy której dla wskazanej prędkości jazdy niedomiar przechyłki wynosi: $I \in \langle 10; 20 \rangle\ mm$,
    b) w przypadku braku możliwości spełnienia warunku, który wskazano w lit. a, przechyłkę wyznaczyć z przedziału: $D \in \langle D_{reg};\ D_{eq} \rangle$,
    c) w dogodnych warunkach przy braku ograniczeń terenowych lub infrastrukturalnych dla odcinków, na których przewiduje się ruch pojazdów szynowych ze zróżnicowanymi prędkościami, uzyskać przechyłkę, przy której niedomiar przechyłki wyniesie:
        – $I_{Vmin} \approx 20$ mm - dla pojazdów poruszających się z najmniejszą prędkością,
        – $I_{Vmax} < 90$ mm - dla pojazdów poruszających się z prędkością maksymalną.
    d) w przypadku braku możliwości spełnienia warunków, wskazanych w lit. c, przechyłkę ustalić, w zależności od natężenia przewozów:
        – dla q ≤ 5 Tg/rok, z przedziały $D \in \langle D_{reg} ; D_{eq} \rangle$,
        – dla q > 5 Tg/rok, z przedziału $D \in \langle D_{min} ; D_{reg} \rangle$.

Tabela 9.6

Wartości dopuszczalne przechyłki (D)			
Uwarunkowania	**Zalecane wartości dopuszczalne**	**Normalne wartości dopuszczalne**	**Graniczne wartości dopuszczalne[2)]**
	P0	**P1**	**P2**
	[mm]	[mm]	[mm]
1	2	3	4
wartości maksymalne			
tory szlakowe, główne zasadnicze i dodatkowe (nawierzchnia podsypkowa)	150		
tory szlakowe, główne zasadnicze i dodatkowe (nawierzchnia bezpodsypkowa)	150		160
tory przy peronach	60	100	110
tory boczne	0	60	100
łuki o promieniach 200 m < R ≤ 300 m	0	100	150 [1)]
łuki o promieniach R ≤ 200 m	0	60	100 [1)]
połączenia torów z zastosowaniem rozjazdów zwyczajnych	0	100	110
połączenia torów z zastosowaniem rozjazdów łukowych	60	100	110
połączenia torów z zastosowaniem rozjazdów i/lub skrzyżowań wyposażonych w krzyżownice: podwójne, dwukrotne i trzykrotne	0	0	0
wartości minimalne			
minimalna wartość przechyłki	20		

1) należy uwzględnić warunek (9.8)
2) zgody udziela właściwy terenowo Zakład Linii Kolejowych

13. Graniczne wartości dopuszczalne (P2) przechyłki mogą być wykorzystane tylko przy modernizacji (przebudowie) istniejącego układu geometrycznego, w celu osiągnięcia wymaganej prędkości, ograniczenia kosztów modernizacji lub osiągniecia szczególnych wymagań określonych w projekcie.

14. Wartości dopuszczalnych (P2) nie stosuje się przy projektowaniu nowych linii lub odcinków nowych linii kolejowych.
15. Przykładowe obliczenia wartości przechyłki zawiera załącznik 1.

9.4 Niedomiar przechyłki [I]

1. Dla przyjmowanych wartości: promienia łuku poziomego, przechyłki oraz maksymalnej prędkości ruchu pojazdów szynowych, należy na podstawie wzoru 9.9, każdorazowo wyznaczyć niedomiar przechyłki.

$$I = 11{,}8 \cdot \frac{V_{max}{}^2}{R} - D = D_{eq} - D \leq I_{dop} \qquad (9.9)$$

2. Jeżeli w wyniku obliczeń przeprowadzonych według wzoru 9.9, otrzymano wartość ujemną, oznacza to przypadek wystąpienia nadmiaru przechyłki przy prędkości maksymalnej pojazdu szynowego (V_{max}).
3. Dopuszczalne wartości niedomiaru przechyłki (I_{dop}) ustalane są zgodnie z tabelą 9.7.

Tabela 9.7.

Wartości dopuszczalne niedomiaru przechyłki (I)				
Uwarunkowania		**Zalecane wartości dopuszczalne**	**Normalne wartości dopuszczalne**	**Graniczne wartości dopuszczalne[3)]**
		P0	**P1**	**P2**
		[mm]	[mm]	[mm]
1		2	3	4
tory szlakowe oraz główne zasadnicze i dodatkowe		110	130	150[1), 2)]
tory boczne		80	100	100
łuki o promieniach 200 m < R ≤ 250 m		80	100	100
łuki o promieniach R ≤ 200 m		50	70	70
rozjazdy ze stałą krzyżownicą	V ≤ 160	90	110	110
	160<V≤200	60	90	90
rozjazdy z ruchomym dziobem krzyżownicy	V ≤ 230	100	130	130
	230<V≤250	80	80	110
skrzyżowania torów, rozjazdy krzyżowe	V ≤ 120	0	0	80
przyrządy wyrównawcze	V ≤ 160	80	100	100
	160<V≤200	0	80	80
	200<V≤250	0	60	60

1) w przypadku pojazdów wyposażonych w system kompensacji niedomiaru przechyłki zarządca infrastruktury dopuszcza zwiększenie wartości dopuszczalnych, po przeprowadzeniu odpowiednich badań
2) wartość I=150 mm dopuszcza się stosować tylko dla wybranych typów pojazdów pasażerskich
3) zgody udziela Zarząd PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., na zasadach określonych w rozdziale 7

9.5 Nadmiar przechyłki [E]

1. Dla przyjmowanych wartości: promienia łuku poziomego, przechyłki oraz minimalnej prędkości ruchu pociągów, należy każdorazowo na podstawie wzoru 9.10 wyznaczyć nadmiar przechyłki.

$$E = D - 11{,}8 \cdot \frac{V_{min}{}^2}{R} = D - D_{eq,Vmin} \leq E_{dop} \qquad (9.10)$$

2. Jeżeli w wyniku obliczeń przeprowadzonych według wzoru 9.10, otrzymano wartość ujemną, oznacza to przypadek wystąpienia niedomiaru przechyłki przy prędkości minimalnej pojazdu szynowego (V_{min}).
3. Dopuszczalne wartości nadmiaru przechyłki ustalane są zgodnie z tabelą 9.8.

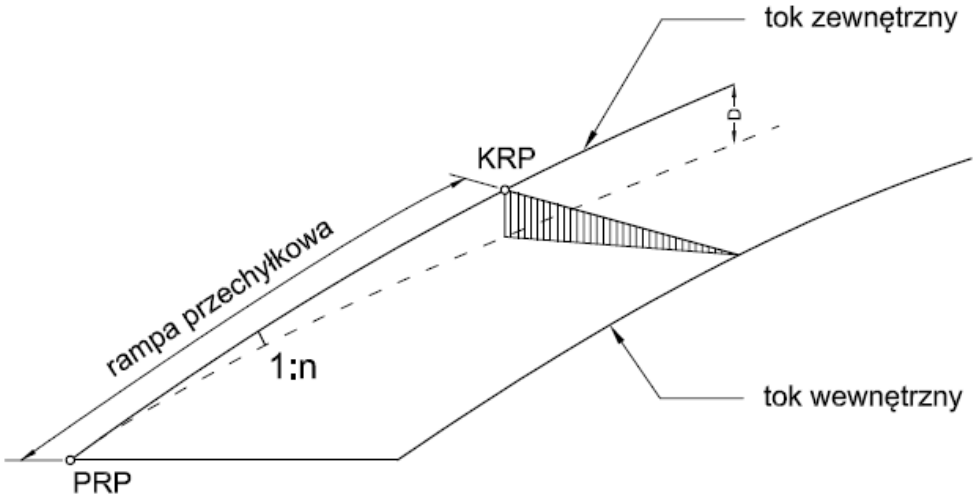
Tabela 9.8

Wartości dopuszczalne nadmiaru przechyłki (E)			
Prognozowane natężenie przewozów dla toru „q”	**Zalecane wartości dopuszczalne**	**Normalne wartości dopuszczalne**	**Graniczne wartości dopuszczalne[1)]**
	P0	**P1**	**P2**
[Tg/rok]	[mm]	[mm]	[mm]
1	2	3	4
q ≤ 5	90	110	110
5 < q ≤ 10	85	95	110
10 < q ≤ 15	80	95	110
15 < q ≤ 20	65	80	110
q >20	50	80	110
1) zgody udziela właściwy terenowo Zakład Linii Kolejowych			

4. Dopuszczalny nadmiar przechyłki dla rozjazdów, skrzyżowań torów oraz przyrządów wyrównawczych nie może przekraczać mniejszej z pary wartości dopuszczalnych: wskazanych w tabeli 9.8 (warunek ograniczający z uwagi na natężenie przewozów) oraz w właściwym wierszu tabeli 9.7 (warunek ograniczający z uwagi na konstrukcję). W takim przypadku wartości podane w tabeli 9.7 należy traktować jako wartości określające dopuszczalny nadmiar przechyłki.

9.6 Rampy przechyłkowe

1. Pomiędzy odcinkami toru z przechyłką i bez przechyłki oraz odcinkami toru o różnych przechyłkach, należy stosować odcinek przejściowy o zmiennej przechyłce określany jako rampa przechyłkowa (Rys. 9.2), która dodatkowo powinna zapewnić spełnienie wybranych warunków kinematycznych.



Rys. 9.2 Rampa przechyłkowa

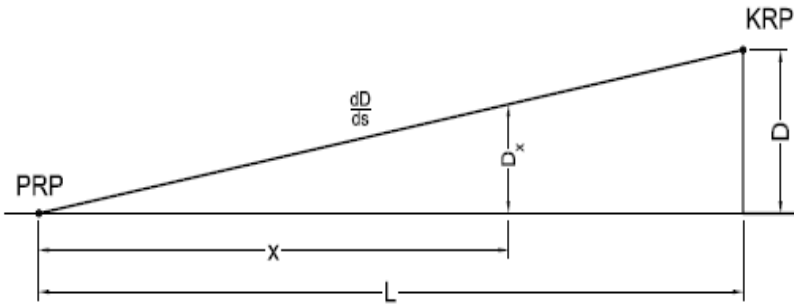
2. W układach geometrycznych w których zastosowano rampy przechyłkowe, wymagane jest sprawdzenie następujących warunków geometrycznych oraz kinematycznych:
   a) pochylenia rampy $\left(\frac{dD}{ds}\right)$,
   b) zmiany przechyłki w czasie $\left(\frac{dD}{dt}\right)$,
   c) zmiany niedomiaru przechyłki w czasie $\left(\frac{dI}{dt}\right)$.
3. Dopuszcza się stosowanie następujących typów ramp przechyłkowych zgodnie z tabelą 9.9.

Tabela 9.9

Typ rampy		
zalecane wartości dopuszczalne	**normalne wartości dopuszczalne**	**graniczne wartości dopuszczalne[1)]**
P0	**P1**	**P2**
prostoliniowe		krzywoliniowe

1) zgody udziela właściwy terenowo Zakład Linii Kolejowych

4. W projektowaniu układów geometrycznych zaleca się stosowanie ramp prostoliniowych, odpowiadających długościom krzywych przejściowych, na których następuje liniowa zmiana przechyłki od wartości początkowej (D_0) do wartości końcowej ($D_1 = D$) (Rys. 9.3).
5. W szczególnych przypadkach kształtowania układu geometrycznego w trudnych warunkach terenowych i/lub przy występowaniu ograniczeń infrastrukturalnych dopuszczalne jest zastosowanie prostoliniowych ramp przechyłkowych o długości różnej (dłuższej lub krótszej) od długości odpowiadającej jej krzywej przejściowej.



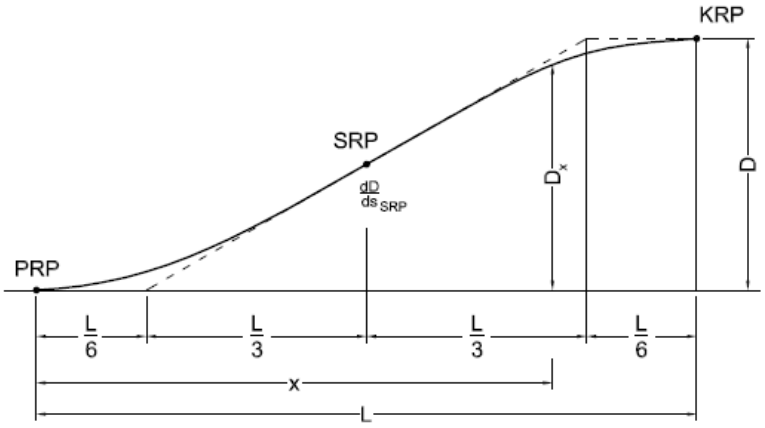
$$D(x) = \frac{D \cdot x}{L}$$

Rys. 9.3 Rampa prostoliniowa

6. W przypadku konieczności zastosowania rampy przechyłkowej bez krzywej przejściowej należy stosować rampy prostoliniowe.
7. Dla prostoliniowych ramp przechyłkowych stykających się w punkcie $PRP_1 = PRP_2$, w zależności od kierunku łączonych łuków, należy spełnić następujące warunki:
   a) dla łuków odwrotnych (w jednym łuku podniesiony jest lewy tok szynowe, a na drugim tok prawy) – sumaryczna dopuszczalna wartość pochylenia ramp przechyłkowych nie może przekroczyć wartości określonej wzorem (9.11)
   $$\left|\frac{D_1}{L_{RP1}}\right| + \left|\frac{D_2}{L_{RP2}}\right| \leq \left(\frac{dD}{ds}\right)_{dop} \quad [mm/m] \tag{9.11}$$
   b) dla łuków zgodnie skierowanych (w obu łukach podniesiony jest ten sam tok szynowy) – dopuszczalne wartości pochyleń stykających się ramp przechyłkowych muszą spełniać następującą zależność (9.12)
   $$\left|\frac{D_1}{L_{RP1}}\right| \leq \left(\frac{dD}{ds}\right)_{dop} \wedge \left|\frac{D_2}{L_{RP2}}\right| \leq \left(\frac{dD}{ds}\right)_{dop} \quad [mm/m] \tag{9.12}$$
8. Każdorazowo dla przypadków wskazanych w pkt 7 rampy przechyłkowe muszą odpowiadać długością krzywym przejściowym, tj. $L_{\mathrm{RP1}} = L_{KP1}$, $L_{\mathrm{RP2}} = L_{KP2}$.
9. W przypadku niespełnienia warunku wskazanego w pkt 7, lit. a, prostoliniowe rampy przechyłkowe należy łączyć poprzez tzw. „nożyce torowe” przedstawione na Rys. 9.10, albo łuki takie łączyć poprzez zastosowanie dwóch krzywych Blossa z odpowiadającymi im nieliniowymi rampami przechyłkowymi, z zastrzeżeniem aby w punktach początkowych ramp wartości przechyłek otrzymały zgodne wartości.
10. Wartość teoretycznego podwyższenia niwelety toru (Δh_n) dla przypadków, które wskazano w pkt 9, określa się na podstawie zależności 9.13, patrz Rys. 9.10.
    $$\Delta h_n = \frac{D_1 \cdot D_2}{D_1 + D_2} \; [mm] \tag{9.13}$$
11. W obrębie połączeń torowych dopuszcza się wykonywanie prostoliniowych ramp przechyłkowych, które nie spełniają wymagań wskazanych w pkt 4. Do przypadków takich należą rampy:
    a) wykonane na prostej stycznej do łuku poziomego,
    b) wykonane na łuku poziomym lub na części łuku poziomego.
12. Stosowanie ramp krzywoliniowych jest dopuszczone pod następującymi warunkami:
    a) zachowany jest warunek proporcjonalności przyrostu wartości przechyłki do krzywizny,

b) technologia wymagana do wykonania i utrzymania rampy krzywoliniowej nie będzie powodować zwiększonych kosztów utrzymania w stosunku do ramp prostoliniowych,
c) sporządzenia przez projektanta karty pomiaru zawierającej wartości przechyłek nominalnych na długości rampy z krokiem co 5 m.

13. W przypadku układów geometrycznych w których różnica wartości przechyłek pomiędzy poszczególnymi elementami jest mniejsza lub równa 40 mm (ΔD ≤ 40 mm) dopuszcza się stosowanie wyłącznie ramp prostoliniowych.
14. W przypadku konieczności zastosowania ramp krzywoliniowych należy stosować krzywą przejściową Blossa z odpowiadającą jej krzywoliniową rampą przechyłkową (Rys. 9.4), tabela 9.11.
15. Przy zastosowaniu ramp przechyłkowych, które wskazano w pkt 14, połączonych w punktach początkowych (PRP_1=PRP_2), wartości przechyłek w tym punkcie muszą być zgodne i wynosić D = 0 mm.
16. W przypadku ramp przechyłkowych położonych poza rozjazdem, punkty początku i końca rampy przechyłkowej nie powinny być położone w odległości mniejszej niż 6 m od punktów początku i końca rozjazdu (ostatniej wspólnej podrozjazdnicy).



$$\frac{dD}{ds}_{SRP} = \frac{3 \cdot D}{2 \cdot L}$$

$$D(x) = D\left(\frac{3x^2}{L^2} - \frac{2x^3}{L^3}\right)$$

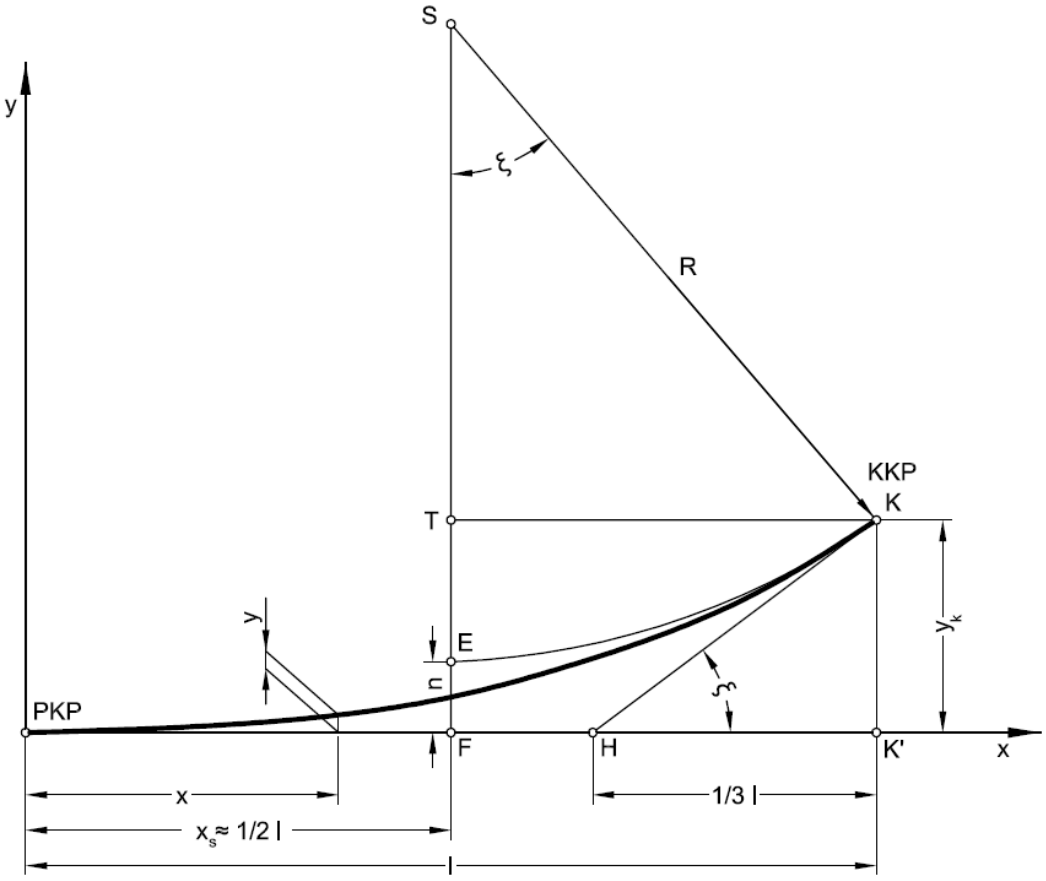
Rys. 9.4 Krzywoliniowa rampa przechyłkowa

17. Po uzgodnieniu z właściwym terenowo Zakładem Linii Kolejowych, dopuszcza się projektowanie ramp przechyłkowych na długości rozjazdów podstawowych oraz łukowych. W takim przypadku długość rampy należy ustalić w taki sposób, aby punkty początku/końca rampy pokrywał się z punktem początku/końca rozjazdu (ostatniej wspólnej podrozjazdnicy) lub punkty te leżały poza rozjazdem w odległości co najmniej 6 m od niego.

9.7 Krzywe przejściowe

1. W celu zmniejszenia prędkości zmiany niedomiaru przechyłki pomiędzy odcinkami o różnych wartościach krzywizny, wymagane jest stosowanie odcinków o zmiennej krzywiźnie określanych jako krzywe przejściowe.

2. Zasadniczo krzywe przejściowe należy projektować dla układów geometrycznych:
   a) prosta – łuk poziomy (ciągła zmiana wartości krzywizny od nieskończoności do wartości 1/R),
   b) łuk poziomy – łuk poziomy (ciągła zmiana wartości krzywizny od wartości $1/R_1$ do wartości $1/R_2$).
3. Krzywa przejściowa ograniczona jest punktami:
   a) początku krzywej przejściowej (PKP) – który występuje w miejscu jej połączenia z elementem układu geometrycznego o mniejszej krzywiźnie,
   b) końca krzywej przejściowej (KKP) – który występuje w miejscu jej połączenia z elementem układu geometrycznego o większej krzywiźnie.
4. Równania opisujące krzywe przejściowe muszą spełniać warunki ciągłej monotonicznej zmiany: wartości rzędnych, przyrostu kąta zwrotu oraz krzywizny.
5. Przy projektowaniu układów torowych, zaleca się stosować krzywą przejściową w postaci klotoidy lub parabolę trzeciego stopnia (Rys. 9.5) stanowiącą przybliżenie klotoidy.



Rys. 9.5 Krzywa przejściowa w postaci paraboli trzeciego stopnia

6. W szczególnych przypadkach (przy występowaniu ograniczeń terenowych lub infrastrukturalnych) za zgodą właściwego terenowo Zakładu Linii Kolejowych możliwe

jest stosowanie krzywej przejściowej z odpowiadającą jej nieliniową rampą przechyłkową.

7. W układach geometrycznych torów w których zastosowano krzywe przejściowe niezależnie od ich układu geometrycznego wymagane jest sprawdzenie wskaźnika zmiany niedomiaru przechyłki w czasie $\left(\frac{dI}{dt}\right)$.
8. Długość krzywej przejściowej powinna zostać ustalona z uwagi na maksymalną prędkość przejazdu pojazdu szynowego (V_{max}) dla danego typu linii lub odcinka linii.
9. Minimalna długość krzywej przejściowej wraz z odpowiadającą jej rampą przechyłkową, musi spełniać warunki podane w tabeli 9.10.
10. Z uwagi na dokładność tyczenia zaleca się ustalać minimalną długość krzywych przejściowych w taki sposób, aby zapewnić przesunięcie części kołowej łuku nie mniejsze niż 0,02 m, przy czym długość takiej krzywej nie powinna być mniejsza od 30 m. Realizację powyższego wymogu zapewnia spełnienie warunku 9.14.

$$L_{KP_{min}} \geq max\langle\sqrt{q_R \cdot \Delta R}; 30\ m\rangle \tag{9.14}$$

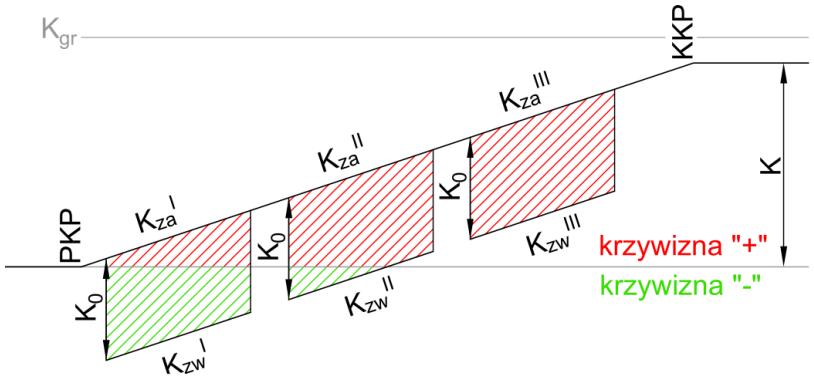
Tabela 9.10

Warunki określające minimalną długość krzywej przejściowej (L_{KP})			
Minimalna długość krzywej przejściowej	**Zalecane wartości dopuszczalne**	**Normalne wartości dopuszczalne**	**Graniczne wartości dopuszczalne[1)]**
	P0	P1	P2
	[m]	[m]	[m]
	$L_{min}^{P0/P1} = max\begin{cases} q_N \cdot \Delta D \cdot \left(\frac{dD}{ds}\right)_{dop}^{-1} \\ q_N \cdot \frac{V_{max}}{3{,}6} \cdot \Delta D \cdot \left(\frac{dD}{dt}\right)_{dop}^{-1} \\ q_N \cdot \frac{V_{max}}{3{,}6} \cdot \Delta I \cdot \left(\frac{dI}{dt}\right)_{dop}^{-1} \\ 30\ m \\ \sqrt{q_R \cdot \Delta R} \end{cases}$ gdzie: ΔR – różnica promieni elementów łączonych		$L_{min}^{P2} = max\begin{cases} q_N \cdot \Delta D \cdot \left(\frac{dD}{ds}\right)_{dop}^{-1} \\ q_N \cdot \frac{V_{max}}{3{,}6} \cdot \Delta D \cdot \left(\frac{dD}{dt}\right)_{dop}^{-1} \\ q_N \cdot \frac{V_{max}}{3{,}6} \cdot \Delta I \cdot \left(\frac{dI}{dt}\right)_{dop}^{-1} \end{cases}$

Wartości dopuszczalne przyjęte do wzorów			
wartość dopuszczalna	P0	P1	P2
$\left(\frac{dD}{ds}\right)_{dop}$	zgodnie z tabelą 9.12 (wartości jak dla P0)	zgodnie z tabelą 9.12 (wartości jak dla P1)	zgodnie z tabelą 9.12 (wartości jak dla P2)
$\left(\frac{dD}{dt}\right)_{dop}$	zgodnie z tabelą 9.13 (wartości jak dla P0)	zgodnie z tabelą 9.13 (wartości jak dla P1)	zgodnie z tabelą 9.13 (wartości jak dla P2)

$\left(\frac{dI}{dt}\right)_{dop}$	zgodnie z tabelą 9.14 (wartości jak dla P0)	zgodnie z tabelą 9.14 (wartości jak dla P1)	zgodnie z tabelą 9.14 (wartości jak dla P2)
Wartości parametrów q_N i q_R zależne są od typu krzywej przejściowej:			
Parametr	Parabola 3 st. lub klotoida	Blossa	
q_N	1,00	1,50	
q_R	0,48	0,80	
1) zgody udziela właściwy terenowo Zakład Linii Kolejowych			

11. W torach bocznych, na których prędkość maksymalna determinowana jest wartością nagłej zmiany niedomiaru przechyłki, zaleca się stosować układy nie wymagające stosowania krzywych przejściowych.
12. Po uzgodnieniu z właściwym terenowo Zakładem Linii Kolejowych, dopuszcza się na długości rozjazdów łukowych projektowanie krzywych przejściowych w postaci klotoidy lub paraboli trzeciego stopnia. W takim przypadku położenie rozjazdu na długości krzywej przejściowej należy ustalić w taki sposób, aby krzywizna toru odgałęźnego na całej długości przyjmowała wartość ujemną (Rys. 9.6 - K_{ZW}^{I}) lub dodatnią (Rys. 9.6 - K_{ZW}^{III}). Niedozwolone jest stosowanie rozjazdów w których krzywizna toru odgałęźnego lub zasadniczego będzie częściowo dodatnia, a częściowo ujemna (Rys. 9.6 - K_{ZW}^{II}).



Rys. 9.6 Przypadki krzywizn torów w rozjazdach położonych w krzywych przejściowych w postaci paraboli trzeciego stopnia

13. Podstawowe parametry charakteryzujące wybrane typy krzywych przejściowych wraz z odpowiadającymi im rampami przechyłkowymi zostały podane w tabeli 9.11.

Tabela 9.11

Typy krzywych przejściowych			
parametr	*symbol*	*parabola trzeciego stopnia*	*krzywa Blossa*
równanie opisujące krzywą	$y(x)$	$y(x) = \frac{x^3}{6RL}$	$y(x) = \frac{1}{R}\left(\frac{x^4}{4L^2} - \frac{x^5}{10L^3}\right)$
krzywizna	K	$K = \frac{1}{R}$	$K = \frac{1}{R}$

wielkość rzędnej na końcu krzywej	y_{KKP}	$y_{KKP} = \frac{L^2}{6 \cdot R}$	$y_{KKP} = \frac{3L^2}{20 \cdot R}$
długość mierzona po krzywiźnie	$\hat{L}$	$\hat{L} = L + \frac{L^3}{40R}$	$\hat{L} = L + 0{,}0228\frac{L^3}{R}$
przesunięcie łuku	n	$n = \frac{L^2}{24} \cdot \left\lvert \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right\rvert$	$n = \frac{L^2}{40} \cdot \left\lvert \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right\rvert$
wydłużenie krzywej w stosunku do paraboli 3 st.	---	1,0	1,291
odpowiadające krzywym przejściowym rampy przechyłkowe			
typ rampy	---	prostoliniowa	krzywoliniowa
wartość przechyłki na odciętej x	$D(x)$	$D(x) = D_1 + \frac{D \cdot x}{L}$	$D(x) = D_1 + D \cdot \left(\frac{3x^2}{L^2} - \frac{2x^3}{L^3}\right)$
maksymalne pochylenie (wichrowatość projektowa)	$\left(\frac{dD}{ds}\right)_{max}$	$\frac{dD}{ds}_{max} = \frac{dD}{ds} = \frac{\Delta D}{L}$	$\frac{dD}{ds}_{max} = \frac{3 \cdot \Delta D}{2 \cdot L}$
zmiana przechyłki w czasie (prędkość podnoszenia koła)	$\frac{dD}{dt}$	$\frac{dD}{dt} = \frac{\Delta D \cdot V}{3{,}6 \cdot L}$	$\frac{dD}{dt} = \frac{3 \cdot \Delta D \cdot V}{7{,}2 \cdot L}$

9.8 Pochylenie rampy przechyłkowej $\left[\frac{dD}{ds}\right]$ – wichrowatość projektowa

1. Na odcinkach toru na których następuje zmiana wartości przechyłki (na długości ramp przechyłkowych) należy sprawdzać wartość wichrowatości projektowej, która powinna być równa lub mniejsza od wartości dopuszczalnej, zgodnie ze wzorem 9.15.

$$\frac{dD}{ds} \leq \left(\frac{dD}{ds}\right)_{dop} \quad [mm/m] \tag{9.15}$$

2. Dla prostoliniowych ramp przechyłkowych, wichrowatość projektową należy obliczać wg wzoru 9.16.

$$\frac{dD}{ds} = \frac{\Delta D}{L_{RP}} \tag{9.16}$$

3. Dopuszczalne wartości pochylenia rampy przechyłkowej należy przyjmować zgodnie z tabelą 9.12.

Tabela 9.12

Wartości dopuszczalne pochylenia rampy przechyłkowej (dD/ds)						
Prędkość	Zalecane wartości dopuszczalne		Normalne wartości dopuszczalne		Graniczne wartości dopuszczalne[1)]	
	P0		P1		P2	
	pochylenie rampy	wichrowatość na bazie 5 m	pochylenie rampy	wichrowatość na bazie 5 m	pochylenie rampy	wichrowatość na bazie 5 m
[km/h]	[mm/m]	[mm]	[mm/m]	[mm]	[mm/m]	[mm]
V ≤ 250	1,6	8	2,0	10	2,5	12,5
1) zgody udziela właściwy terenowo Zakład Linii Kolejowych						

9.9 Zmiana przechyłki w czasie $\left[\frac{dD}{dt}\right]$

1. Na odcinkach toru gdzie następuje zmiana wartości przechyłki należy sprawdzać zmianę przechyłki w czasie. Wartość zmiany przechyłki w czasie powinna być równa lub mniejsza od wartości dopuszczalnej, zgodnie ze wzorem 9.17.

$$\frac{dD}{dt} \leq \left(\frac{dD}{dt}\right)_{dop} \qquad [{}^{mm}/_{S}] \tag{9.17}$$

2. Dla prostoliniowych ramp przechyłkowych, zmianę przechyłki można obliczyć ze wzoru 9.18.

$$\frac{dD}{dt} = \frac{\Delta D \cdot V_{max}}{3{,}6 \cdot L_{RP}} \tag{9.18}$$

gdzie: 3,6 $\left[\frac{km \cdot s}{h \cdot m}\right]$– współczynnik konwersji

3. Dopuszczalne wartości zmiany przechyłki w czasie $\left(\frac{dD}{dt}\right)_{dop}$ należy przyjmować zgodnie z tabelą 9.13.

Tabela 9.13

Wartości dopuszczalne zmiany przechyłki w czasie (dD/dt)			
Niedomiar przechyłki	Zalecane wartości dopuszczalne	Normalne wartości dopuszczalne	Graniczne wartości dopuszczalne[1)]
	P0	P1	P2
[mm]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]
dla prostoliniowych ramp przechyłkowych			
I ≤ 150	35 mm/s	50 mm/s	60 mm/s
dla krzywoliniowych ramp przechyłkowych			
I ≤ 150	55 mm/s		70 mm/s
1) zgody udziela właściwy terenowo Zakład Linii Kolejowych			

9.10 Zmiany niedomiaru przechyłki w czasie $\left[\frac{dI}{dt}\right]$

1. Dla elementów układu geometrycznego toru, na których występuje zmiana krzywizny i/lub zmiana wartości przechyłki należy sprawdzać zmianę niedomiaru przechyłki w czasie. Obliczona wartość zmiany niedomiaru przechyłki w czasie powinna być równa lub mniejsza od wartości dopuszczalnej, zgodnie ze wzorem 9.19.

$$\frac{dI}{dt} \leq \left(\frac{dI}{dt}\right)_{dop} \qquad [{}^{mm}/_{s}] \tag{9.19}$$

2. Dla odcinków toru charakteryzujących się stałą wielkością przyrostu przechyłki i/lub krzywizny, zmianę niedomiaru przechyłki można obliczyć ze wzoru 9.20.

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\Delta I \cdot V_{max}}{3{,}6 \cdot L} \tag{9.20}$$

gdzie: ΔI – przyrost niedomiaru przechyłki na długości L [mm],
L – długość rozpatrywanego elementu [m],
3,6 –współczynnik konwersji $\left[\frac{km \cdot s}{godz \cdot m}\right]$.

3. Dopuszczalne wartości zmiany niedomiaru przechyłki w czasie $\left(\frac{dI}{dt}\right)_{dop}$ należy przyjmować zgodnie z tabelą 9.14.

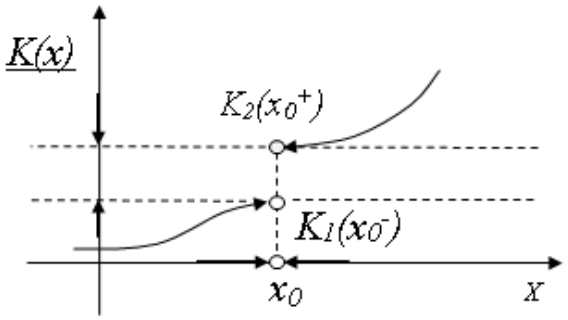
Tabela 9.14

Wartości dopuszczalne zmiany niedomiaru przechyłki w czasie (dI/dt)			
Prędkość	**Zalecane wartości dopuszczalne**	**Normalne wartości dopuszczalne**	**Graniczne wartości dopuszczalne[1)]**
	P0	**P1**	**P2**
[km/h]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]
dla prostoliniowych ramp przechyłkowych			
V ≤ 200 km/h	55 mm/s	70 mm/s	80 mm/s
200 < V ≤ 250 km/h	55 mm/s		70 mm/s
dla krzywoliniowych ramp przechyłkowych			
V ≤ 250 km/h	90 mm/s		100 mm/s
1) zgody udziela właściwy terenowo Zakład Linii Kolejowych			

9.11 Nagła zmiana niedomiaru przechyłki [ΔI]

1. W układach geometrycznych torów, przypadki nagłej zmiany niedomiaru przechyłki (ΔI) występują w miejscach niezachowania ciągłości zmiany (nagłej zmiany) krzywizny, tzn. jeżeli w otoczeniu dowolnego punktu charakterystycznego x_0 = (PŁ, KŁ, PKP, KKP) występuje nieciągłość krzywizny, co opisano równaniem (9.21) to dla dowolnej prędkości w tym punkcie wystąpi przypadek nagłej zmiany niedomiaru przechyłki (Rys. 9.7).

$$\lim_{x \to x_0^-} K(x) \neq \lim_{x \to x_0^+} K(x) \tag{9.21}$$



Rys. 9.7 Ilustracja definicji punktu występowania nieciągłości krzywizny

2. Podczas projektowania układów geometrycznych torów szlakowych oraz torów głównych zasadniczych, zaleca się unikać występowania przypadków nagłej zmiany niedomiaru przechyłki, ponieważ powodują one zaburzenia spokojności jazdy pojazdów.
3. Dopuszczalne wartości nagłej zmiany niedomiaru przechyłki zostały podane w tabeli 9.15.

Tabela 9.15

Wartości dopuszczalne nagłej zmiany niedomiaru przechyłki (ΔI)			
Zakres prędkości maksymalnych	**Zalecane wartości dopuszczalne**	**Normalne wartości dopuszczalne**	**Graniczne wartości dopuszczalne[1)]**
	P0	**P1**	**P2**
[km/h]	[mm]	[mm]	[mm]
Połączenia torów			
V ≤ 60	130		
60 < V ≤ 100	100		125
100 < V ≤ 160	80		$160 - (0{,}35 \cdot V_{max})$
160 < V ≤ 200	60		$160 - (0{,}35 \cdot V_{max})$
Tory szlakowe oraz tory główne zasadnicze i dodatkowe			
V ≤ 70	50		60
70 < V ≤ 160	0	$64 - (0{,}2 \cdot V_{max})$	50
160 < V ≤ 200	0	30	50
200 < V ≤ 250	0	25	25
Tory boczne			
V ≤ 40	50	100	100

1) zgody udziela właściwy terenowo Zakład Linii Kolejowych

4. Zaburzenia spokojności jazdy powstałe na skutek wystąpienia nagłej zmiany niedomiaru przechyłki ΔI zanikają (są tłumione) w funkcji czasu. Zastosowanie odcinka pośredniego (L_{OP}), rozdzielającego elementy o różnych wartościach krzywizn, i o długości spełniającej warunek 9.22 umożliwia uzyskanie dodatkowej drogi na której następuje zmniejszenie drgań pudła pojazdu szynowego.

$$L_{OP} \geq L_{OP,dop} \tag{9.22}$$

5. Minimalną długość odcinka pośredniego ($L_{OP,dop}$) wskazano w Tabeli 9.16.

6. Odcinki pośrednie (L_{OP}) są elementami geometrycznym, na których może występować niedomiar przechyłki o stałej lub zmiennej wartości.
7. Odcinki pośrednie (L_{OP}) pod względem geometrycznym mogą stanowić: prostą, łuk poziomy lub krzywą przejściową, z przechyłką lub bez przechyłki, o długości niespełniającej wymagań wskazanych w rozdziale 9.1 i 9.7.
8. W przypadkach, gdy pomiędzy kolejnymi, następującymi po sobie, punktami nagłej zmiany niedomiaru przechyłki:
   a) występuje odcinek pośredni spełniający warunek 9.22, to następujące po sobie nagłe zmiany niedomiaru przechyłki należy rozpatrywać oddzielnie,
   b) nie występuje odcinek pośredni lub występuję odcinek o długości niespełniającej warunku 9.22, to następujące po sobie nagłe zmiany niedomiaru przechyłki należy rozpatrywać łącznie (sekwencyjnie).
9. W przypadkach, gdy największa występująca wartość różnicy pomiędzy nagłymi zmianami niedomiaru przechyłki występującymi w dwóch lub większej liczbie punktów następujących po sobie, nie przekracza wartości dopuszczalnych wskazanych w Tabeli 9.15, można stosować odcinki pośrednie o długości mniejszej od wartości wskazanych w Tabeli 9.16.

Tabela 9.16

Długość minimalna elementu pośredniego ($L_{OP,dop}$)		
Prędkość	**Wartości dopuszczalne**	
Tory szlakowe i główne		
V ≤ 250 km/h	prosta, łuk:	jak dla progu P2 wg tabeli 9.1
	krzywa przejściowa:	jak dla progu P2 wg tabeli 9.10
Połączenia torów		
V ≤ 60 km/h	6,0 m	
60 < V ≤ 100 km/h	$0{,}15 \cdot V_{max}$	
100 < V ≤ 200 km/h	$0{,}25 \cdot V_{max}$	
Tory boczne		
V ≤ 40 km/h	$0{,}10 \cdot V_{max}$	

10. W przypadku łuków odwrotnych o promieniach R < 300 m, dodatkowo należy sprawdzać warunek niezakleszczenia zderzaków, zgodnie z zasadami wskazanymi w rozdziale 9.2 pkt. 9 ÷ 10.
11. Nagła zmiana niedomiaru przechyłki w miejscach niezachowania ciągłości zmiany krzywizny (warunek 9.21) oznaczana jest jako ΔI i określa się ją wg wzoru (9.23) lub (9.24):

$$\Delta I = \big||I_2| - |I_1|\big| \tag{9.23}$$

$$\Delta I = |I_2| + |I_1| \tag{9.24}$$

gdzie:

I_1 - niedomiar przechyłki [mm] bezpośrednio przed punktem nagłej zmiany krzywizny,

I_2 - niedomiar przechyłki [mm] bezpośrednio po punkcie nagłej zmiany krzywizny,

12. Sumaryczną (całkowitą) zmianę niedomiaru przechyłki należy określać zgodnie z przyjętymi regułami znakowania:
    a) 9.23 – odnosi się do przypadku kiedy bezpośrednio przed oraz bezpośrednio po wystąpieniu nagłej zmiany niedomiaru przechyłki, występują takie same warunki brzegowe, zgodnie z tabelą 9.17 (np. A/A),
    b) 9.24 – odnosi się do przypadku kiedy bezpośrednio przed oraz bezpośrednio po wystąpieniu nagłej zmiany niedomiaru przechyłki, występują różne warunki brzegowe, zgodnie z tabelą 9.17 (np. A/B).
13. Zastosowanie wzorów 9.23 i 9.24 zakłada, że na całym badanym odcinku występuje monotoniczna zmiana niedomiaru przechyłki. W innym przypadku należy badany odcinek podzielić na części, a ΔI określić dla każdej z częsci niezależnie, przy jednoczesnym spełnieniu pozostałych wymagań kinematycznych wskazanych w rozdziale 9.
14. Warunki brzegowe występujące bezpośrednio przed i po punkcie nagłej zmianie krzywizny, przedstawiono w tabeli 9.17. Wskazują one kierunek siły wypadkowej działającej na pojazd, który stanowi iloczyn znaków (dodatni/ujemny): krzywizyny (zgodnie z przyjętą konwencją znakowania) oraz niedomiaru przechyłki. Wyróżnia się dwa przypadki brzegowe:
    a) „A” – jeżeli krzywizna i niedomiar są tego samego znaku,
    b) „B” – jeżeli krzywizna i niedomiar są różnych znaków.

Tabela 9.17

Rozpatrywany przypadek	Znak krzywizny	Znak niedomiar	Warunek brzegowy
Łuk prawy z dodatnim niedomiarem przechyłki	+	+	**A**
Łuk prawy z ujemnym niedomiarem przechyłki	+	-	**B**
Łuk lewy z dodatnim niedomiarem przechyłki	-	+	**B**
Łuk lewy z ujemnym niedomiarem przechyłki	-	-	**A**
Prosta z przechyłką – lewy tok szynowy niższy	$\left[\frac{1}{-\infty}\right] = 0^-$	-	**A**
Prosta z przechyłką – lewy tok szynowy wyższy	$\left[\frac{1}{+\infty}\right] = 0^+$	-	**B**

15. Przedstawione w pkt. 11 ÷ 14 zasady stosuje się również do określenia przyrostu niedomiaru przechyłki na długości krzywej przejściowej i/lub rampie przechyłkowej, które wskazano w rozdziale 9.10.
16. Wybrane przypadki nagłych zmian niedomiaru przechyłki przedstawiono w tabeli 9.18 i 9.19.

Tabela 9.18

Układ geometryczny	Nagła zmiana niedomiaru przechyłki
Układy bez przechyłki połączone bezpośrednio lub odcinkiem pośrednim w formie wstawki prostej	

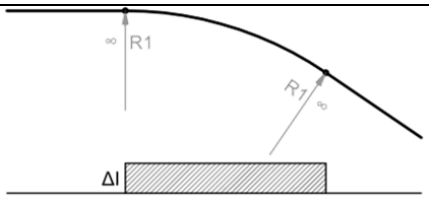
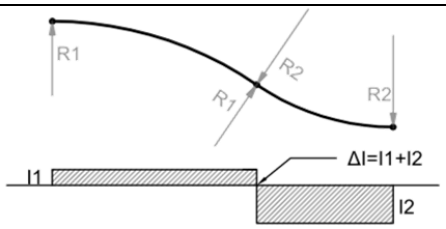
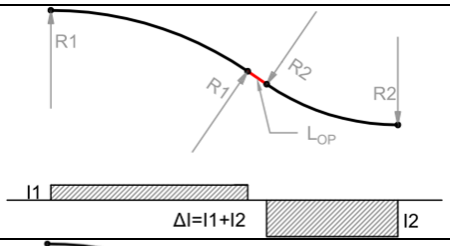
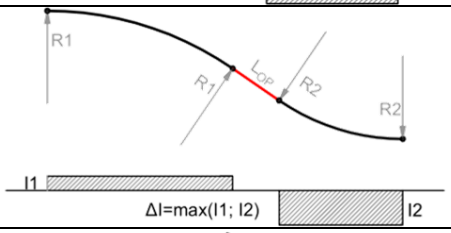
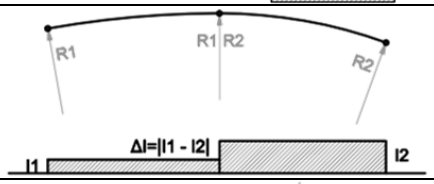
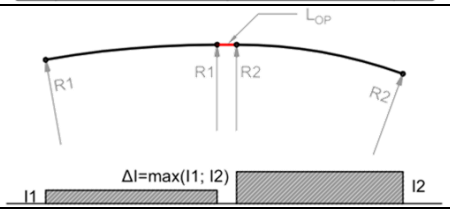
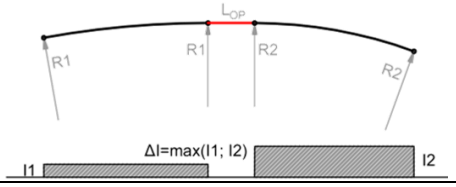
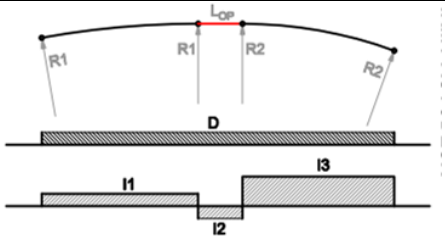
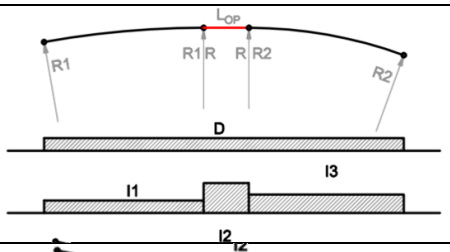
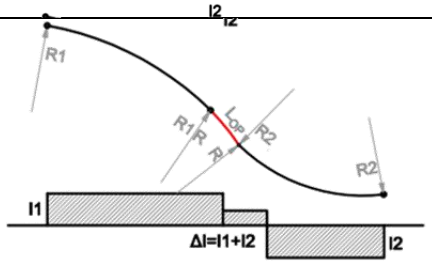
prosta – łuk bez odcinka pośredniego *[Warunki brzegowe: 0-A-0]*		$\Delta I = I$ *(jeżeli na prostej nie występuje przechyłka)*
dwa łuki odwrotne bez odcinka pośredniego *[Warunki brzegowe: A-B]*		$\Delta I = \lvert I_2 \rvert + \lvert I_1 \rvert$
dwa łuki odwrotne z odcinkiem pośrednim o długości: $L < L_{dop}$ *[Warunki brzegowe: A-B]*		$\Delta I = \lvert I_2 \rvert + \lvert I_1 \rvert$ $\wedge$ $L_{OP} < L_{OP,dop}$
dwa łuki odwrotne z odcinkiem pośrednim o długości: $L \geq L_{dop}$ *[Warunki brzegowe: A-0; 0-B]*		$\Delta I = max(\lvert I_1 \rvert; \lvert I_2 \rvert)$ $\wedge$ $L_{OP} \geq L_{OP,dop}$
łuki o zgodnych kierunkach bez odcinka pośredniego *[Warunki brzegowe: A-A]*		$\Delta I = \left\lvert \lvert I_2 \rvert - \lvert I_1 \rvert \right\rvert$
łuki o zgodnych kierunkach z odcinkiem pośrednim o długości: $L < L_{dop}$ *[Uwaga: Brak monotonicznej zmiany - ΔI rozpatrywać niezależnie: Warunki brzegowe: A-0; 0-A]*		$\Delta I = max(\lvert I_1 \rvert; \lvert I_2 \rvert)$ $\wedge$ $L_{OP} < L_{OP,dop}$
łuki o zgodnych kierunkach z odcinkiem pośrednim o długości: $L \geq L_{dop}$ *[Warunki brzegowe: A-0; 0-A]*		$\Delta I = max(\lvert I_1 \rvert; \lvert I_2 \rvert)$ $\wedge$ $L_{OP} \geq L_{OP,dop}$

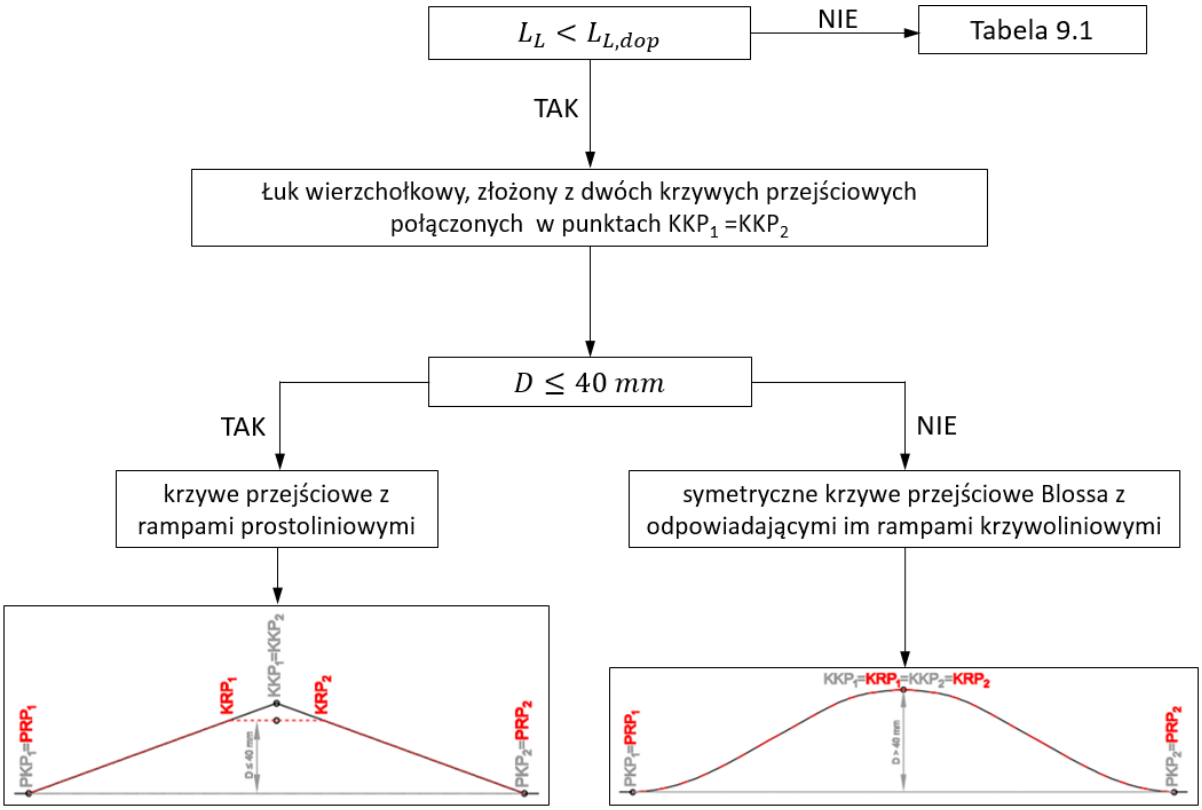
Tabela 9.19

Układ geometryczny	Nagła zmiana niedomiaru przechyłki
Układy z przechyłką połączone elementem na którym występuje niedomiar przechyłki	

np. łuki o zgodnych kierunkach rozdzielone prostą z przechyłką *[Uwaga: Brak monotonicznej zmiany - ΔI rozpatrywać niezależnie: Warunki brzegowe: A- B; B -A]*		$\Delta I_{1/2} = \lvert I_1 \rvert + \lvert I_2 \rvert$ $\Delta I_{2/3} = \lvert I_2 \rvert + \lvert I_3 \rvert$ (niezależnie od długości L_{OP})
np. łuki o zgodnych kierunkach rozdzielone łukiem o R <R_1 i R<R_2 z przechyłką *[Uwaga: Brak monotonicznej zmiany - ΔI rozpatrywać niezależnie: Warunki brzegowe: A- A; A-A]*		$\Delta I_{1/2} = \big\lvert \lvert I_1 \rvert - \lvert I_2 \rvert \big\rvert$ $\Delta I_{2/3} = \big\lvert \lvert I_2 \rvert - \lvert I_3 \rvert \big\rvert$ (niezależnie od długości L_{OP})
np. łuki odwrotne rozdzielone łukiem *[Warunki brzegowe: A- A; A-B]*		$\Delta I = \lvert I_2 \rvert + \lvert I_1 \rvert$ $\wedge$ $L_{OP} < L_{OP,dop}$

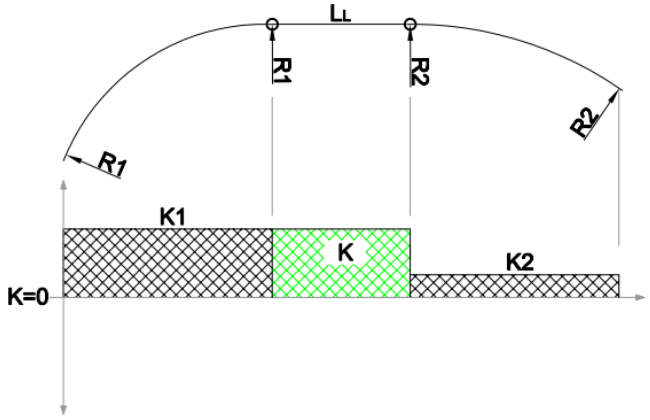
9.12 Przypadki szczególne – wymagania uzupełniające

1. Jeżeli nie jest możliwe osiągnięcie minimalnej długości łuku kołowego, wynikającej z tabeli 9.1, dopuszcza się zastosowanie łuku wierzchołkowego, złożonego z dwóch krzywych przejściowych połączonych w punktach końcowych (KKP_1=KKP_2).
2. Łuki wierzchołkowe, które wskazano w pkt 1 zaleca się wykonywać bez przechyłki (D = 0 mm), w innym przypadku należy stosować się do postanowień wskazanych w pkt. 3 ÷ 6.
3. W przypadku łuku wierzchołkowego na którym wymagane jest wykonanie przechyłki o wartości nieprzekraczającej 40 mm (D ≤ 40 mm) należy stosować wyłącznie rampy prostoliniowe.
4. Każdorazowo dla przypadków wskazanych w pkt 3, wymagane jest zastosowanie odcinka o stałej wartości przechyłki (D = const), umieszczonego symetrycznie względem punktu KKP_1=KKP_2. Długość tego odcinka nie może być mniejsza niż $L_{D=const} \geq max\,\langle 15{,}0;\ 0{,}1V\rangle\, m$. Dla sekwencji kolejnych elementów łuku wierzchołkowego w tym na odcinku $L_{D=const}$ nie może wystąpić przekroczenie dopuszczalnych parametrów kinematycznych.
5. W przypadku łuku wierzchołkowego na którym wymagane jest zastosowanie przechyłki o wartości przekraczającej 40 mm (D > 40 mm) należy stosować wyłącznie symetryczne krzywe przejściowe w formie krzywych Blossa – styczne w punkcie KKP_1 = KKP_2 – wraz z odpowiadającymi im nieliniowym rampami przechyłkowymi.
6. Algorytm doboru ramp przechyłkowych na łuku wierzchołkowym, uwzględniającym wymagania wskazane w pkt. 2 ÷ 5, został przedstawiony na Rys. 9.8.



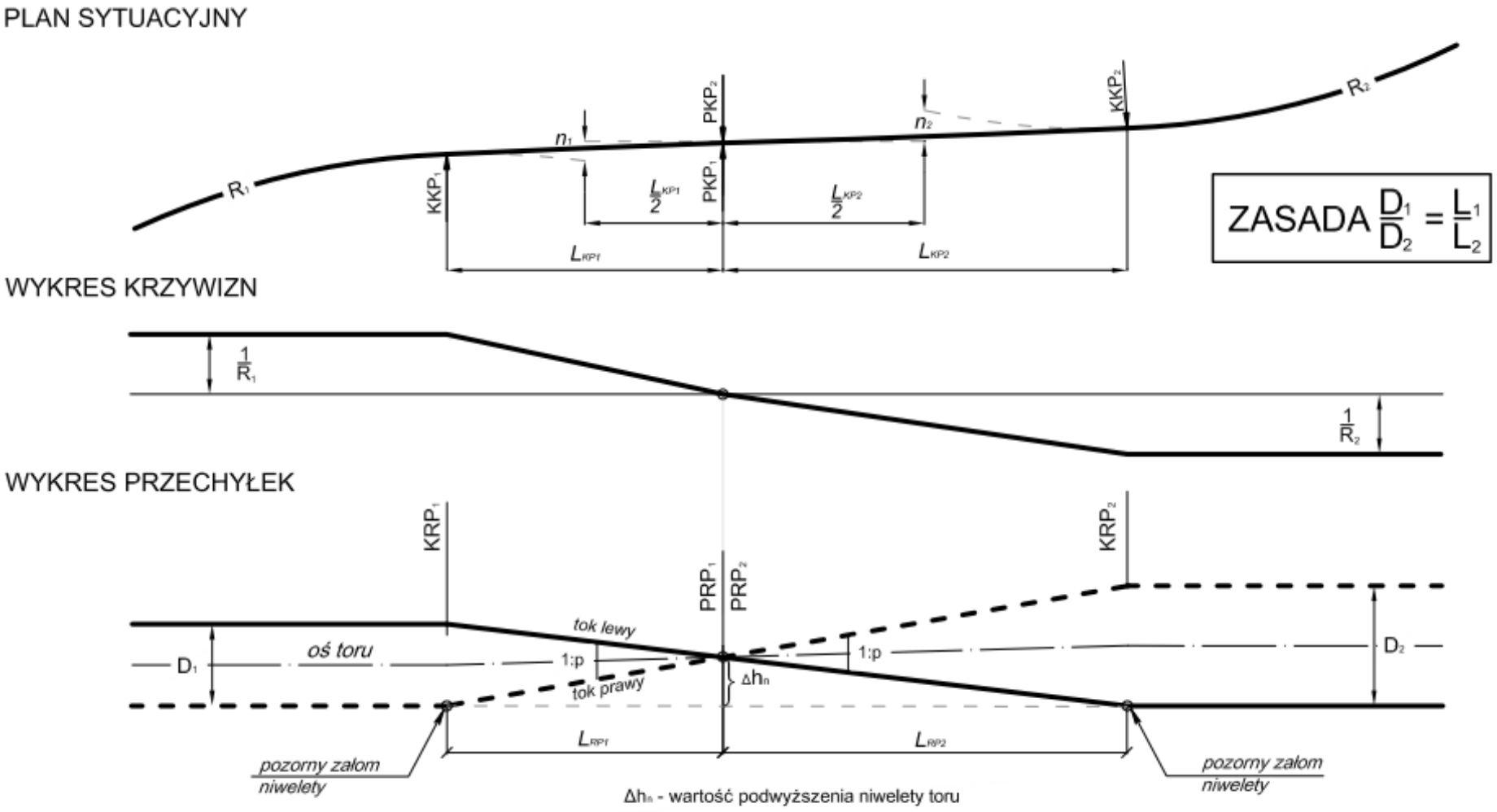
Rys. 9.8 Algorytm wyboru ramp przechyłkowych w łuku wierzchołkowym

7. W przypadku łuków zgodnie skierowanych o promieniach odpowiednio R_1 i R_2, gdy nie jest możliwe zastosowanie dwóch oddzielnych krzywych przejściowych rozdzielonych odcinkiem prostym o długości spełniającej wymagania przedstawione w tabeli 9.1, należy zastosować jedną krzywą przejściową o krzywiźnie zmieniającej się od wartości $K_1 = \frac{1}{R_1}$ do $K_2 = \frac{1}{R_2}$, lub dodatkowy łuk poziomy o krzywiźnie $K \in \langle 0; \max(K_1; K_2) \rangle$ (Rys. 9.9), przy czym zastosowane rozwiązanie układu geometrycznego musi spełniać wymagania wskazane w rozdziale 9.11.



Rys. 9.9 Połączenie łuków zgodnie skierowanych za pomocą poziomego elementu pośredniego o krzywiźnie $\boldsymbol{K \in \langle 0; max(K_1; K_2) \rangle}$

8. W przypadku, gdy odcinek prosty pomiędzy dwoma przeciwnie skierowanymi krzywymi przejściowymi, nie spełnia wymagań przedstawionych w tabeli 9.1, krzywe należy łączyć bezpośrednio ze sobą w punktach początkowych (PKP_1=PKP_2), Rys. 9.10.
9. Przy budowie lub modernizacji (przebudowie) linii lub odcinków linii, w układach torów zasadniczych i szlakowych przeznaczonych do prędkości powyżej 160 km/h (V > 160 km/h) projektowanie łuków złożonych o różnych promieniach (łuków koszowych) jest niedozwolone.



Rys. 9.10 Połączenie łuków odwrotnych z przechyłką za pomocą dwóch krzywych przejściowych z prostoliniowymi rampami przechyłkowymi bez odcinka prostego - „nożyce torowe”

9.13 Rozstaw osi torów [e]

1. Przy projektowaniu układu geometrycznego linii, odcinka linii lub układu torowego posterunku ruchu na którym przewiduje się budowę lub przebudowę więcej niż jednego toru, przy wyznaczaniu ich wzajemnego położenia należy stosować rozstaw osi torów (e), będący wielokrotnością wartości 0,05 m, tj. należy spełnić zależność opisaną wzorem 9.25.

$$\mathbb{Z} = \frac{e}{0{,}05} \quad [-] \tag{9.25}$$

gdzie: $\mathbb{Z}$ - oznacza liczbę całkowitą.

2. Wymóg wskazany w pkt 1 należy traktować jako zalecenie przy opracowywaniu projektów regulacji osi torów.
3. Jeżeli nie występują ograniczenia terenowe lub infrastrukturalne układy torowe (osie torów oraz połączeń torów) należy projektować jako:
   a) równoległe – na odcinkach prostych,
   b) współśrodkowe – na odcinkach położonych w łukach poziomych.
4. Wymagań wskazanych w pkt 1 oraz pkt 3 można nie stosować lub stosować w ograniczonym zakresie:
   a) na odcinkach zmian rozstawu osi torów, w tym dla torów zlokalizowanych:
      – przy peronach,
      – na obiektach inżynieryjnych oraz odcinkach dojazdowych do nich,
      – przy istniejących budynkach oraz budowlach,
      – w sąsiedztwie istniejących dróg, placów, itp.
   b) w obrębie skomplikowanych rozwiązań układu głowic rozjazdowych lub połączeń torowych,
   c) dla oddzielnych grup torowych,
   d) dla układów torowych położonych na oddzielnych budowlach ziemnych (podtorzu),
   e) w sąsiedztwie innych elementów infrastruktury ograniczających swobodę kształtowania układu geometrycznego.
5. Przy budowie lub modernizacji linii lub odcinka linii zmianę rozstawu osi torów (Δe) szlakowych i głównych zasadniczych, należy projektować przy uwzględnieniu następujących wymagań:
   a) dla $\Delta e \leq 1{,}5$ m – przez zastosowanie czterech krzywych przejściowych bez przechyłki lub dwóch łuków poziomych bez krzywych przejściowych i bez przechyłki rozdzielonych wstawką prostą. Dla wstępnego określenia wartości promieni łuków należy wykorzystywać zależność 9.26:

$$R \geq \frac{V^2}{2} \quad [m] \tag{9.26}$$

   b) dla $\Delta e > 1{,}5$ m – przez zastosowanie dwóch łuków odwrotnych z krzywymi przejściowymi, z przechyłką lub bez przechyłki.
6. Niezależnie od wymagań wskazanych w pkt. 1 ÷ 5, rozstaw osi torów musi spełniać wymagania w zakresie skrajni budowli ustalone wg przepisów odrębnych.

10 Parametry opisujące układ geometryczny w płaszczyźnie pionowej

1. Niweleta toru określa jego położenie w płaszczyźnie pionowej.
2. Niweletę toru wyznacza się dla toku szynowego na którym nie występuje przechyłka, za wyjątkiem przypadku „nożyc torowych", które wskazano w rozdziale 9.6 pkt 9 lit a. W takim przypadku w protokole znaków regulacji osi toru (planie wyznaczania i stabilizacji osi toru) należy określić wysokość punktu przejścia (Δh_n) z toku prawego na lewy tok szynowy i odwrotnie.
3. Przy projektowaniu układów torowych linii, odcinka linii lub posterunku ruchu z uwzględnieniem wymagań wskazanych w pkt 5, niweletę toru wyznacza się indywidualnie dla każdego toru oraz dla każdego połączenia torów (każdy tor/połączenie torów posiada indywidualny przebieg niwelety w płaszczyźnie pionowej).
4. Wymagań wskazanych w pkt 3 nie stosuje się w przypadku opracowywania profili eksploatacyjnych dla potrzeb własnych PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., na których dopuszczalne jest przedstawienie zrównanych niwelet więcej niż jednego toru linii lub odcinka linii. Profili eksploatacyjnych nie można stosować przy realizacji prac projektowych, budowlanych oraz utrzymaniowych.
5. Układy geometryczne torów powinny być opracowywane w taki sposób, aby toki szynowe poszczególnych torów - wyznaczające niweletę - tworzyły wspólną powierzchnię, tj. powinny być zgodne co do wysokości położenia w przekroju poprzecznym. Zróżnicowanie niwelet może występować tylko:
   a) w obrębie połączeń torów,
   b) w przypadkach torów położonych na oddzielnych torowiskach,
   c) w obrębie skrzyżowania linii kolejowych z drogami,
   d) w obrębie kolejowych obiektów inżynieryjnych,
   e) na długości wspólnych odcinków różnych linii lub torów o różnych funkcjach, grup torowych o wyodrębnionych cechach geometrycznych lub funkcjonalnych.
6. W połączeniach torów w których zastosowano przechyłkę, niwelety łączonych torów w tym elementy odcinków stycznych do rozjazdów i odcinków pośrednich są zależne od siebie. Dla każdego takiego połączenia wymagane jest przeprowadzenie udokumentowanej analizy układu geometrycznego w płaszczyźnie pionowej i poziomej – w szczególności wzajemnego wpływu różnic wysokości toków szynowych rozjazdu położonego w jednym z torów połączenia, na układ i wartość pochyleń w torze lub rozjeździe łączonym (Załącznik 5).
7. Przy kształtowaniu niwelety należy uwzględniać:
   a) przewidywany rodzaj ruchu,
   b) warunki klimatyczne (np. możliwość występowania zamieci śnieżnych, powodzi),
   c) ukształtowanie terenu mające wpływ na zakres robót ziemnych,
   d) warunki gruntowo – wodne (geotechniczne),
   e) stan techniczny kolejowych budowli ziemnych (w tym istniejących warstw ochronnych oraz gruntów górnych warstw podtorza),
   f) uwarunkowania środowiskowe,
   g) inne ograniczenia infrastrukturalne.

10.1 Pochylenia podłużne

1. Pochylenia torów na odcinkach budowanych linii, odcinków linii lub posterunków ruchu, powinny spełniać warunki określone w tabeli 10.1.
2. W przypadku modernizacji (przebudowy) lub regulacji układu torowego, wymagania o których mowa w pkt 1 zaleca się stosować jeżeli nie podważają zasadności ekonomicznej projektu oraz pod warunkiem zachowania skrajni budowli istniejących.
3. W torach szlakowych w celu eliminacji potrzeby różnicowania pochyleń toru oraz systemów odwodnieniowych zaleca się, aby minimalne pochylenie podłużne było większe lub równe 1 mm/m.

Tabela 10.1

Uwarunkowania	Zalecane wartości dopuszczalne	Normalne wartości dopuszczalne	Graniczne wartości dopuszczalne[1)]
	P0	P1	P2
1	2	3	4
wartości maksymalne pochylenia [mm/m]			
tory szlakowe i główne zasadnicze linii typu P (z wyłączeniem długości użytkowej torów na stacjach)	6,0	17,5	35,0
tory szlakowe i główne zasadnicze linii typu M i T (z wyłączeniem długości użytkowej torów na stacjach)	6,0	10,0 (17,5)[2)]	20,0 (35,0)[2)]
tory na stacjach (na długości użytkowej toru)	2,0		2,5
tory zlokalizowane przy peronach na stacjach i przystankach osobowych	2,5	6,0 [4)]	10,0 [4)]
największa długość odcinka o maksymalnym pochyleniu [m]			
tory szlakowe linie typu P	6000		
tory szlakowe linie typu M i T	3000		
maksymalne wartość średniego pochylenie na odcinku 10 km [mm/m]			
tory szlakowe linie typu P	12,5		25,0
tory szlakowe linie typu M i T	6,25		12,5
najmniejsza długość odcinka o stałym pochyleniu [m] [3)]			
budowa i modernizacja (przebudowy) z wyłączeniem połączeń torów	wg tabeli 12.8	1/3 długości wg tabeli 12.8	$0{,}4 \cdot V_{max}$
regulacja układu geometrycznego toru oraz wszystkie przypadki połączeń torów	$0{,}4 \cdot V_{max}$	20	0

1) zgody udziela właściwy terenowo Zakład Linii Kolejowych
2) wartość maksymalnego pochylenia podana w nawiasach może występować na odcinkach o długości mniejszej od 500 m
3) długość wyznaczana pomiędzy końcem pierwszego ($KŁP_1$), a początkiem następnego łuku pionowego ($PŁP_2$)
4) pod warunkiem zapewnienia środków zapobiegających stoczeniu się taboru w rozumieniu [1]

10.2 Zmiana pochylenia podłużnego (załomy niwelety)

1. Zmiana pochylenia podłużnego toru, może być wykonana w formie załomu bez wyokrąglenia lub załomu niwelety wyokrąglonego łukiem pionowym.
2. Zaokrąglenia załomów niwelety (pochyleń podłużnych) łukami pionowymi należy stosować w przypadku, gdy bezwzględna różnica sąsiednich pochyleń podłużnych przekracza 2 mm/m. W przypadku mniejszych różnic pochyleń podłużnych zaokrąglenia załomów niwelety łukami pionowymi należy traktować jako zalecenie.
3. Zaokrąglenia załomów niwelety powinno wykonywać się w formie łuków pionowych stycznych, w punktach początkowym i końcowym, do łączonych odcinków pochyleń podłużnych.
4. Minimalną wartość promieni łuków zaokrąglających określa się wg zasad podanych w tabeli 10.2.

Tabela 10.2

Uwarunkowania		Zalecane wartości dopuszczalne	Normalne wartości dopuszczalne	Graniczne wartości dopuszczalne[1)]
		P0	P1	P2
1		2	3	4
tory na liniach typu P, M i T		$max\begin{cases}0{,}77 \cdot V^2 \\ 5000\ m\end{cases}$	$max\begin{cases}0{,}35 \cdot V^2 \\ 5000\ m\end{cases}$	$max\begin{cases}0{,}25 \cdot V^2 \\ 2000\ m\end{cases}$
tory przeznaczone do ruchu podmiejskiego (możliwa jazda pasażerów na stojąco)		$max\begin{cases}0{,}77 \cdot V^2 \\ 5000\ m\end{cases}$		$max\begin{cases}0{,}25 \cdot V^2 \\ 2000\ m\end{cases}$
połączenia torów	załomy wypukłe	$max\begin{cases}0{,}35 \cdot V^2 \\ 5000\ m\end{cases}$		$max\begin{cases}0{,}25 \cdot V^2 \\ 3000\ m\end{cases}$
	załomy wklęsłe	$max\begin{cases}0{,}35 \cdot V^2 \\ 3000\ m\end{cases}$		$max\begin{cases}0{,}25 \cdot V^2 \\ 2000\ m\end{cases}$
1) zgody udziela właściwy terenowo Zakład Linii Kolejowych				

7. Poza połączeniami torowymi długość łuków pionowych nie powinna być mniejsza od 20 m, przy czym zaleca się stosować długości spełniającą zależność 10.1.

$$2t_v \geq \langle 0{,}4 \cdot V_{max}; 20 \rangle\ m \qquad (10.1)$$

8. Na długości połączeń torów w tym również na odcinkach stycznych do rozjazdów oraz odcinkach pośrednich łączących rozjazdy, dopuszcza się stosowanie załomów niwelety wyokrąglonych wyłącznie łukami pionowymi, które spełniają następujące warunki:
   a) mają długość co najmniej od pierwszej podrozjazdnicy w styku przediglicowym do styku za krzyżownicą, albo do ostatniej wspólnej podrozjazdnicy za rozjazdem, lub,
   b) są wyznaczone na długości odcinka stycznego do rozjazdu lub odcinka pośredniego łączącego rozjazdy i jednocześnie nie zachodzą częściowo na elementy konstrukcyjne rozjazdu.
9. Skrajne punkty pionowego łuku kołowego (PŁP, KŁP) lub punkt załomu niwelety (w przypadku braku łuku zaokrąglającego), powinny być oddalone o co najmniej 6 m od:

a) punktów początku i końca ramp przechyłowych,
b) punktów początku i końca przyrządów wyrównawczych,
c) skrajnych punktów konstrukcji nawierzchni drogowej na przejazdach kolejowych,
d) obiektów inżynieryjnych w których szyny mocowanie są bezpośrednio do konstrukcji obiektu.

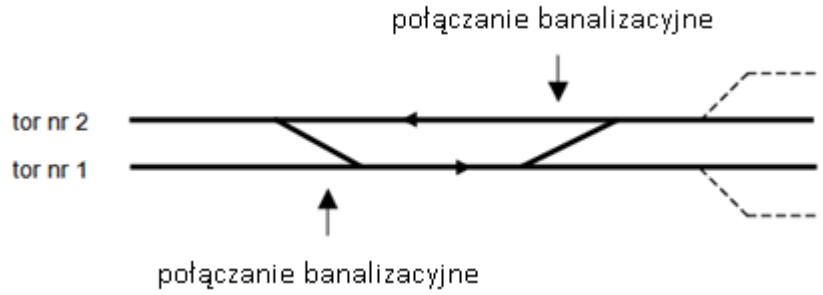
10. Przy projektowaniu nowych linii lub odcinków nowych linii nie należy wprowadzać załomów niwelety:
    a) na długości ramp przechyłkowych
    b) w obrębie połączeń torów,
    c) na długości przejazdów kolejowych.
11. Przy sporządzaniu projektów przebudowy lub regulacji układu torowego dopuszcza się projektowanie załomów niwelety na prostoliniowych rampach przechyłkowych o pochyleniu nieprzekraczającym normalnej wartości dopuszczalnej (próg P1), wskazanej w tabeli 9.12, przy czym załomy takie zawsze należy projektować jako wyokrąglone łukiem pionowym. Zaleca się aby w takim przypadku długość łuku pionowego odpowiadała co najmniej długości rampy przechyłkowej.
12. Z uwagi na to, że umieszczenie załomu niwelety wyokrąglonego łukiem pionowym na rampie przechyłkowej wpływa na jej położenie wysokościowe (addytywność pochylenia rampy i niwelety) – należy obligatoryjnie uwzględniać wpływ zmiany pochylenia podłużnego na parametry rampy przechyłkowej.
13. Stosowanie załomów niwelety (z wyokrągleniem lub bez wyokrąglenia łukiem pionowym) na nieliniowych rampach przechyłkowych jest niedozwolone.
14. W obrębie połączeń torów projektowanie załomów niwelety bez zaokrąglenia jest niedozwolone.
15. Wykonywanie łuków pionowych w obrębie przyrządów wyrównawczych oraz przejazdów kolejowych jest niedozwolone.
16. Parametry załomów niwelety w obrębie przebudowywanych przejazdów kolejowych powinny uwzględniać wymagania wskazane w [7].
17. W przypadku górek rozrządowych promień łuku pionowego musi wynosić co najmniej 250 m dla łuków wypukłych oraz 300 m dla łuków wklęsłych
18. Parametry załomów niwelety na obiektach inżynieryjnych powinny uwzględniać wymagania przepisów odrębnych dotyczących projektowania tych konstrukcji.

11 Wybrane wymagania kształtowania połączeń torów

1. Przedstawione w rozdziale 11 zasady kształtowania połączeń torów, dotyczą w szczególności przypadków:
   a) połączeń torów głównych zasadniczych,
   b) połączeń torów głównych zasadniczych z głównymi dodatkowymi,
   c) połączeń torów różnych linii kolejowych,
   d) połączeń torów bocznych z torami głównymi.
2. Standardy nie wyczerpują problematyki zagadnień związanych z projektowaniem układów torowych stacji, np.: rozrządowych, manewrowych, postojowych, technicznych, przeładunkowych, dużych stacji pasażerskich oraz lokomotywowni i wagonowni.
3. Przy wyznaczaniu i sprawdzaniu warunków kinematycznych połączeń torów, ocenie podlega układ geometryczny całego połączenia w skład którego mogą wchodzić następujące elementy:
   a) rozjazdy i skrzyżowania,
   b) odcinki pośrednie pomiędzy rozjazdami,
   c) pozostałe elementy układu geometrycznego styczne do rozjazdu.
4. Wymiary geometryczne rozjazdów oraz skrzyżowań torów stosowanych na sieci kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. określono w „*Instrukcji o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów Id-4*”.

11.1 Klasyfikacja połączeń torów

1. Z uwagi na realizowane funkcje stosuje się następujący podział połączeń torowych:
   a) węzłowe - połączenia torów głównych zasadniczych lub szlakowych różnych linii kolejowych oraz połączenia torów na liniach lub odcinkach linii zmieniające liczbę torów szlakowych lub głównych zasadniczych,
   b) banalizacyjne - wzajemne połączenia torów głównych zasadniczych lub szlakowych (stosowane wyłącznie na liniach lub odcinkach linii dwutorowych),

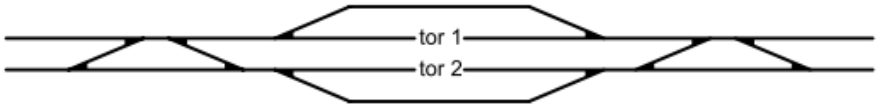


Rys. 11.1 Połączenia banalizacyjne

   c) dojazdowe zasadnicze - połączenia torów głównych zasadniczych z głównymi dodatkowymi oraz w wyjątkowych przypadkach połączenia torów głównych zasadniczych z torami bocznymi,
   d) dojazdowe dodatkowe - połączenia torów głównych dodatkowych z innymi torami głównymi dodatkowymi lub z torami bocznymi,

e) ochronne - stosowane na liniach lub odcinkach linii jedno lub dwutorowych - połączenia kierujące na tory (żeberka) ochronne,
f) boczne - połączenia torów bocznych oraz torów specjalnego przeznaczenia m.in.: odstawczych, ładunkowych, wyciągowych, postojowych, manewrowych, rozrządowych (w tym również na tory kierunkowe) itp., za wyjątkiem żeberek ochronnych.

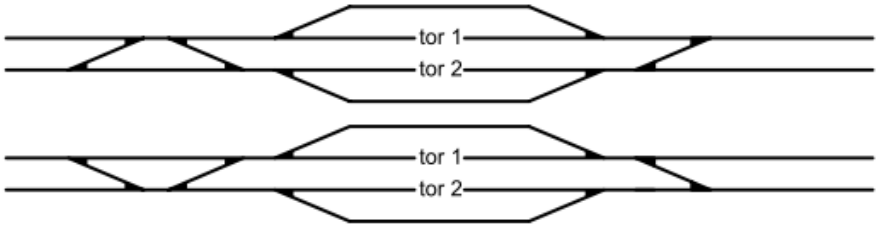
3. W zależności od liczby połączeń spełniających tą samą funkcję w układzie torowym, rozróżnia się połączenia: podstawowe oraz wspomagające.
4. Na liniach lub odcinkach linii dwutorowych, dla stacji międzywęzłowych, wyróżnia się następujące schematy połączeń banalizacyjnych:
   a) dwutrapezowy – na którym w każdej skrajnej głowicy rozjazdowej znajdują się dwa połączenia banalizacyjne, Rys. 11.2.



Rys. 11.2 Połączenia torów w układzie dwutrapezowym

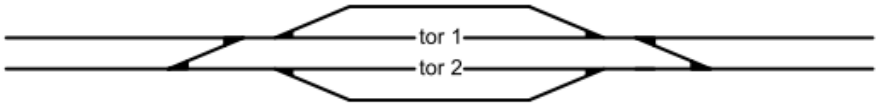
   b) półtora-trapezowy – na którym w obrębie stacji znajdują się trzy połączenia banalizacyjne, Rys. 11.3 a i b.

a)
b)



Rys. 11.3 Połączenia torów w układzie półtora-trapezowym

   c) jednotrapezowy – na którym w każdej skrajnej głowicy rozjazdowej znajduje się jedno połączenie banalizacyjne (w szczególnych przypadkach oba połączenia banalizacyjne mogą być zlokalizowane w obrębie jednej głowicy rozjazdowej), Rys. 11.14.



Rys. 11.4 Połączenia torów w układzie jednotrapezowym

11.2 Projektowanie połączeń torów

1. W zależności od potrzeb eksploatacyjnych połączenia torów mogą być jedno lub wielofunkcyjne.
2. W projekcie układu torowego połączenia torów powinny być zdefiniowane ze względu na realizowane funkcje ruchowe i wymagane w związku z nimi parametry eksploatacyjne, w szczególności prędkość maksymalną (V_{max}).
3. Przy projektowaniu połączeń torów należy uwzględniać:

a) typ linii,
b) oczekiwaną lub wymaganą prędkość maksymalną na linii lub odcinku linii,
c) przewidywane natężenie ruchu pociągów (pasażerskich i towarowych),
d) przewidywaną wielkość pracy manewrowej,
e) koszty utrzymania infrastruktury,
f) możliwość realizacji funkcji eksploatacyjnych podczas robót utrzymaniowych oraz remontów wymagających czasowego wyłączenia niektórych torów lub rozjazdów z eksploatacji.

4. Analiza układu połączeń torów głównych na danym posterunku ruchu, powinna uwzględniać układ połączeń torów sąsiednich posterunków ruchu.
5. Układ połączeń torów powinien zapewniać możliwość realizacji wszystkich wymaganych funkcji przewidzianych dla danego posterunku ruchu.
6. Lokalizacja głowic rozjazdowych, w stosunku do możliwych miejsc zatrzymania lub dróg rozruchu (przy semaforach, wskaźnikach zatrzymania przy peronach) - powinna zapewniać możliwość właściwego wykorzystywania przez pojazdy szynowe parametrów eksploatacyjnych połączeń rozjazdowych.
7. W układach torowych stacji wielogrupowych i/lub węzłowych, niezależnie od spełnienia warunków dotyczących dostosowania parametrów eksploatacyjnych głowic rozjazdowych (lub wybranych połączeń torowych) do parametrów połączeń węzłowych, zaleca się uwzględniać możliwość uzyskania w układzie torowym:
   a) równoczesności wjazdów/wyjazdów pociągów pasażerskich w celu zapewnienia możliwości wprowadzenia zintegrowanego cyklicznego rozkładu jazdy (preferuje się niezależność wjazdów w celu minimalizacji liczby przypadków kolizyjnych zatrzymań pociągów przed semaforami wjazdowymi lub drogowskazowymi),
   b) warunków do zatrzymania pociągów przy sąsiednich krawędziach peronu (peronów),
   c) równoczesności wyjazdu pociągów.
8. W układach torowych stacji węzłowych, na których przejazd pomiędzy dwiema liniami kolejowymi może następować w odrębnych głowicach rozjazdowych zaleca się, aby w co najmniej jednej z nich parametry geometryczne i konstrukcyjne dostosowane zostały do wymagań eksploatacyjnych połączeń węzłowych.
9. W złożonych układach torowych dużych stacji: węzłowych oraz jedno i wielogrupowych, realizacja funkcji węzłowych może odbywać się z wykorzystaniem połączeń banalizacyjnych oraz dojazdowych – wyłącznie w przypadkach, gdy ograniczenia terenowe lub konstrukcyjne wykluczają wykonanie w głowicy rozjazdowej połączeń o parametrach węzłowych lub, gdy funkcje węzłowe zasadniczo realizowane są w innej głowicy rozjazdowej.
10. W przypadkach wskazanych w pkt 9 parametry rozjazdów zastosowanych w połączeniach banalizacyjnych lub dojazdowych powinny odpowiadać wymaganiom jak dla rozjazdów dedykowanych do połączeń o funkcji węzłowej.
11. W przypadkach uzasadnionych wymaganiami technologii pracy posterunków ruchu, możliwe jest projektowanie dodatkowych połączeń równoległych, zapewniających równoczesność jazd pociągowych lub manewrowych. W przypadku zastosowania

wymienionych połączeń, w opisie układu torowego wymagane jest dokonanie podziału połączeń na podstawowe i wspomagające.

12. Ostateczny schemat połączenia torów głównych zasadniczych dla linii lub odcinka linii, zaleca się przyjmować po wykonaniu analiz z wykorzystaniem mikro i makro symulacyjnych modeli ruchu.
13. W innych przypadkach, jeżeli nie zostały określone wymagane układy połączeń torów głównych zasadniczych, pomocniczo należy rozważyć przyjmowanie schematów połączeń tych torów na podstawie kryteriów podanych w tabeli 11.1

Tabela 11.1

Kategoria Linii	Liczba pociągów [par/dobę]								Średnia odległość między posterunkami ruchu [km]		
	Sumarycznie		Dalekobieżne		Regionalne i aglomeracyjne		Towarowe				
	Dolna granica	Górna granica	Dolna granica	Górna granica	Dolna granica	Górna granica	Dolna granica	Górna granica	L > 20 km	20 km ≥ L > 10 km	L ≤ 10 km
P250	40	100	24	60	12	30	4	10	półtora-trapezowy	jednotrapezowy	jednotrapezowy
P200	40	100	18	45	18	45	4	10			
M200	40	100	14	35	14	35	12	30	dwutrapezowy	dwutrapezowy	półtora-trapezowy
P160	40	100	18	45	18	45	4	10	półtora-trapezowy	jednotrapezowy	jednotrapezowy
M160	40	100	14	35	14	35	12	30	dwutrapezowy	dwutrapezowy	półtora-trapezowy
P120	40	100	4	10	36	90	0	0	półtora-trapezowy	jednotrapezowy	jednotrapezowy
M120	40	100	14	35	14	35	12	30	dwutrapezowy	dwutrapezowy	półtora-trapezowy
T120	40	100	4	10	4	10	32	90	półtora-trapezowy	jednotrapezowy	jednotrapezowy
P80	20	40	0	0	20	40	0	0			
M80	20	40	7	14	7	14	6	12	dwutrapezowy	półtora-trapezowy	
T80	20	40	2	4	2	4	16	32	półtora-trapezowy	jednotrapezowy	
T40	2	20	0	0	0	0	2	20			

14. Przy opracowywaniu zadań modernizacyjnych o dużym stopniu złożoności (np. dla dużych stacji węzłowych oraz obszarów węzłów kolejowych) projektowanie powinno przebiegać etapowo. W pierwszej kolejności należy opracować schematy funkcjonalne (w układzie wariantowym), a następnie koncepcje rozwiązania połączeń torowych. Decyzję o wyborze wariantu modernizacji podejmuje właściwa merytorycznie komórka Centrali PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. przy udziale Zakładu Linii Kolejowych oraz właściwej terenowo Ekspozytury kierowania ruchem kolejowym.
15. Przy projektowaniu połączeń torowych na etapie wyboru rozjazdów i skrzyżowań torów poza ich charakterystyką geometryczną, należy uwzględniać standard konstrukcyjny, a w szczególności maksymalną prędkość konstrukcyjną oraz możliwość doboru właściwej odmiany zgodnej z typem nawierzchni torowej, tj.: profilem szyn, rodzajem podrozjazdnic, konstrukcją złączy, itp.
16. W tabeli 11.2 zestawiono przypadki wykonania pojedynczego połączenia torów równoległych z wykorzystaniem wybranych typów rozjazdów podstawowych. Wykonanie połączeń - dla danego rozstawu torów równoległych, przy nieprzekroczeniu projektowanej prędkości maksymalnej nie wymaga przeprowadzenia badania parametrów kinematycznych.

Tabela 11.2

Minimalny rozstaw torów dla pojedynczego połączenia torów równoległych		
Typ rozjazdu	**Minimalna odległość torów [m]**	**Prędkość na kierunek odgałęźnym [km/h]**
190-1:9	3,70	40
300-1:9,403	4,00	50
300-1:9	4,35	50
500-1:12	4,00	60
760-1:14	4,75	80
1200-1:18,5	4,35	100
2500-1:26,5	4,80	130

11.2.1 Połączenia węzłowe

1. Szczegółowe wymagania dotyczące ustalenia zalecanej prędkości w połączeniach węzłowych przedstawiono w tabeli 11.3

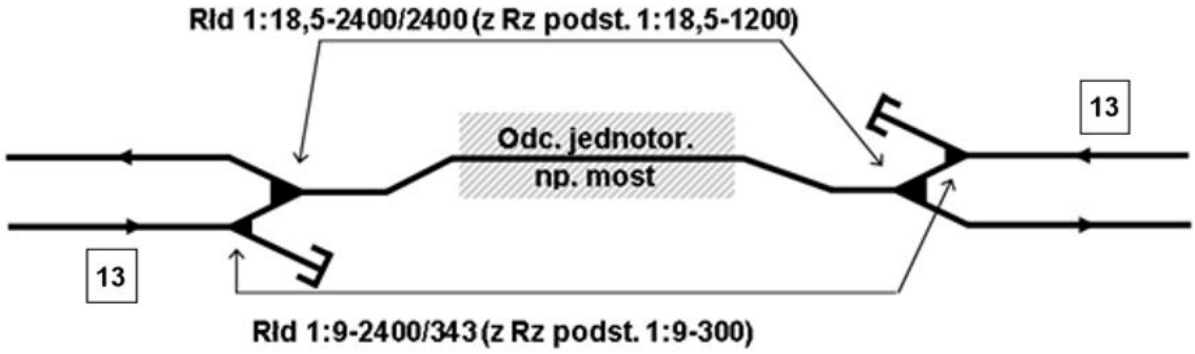
Tabela 11.3

Prędkość na torze „wolniejszym" odgałęziającym się na połączeniu węzłowym [km/h]	**Minimalna zalecana prędkość zjazdu w połączeniu węzłowych [km/h]**	
	Zalecane wartości dopuszczalne	**Normalne wartości dopuszczalne**
	P0	**P1**
40-50	50	40
60-70	60	50
80-90	80	60
100-120	100 (120) [1)]	80
130-160	130	100
170-250	indywidualne kryteria doboru	

1) wartość w nawiasie dotyczy przypadku zastosowania rozjazdu symetrycznego łukowanego z rozjazdu podstawowego Rz 1200-1:18,5

2. Połączenia torów linii, na których obowiązują różne prędkości, należy projektować z zachowaniem warunku, aby zastosowany układ połączenia nie powodował ograniczenia prędkości na torach należących do linii o większej prędkości.
3. W przypadkach, gdy na torach łączonych linii obowiązują takie same prędkości, o parametrach eksploatacyjnych połączeń węzłowych oraz o sposobie ukształtowania układu torowego i podporządkowania linii decydują:
   a) natężenie ruchu pociągów,
   b) warunki terenowe (ograniczenia terenowe i infrastrukturalne),
   c) typy łączonych linii.
4. W przypadku przewidywanego równomiernego natężenia ruchu na obu kierunkach połączenia zaleca się stosować rozjazdy łukowe symetryczne.
5. W połączeniach węzłowych, w których w obu kierunkach prędkość jazdy mieści się w zakresie $V_{max} \in (100; 130\rangle$ km/h, zaleca się stosować połączenia wykonane z

rozjazdów Rłs 2400/2400-1:18,5 łukowanych z rozjazdu podstawowego Rz 1200-1:18,5 oraz rozjazdów ochronnych Rłd 60E1-2400/343-1:9 łukowanych z rozjazdu podstawowego Rz 300-1:9 (Rys. 11.5).



Rys. 11.5 Zalecane rozwiązanie połączenia węzłowego dla $\boldsymbol{V} \in \langle \mathbf{100}; \mathbf{130} \rangle$ km/h

11.2.2 Połączenia banalizacyjne

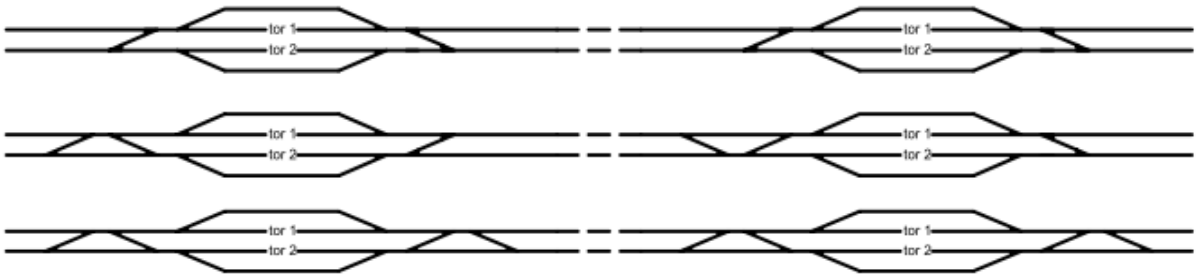
1. Szczegółowe wymagania dotyczące minimalnej prędkości uzyskiwanej w połączeniach banalizacyjnych, przedstawiono w tabeli 11.4.

Tabela 11.4

Prędkość na połączeniu banalizacyjnym (V_B)			
Prędkość maksymalna na linii lub odcinku linii (V_{max})	Zalecane wartości dopuszczalne	Normalne wartości dopuszczalne	Graniczne wartości dopuszczalne[1)]
	P0	P1	P2
[km/h]			
$V_{max} \leq 80$	$V_B \geq 50$	$V_B = 50$	$V_B = 40$
$80 < V_{max} \leq 120$	$V_B \geq 60$	$V_B = 50$	$V_B = 40$
$120 < V_{max} \leq 160$	$V_B \geq 80$	$V_B = 60$	$V_B = 50$
$160 < V_{max} \leq 200$	$V_B = 100$	$V_B = 80$	$V_B = 60$
$200 < V_{max} \leq 250$	indywidualne kryteria doboru		$V_B = 100$

1) zgody udziela właściwy terenowo Zakład Linii Kolejowych

2. Układ geometryczny połączenia banalizacyjnego nie może być przyczyną ograniczenia prędkości w żadnym z łączonych torów głównych zasadniczych.

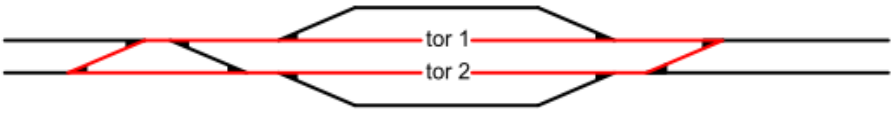


Rys. 11.6 Naprzemienność połączeń zjazdowych i powrotnych

3. Przy określaniu schematu funkcjonalnego połączeń torów głównych zasadniczych danego i/lub sąsiednich posterunków ruchu należy stosować zasadę, że połączenia

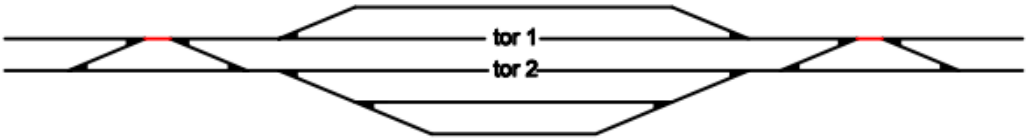
umożliwiające zjazd oraz powrót na tor zasadniczy wykonuje się na przemian, Rys. 11.6.

4. Wymagania wskazane w ust. 3 mają zastosowanie również w przypadku posterunków ruchu, na których przewiduje się wykonanie połączeń węzłowych, które wraz z połączeniami banalizacyjnymi tworzą układ funkcjonalny posterunku ruchu.
5. Nie wymaga się stosowania przemienności połączeń zjazdowych i powrotnych, wyłącznie w przypadkach, gdy sąsiednie posterunki ruchu na linii lub odcinku linii projektuje się w układzie dwutrapezowym.
6. W schemacie półtora-trapezowym układów torowych stacji międzywęzłowych, skrajne połączenia banalizacyjne powinny być tego samego typu - układ połączeń na tych posterunkach powinien tworzyć figurę równoległoboku (skrajne połączenia zjazdowe lub powrotne), Rys. 11.7.



Rys. 11.7 „Układ równoległoboku” skrajnych połączeń banalizacyjnych

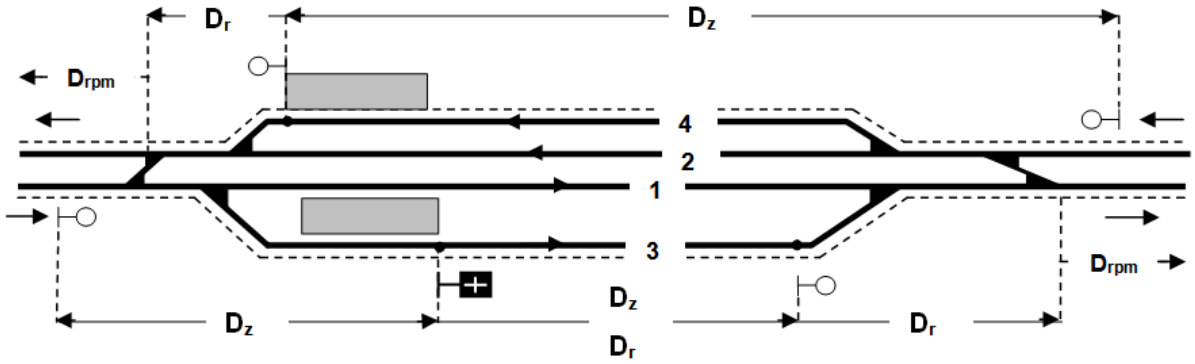
7. Przy określaniu schematu następujących po sobie kolejnych połączeń banalizacyjnych zaleca się krótszą podstawę pary połączeń banalizacyjnych (trapezu) znajdujących się w obrębie tej samej głowicy rozjazdowej umieszczać po stronie, na której na danym posterunku ruchu znajduje się mniejsza liczba torów głównych dodatkowych, pod warunkiem, że nie zmniejszą one funkcjonalności układu torowego posterunku ruchu, Rys. 11.8.



Rys. 11.8 Rozmieszczenie połączeń banaliacyjnych przy niesymetrycznej liczbie torów głównych dodatkowych.

11.2.3 Połączenia dojazdowe

1. Minimalną prędkość na kierunkach odgałęźnych (kierujących z toru głównego zasadniczego na tor główny dodatkowy) rozjazdów wchodzących w skład połączeń dojazdowych, należy wyznaczyć zgodnie z zasadą, że zatrzymanie (lub rozruch) pociągu na torze głównym dodatkowym powinno następować w odległości drogi zatrzymania „Dz” (lub drogi rozruchu „Dr”) – co zwykle następuje pomiędzy dwoma kolejnymi semaforami.



gdzie:
- przebiegi
- projektowane połączenia
- właściwy kierunek ruchu

D_z - droga zatrzymania pociągu
D_r - droga rozruchu pociągu
D_{rpm} - droga rozruchu pociągu do prędkości maksymalnej

Rys. 11.9 Schematyczne przedstawienie drogi zatrzymania (D_z) i rozruchu (D_r)

2. Jako drogę zatrzymania pociągu (rozruchu) należy przyjmować odległość między semaforem (wjazdowym/drogowskazowym), a miejscem zatrzymania przy następnym semaforze lub wskaźniku zatrzymania czoła pociągu (W4) (lub w przypadku drogi rozruchu pociągu między semaforem wyjazdowym/drogowskazowym, a ostatnim rozjazdem drogi rozjazdowej). Jako kryterium oceny drogi zatrzymania pociągu „Dz" (lub drogi rozruchu „Dr") przy doborze parametrów geometrycznych rozjazdów zaleca się przyjmować odległość wynoszącą 1000 m.
3. Układ geometryczny połączenia toru głównego dodatkowego z głównym zasadniczym nie powinien być przyczyną ograniczenia prędkości na torze głównym zasadniczym.
4. Połączenia dojazdowe zasadnicze i dodatkowe, podstawowo wykonuje się jako rozgałęzienia torów, a w przypadku wykonania toru ochronnego jak połączenie torów.
5. Dla grupy torów głównych dodatkowych zaleca się, aby połączenia torów zapewniały takie same parametry eksploatacyjne dla łączonych torów (prędkość wjazdu/wyjazdu oraz długość użyteczną toru). W przypadku specjalizacji torów głównych dodatkowych dopuszcza się różnicowanie prędkości wjazdu/wyjazdu (np. większe prędkości dla torów przeznaczonych wyłącznie dla ruchu pasażerskiego).
6. Przy projektowaniu dróg rozjazdowych łączących z torem głównym zasadniczym więcej niż jeden tor główny dodatkowy, zaleca się do połączeń dojazdowych dodatkowych stosować rozjazdy o parametrach geometrycznych niższych niż rozjazdów zastosowanych do połączeń dojazdowych zasadniczych, zgodnie z tabelą 11.5.

Tabela 11.5

Połączenia torów głównych zasadniczych z głównymi dodatkowymi	
Połączenie dojazdowe zasadnicze	**Połączenie dojazdowe dodatkowe**
[skos rozjazdu]	[skos rozjazdu]
1:18,5	1:14 (1:12)
1:14	1:12 (1:9)
1:12	1:9

7. Połączenia wskazane w pkt 6 powinny być projektowane w taki sposób, aby zapewnić taką samą prędkość przejazdu zarówno po połączeniu dojazdowym zasadniczym jak i połączeniach dodatkowych, np. poprzez zastosowanie w połączeniach dodatkowych rozjazdów łukowych.
8. W przypadkach, gdy wyjazd z toru głównego dodatkowego odbywa się na wzniesienie o wartości przekraczającej 6 ‰ pochylenia miarodajnego[2)] zalecane jest zwiększenie parametrów eksploatacyjnych połączeń dojazdowych.
9. Jeżeli w układzie torowym połączenia pomiędzy torami głównymi zasadniczymi linii lub różnych linii mogą być wykonane wyłącznie z wykorzystaniem toru lub torów dodatkowych, to parametry eksploatacyjne tych połączeń należy przyjmować jak dla połączeń banalizacyjnych lub węzłowych.
10. Zalecane prędkości na kierunkach odgałęźnych w połączeniach dojazdowych przedstawiono w tabeli 11.6.

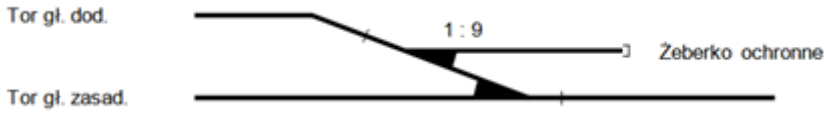
Tabela 11.6

Prędkość maksymalna na linii lub odcinku linii V_{max} [km/h]	**Prędkość na połączeniu dojazdowym (V_D)**			
	Droga zatrzymania [m]	**Zalecane wartości dopuszczalne**	**Normalne wartości dopuszczalne**	**Graniczne wartości dopuszczalne[1)]**
		P0	**P1**	**P2**
Tory główne dodatkowe przeznaczone wyłącznie dla ruchu towarowego				
$V_{tow} \leq 120$	---	$V_D = 60$	$V_D = 50$	$V_D = 40$
Pozostałe przypadki (ruch pasażerki i mieszany)				
$V \leq 100$	< 1000	$V_D \geq 50$	$V_D \geq 50$	$V_D \geq 40$
	≥ 1000	$V_D \geq 60$		
$100 < V \leq 120$	< 1000	$V_D \geq 60$	$V_D \geq 50$	$V_D \geq 40$
	≥ 1000			
$120 < V \leq 160$	< 1000	$V_D \geq 60$	$V_D = 60$	$V_D = 50$
	≥ 1000	$V_D \geq 80$	$V_D = 80$	$V_D = 60$
$160 < V \leq 200$	< 1000	$V_D \geq 80$	$V_D = 60$	
	≥ 1000	$V_D = 100$	$V_D = 80$	
$200 < V \leq 250$	< 1000	$V_D \geq 80$	$V_D = 80$	
	≥ 1000	$V_D = 100$		
1) zgody udziela właściwy terenowo Zakład Linii Kolejowych				

2) *Pochylenie miarodajne – wg Instrukcji Ir-1 (stan na dzień publikacji niniejszych Standardów), jako miarodajne pochylenie należy przyjmować pochylenie na odcinku o długości 1000 m, którego punkt początkowy i końcowy dają największą różnicę poziomów. Jeżeli na drodze hamowania przed semaforem lub innym urządzeniem sygnałowym służącym do podawania pozwolenia na jazdę jest większe pochylenie, należy przyjąć je jako pochylenie miarodajne.*

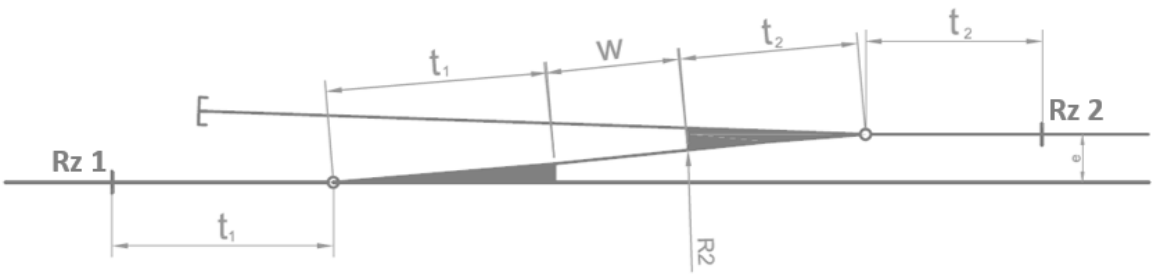
11.2.4 Połączenia ochronne

1. W przypadkach wymagających wykonania połączenia ochronnego jego układ geometryczny nie może być przyczyną ograniczenia prędkości w żadnym z łączonych torów.
2. Wybór rozwiązania ochrony przebiegów pociągów (żeberka ochronne, urządzenia wykolejnicowe, itp.) każdorazowo powinien być dostosowany do warunków lokalnych, przy czym połączenia ochronne (żeberka ochronne) należy stosować obligatoryjnie w następujących przypadkach:
   a) na liniach typu P250, P200, M200, P160, M160, M120, T120,
   b) na posterunkach bocznicowych w miejscu włączenia bocznicy na szlaku.
3. W połączeniach ochronnych, z zastrzeżeniem wskazanym w pkt 4, jako nominalne zaleca się stosować rozjazdy podstawowe o skosie 1:9 - zaprojektowane w taki sposób, że kierunek odgałęźny tych rozjazdów łączy się z torem ochronnym (Rys. 11.10) z zastrzeżeniem, że takie rozwiązanie nie będzie przyczyną nadmiernego (ekonomiczne nieuzasadnionego) zwiększenia rozstawu osi torów.



Rys. 11.10 Połączenie ochronne

4. W obrębie połączeń węzłowych parametry konstrukcyjne rozjazdu prowadzącego na tor ochronny oraz parametry kinematyczne takiego połączenia nie mogą ograniczać prędkości przejazdu po połączeniu węzłowym.
5. Nie zaleca się projektowania połączeń ochronnych w formie pojedynczego połączenia torów z zastosowaniem rozjazdów podstawowych, w których kierunek zasadniczy (prosty) jednego z rozjazdów prowadzi na tor ochronny.
6. Parametry geometryczne rozjazdów łukowych wchodzących w skład połączeń z torami ochronnymi zaleca się wyznaczać z zachowaniem warunku, aby kierunek obciążony ruchem pojazdów szynowych, posiadał większy promień niż kierunek prowadzący na tor ochronny.



Rys. 11.11 Schemat połączenia ochronnego

7. Przykłady typowych układów połączeń ochronnych przy szerokości międzytorza wynoszącej 4,50 m oraz 4,75 m z wykorzystaniem rozjazdu łukowego dwustronnego,

otrzymanego z rozjazdu podstawowego Rz 300-1:9 przedstawiono na Rys. 11.11 oraz w tabeli 11.7.

Tabela 11.7

V	e	Rz 1	Rz 2	t1	t2	w
[km/h]	[m]	-	-	[m]		
60	4,50	Rz 500-1:12	Rłd 751/500-1:9	20,797	16,615	12,593
	4,75					15,604
80	4,75	Rz 760-1:14	Rłd 760/497-1:9	27,108		12,453
100	4,50	Rz 1200-1:18,5	Rłd 1200/401-1:9	32,409		18,554
	4,75					23,185

11.2.5 Połączenia torów bocznych

1. Parametry geometryczne połączeń torów bocznych powinny umożliwiać spełnienie wymagań kinematycznych dla prędkości 40 km/h.
2. Parametry układu geometrycznego połączeń torów bocznych nie powinny powodować ograniczenia prędkości w torach szlakowych i głównych zasadniczych oraz dodatkowych.
3. W połączeniach torów bocznych zaleca się stosować rozjazdy podstawowe o promieniach 190 ≤ R ≤ 300 m i skosach 1:4,8, 1:6,6, 1:7,5, 1:9 oraz rozjazdy krzyżowe i skrzyżowania torów.
4. W przypadku wykonania połączenia torów bocznych, bocznic lub torów zaplecza technicznego bezpośrednio do torów szlakowych lub głównych zasadniczych należy stosować rozjazdy podstawowe typu Rz 300-1:9 lub inne o mniejszym skosie z następującymi zastrzeżeniami:
   a) Jeżeli prędkość w torach szlakowych lub głównych zasadniczych przekracza 160 km/h to połączenia torów bocznych powinny być zasadniczo wykonywane poprzez tory główne dodatkowe.
   b) Jeżeli warunek wskazany w lit. a nie jest możliwy do spełnienia, należy w torach szlakowych lub głównych zasadniczych zastosować rozjazdy o skosie równym lub mniejszym 1:12.
   c) Wykorzystanie rozjazdów typu Rz 190-1:9 w torach głównych zasadniczych oraz szlakowych dopuszczalne jest w przypadkach linii typu P80, M80, T80, T40.
5. Standard konstrukcyjny rozjazdów wskazanych w pkt 4 powinien odpowiadać standardowi rozjazdów stosowanych w połączeniach dojazdowych zasadniczych.

11.3 Odcinki pośrednie w połączeniach torów

1. Przy projektowaniu połączeń torów, pomiędzy rozjazdami oraz skrzyżowaniami torów należy umieszczać odcinki pośrednie (L_{OP}).
2. Odcinek pośredni (L_{OP}) stosuje się w celu:
   a) minimalizacji (zmniejszenia) parametrów kinematycznych występujących podczas przejazdu pojazdów szynowych przez połączenie rozjazdowe,
   b) prawidłowej zabudowy konstrukcji rozjazdowych, rozmieszczenia wyposażenia dodatkowego oraz zapewnienia podatności utrzymaniowej, w tym:

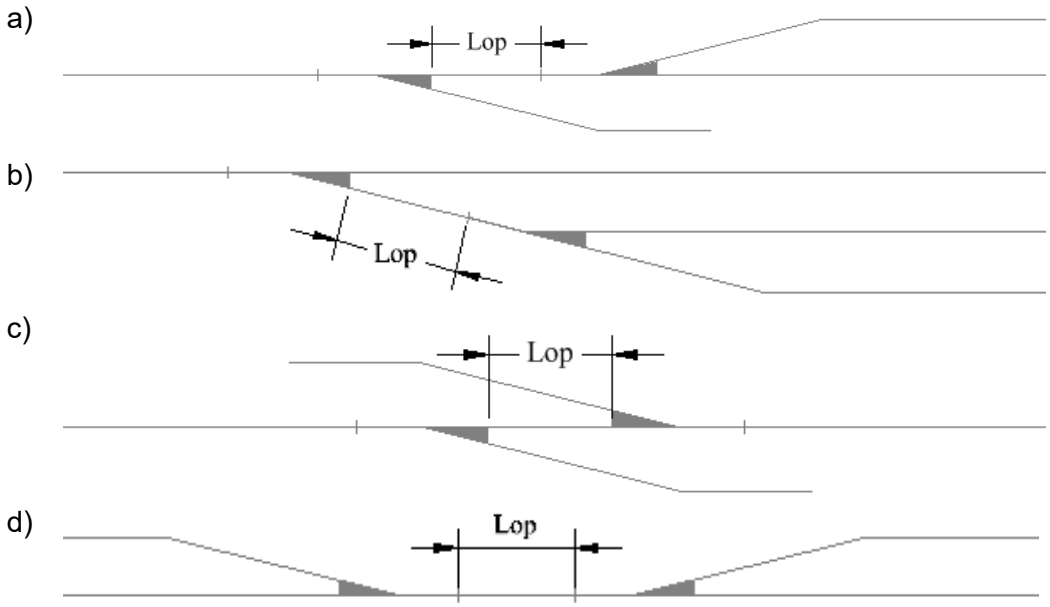
- wykonania w przypadkach wymaganych, zmiany szerokości toru lub zmiany typu szyn, przed i za rozjazdem,
- wykonania zmiany pochylenia poprzecznego szyn,
- prawidłowej zabudowy podrozjazdnic układanych poza obrysem rozjazdu podstawowego,
- możliwości wymiany części rozjazdowych,
- możliwości regulacji położenia w płaszczyźnie pionowej i poziomej.

3. Odcinki pośrednie (L_{OP}) pod względem geometrycznym mogą stanowić: prostą, łuk poziomy lub krzywą przejściową, z przechyłką lub bez przechyłki, o długości niespełniającej wymagań wskazanych rozdziale 9.1 oraz 9.7.
4. W indywidualnych przypadkach odcinek pośredni pomiędzy rozjazdami może stanowić połączenie kilku elementów geometrycznych wskazanych w pkt 3.
5. Odcinki pośrednie pomiędzy rozjazdami, których długość w projekcie układu torowego stanowi parametr uznaniowy (nie jest wynikiem obliczeń), powinny mieć długość stanowiącą wielokrotność 0,05 m, (np. 15,750 m, 12,350 m, 6,050 m, 6,000 m, itp.) tj. należy spełnić zależność opisaną wzorem 11.1, z zastrzeżeniem wskazanym w pkt 6.

$$\mathbb{Z} = \frac{L_{OP}}{0{,}05} \ [-] \qquad (11.1)$$

gdzie: $\mathbb{Z}$ - oznacza liczbę całkowitą

6. Odcinki pośrednie pomiędzy rozjazdami, których długość jest wynikiem zależności geometrycznych otrzymują długość rzeczywistą.
7. Przy określaniu minimalnej długości odcinka pośredniego (L_{OP}) pomiędzy rozjazdami (skrzyżowaniami), niezależnie od spełnienia wymagań kinematycznych dla połączenia, należy uwzględniać dodatkowe ograniczenia:
   a) Przy ułożeniu rozjazdów w taki sposób, że za stykiem krzyżownicy pierwszego rozjazdu znajduje się styk iglicowy następnego rozjazdu (Rys. 11.12 a, b) – długość odcinka pośredniego (L_{OP}) jest zależna od projektowanej liczby podrozjazdnic wspólnych, umożliwiających montaż toków szynowych znajdujących się poza obrysem rozjazdu podstawowego.
   b) Przy ułożeniu rozjazdów w taki sposób, że za stykiem krzyżownicy pierwszego rozjazdu znajduje się styk krzyżownicy następnego rozjazdu (Rys. 11.12 c) – długość odcinka pośredniego (L_{OP}) jest zależna od projektowanej liczby wspólnych podrozjazdnic obu rozjazdów.
   c) Przy ułożeniu rozjazdów w taki sposób, że rozjazdy pozostają zwrócone do siebie stykami iglicowymi, a łuki kierunków odgałęźnych są zgodne (Rys. 11.12 d) – długość odcinka pośredniego (L_{OP}) może wynosić 0 m.
      Z uwagi na wymagania dotyczące prac utrzymaniowych, zaleca się aby długość odcinka pośredniego z zastrzeżeniem wymagań wskazanych w lit. d, wynosiła co najmniej 6,000 m.
   d) W przypadku projektowania połączeń w torach głównych zasadniczych i szlakowych nowych linii lub odcinków linii o prędkości równej lub większej V ≥ 160 km/h minimalna długość odcinków pośrednich, wskazanych w lit. c, nie może być mniejsza niż 30,000m.



Rys. 11.12 Odcinki pośrednie w połączeniach torów

8. W indywidualnych przypadkach wskazanych w pkt 7 lit. a ÷ b, liczba projektowanych podrozjazdnic wspólnych rozjazdu może ulegać zmniejszeniu w stosunku do nominalnej, jednak w żadnym przypadku nie może powodować niewłaściwego podparcia toków szynowych skutkującego powstaniem deformacji układu geometrycznego.

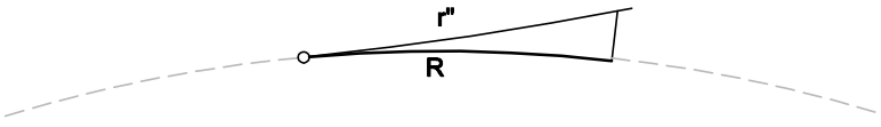
11.4 Podstawowe wymagania dotyczące rozjazdów łukowych

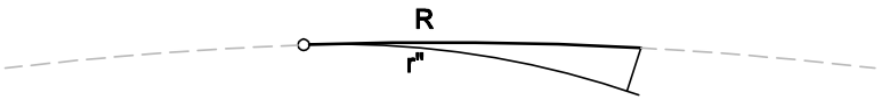
1. Przy braku ograniczeń terenowych lub infrastrukturalnych w torach głównych zasadniczych i szlakowych połączenia torów powinny być projektowane na odcinkach prostych, z zastosowaniem rozjazdów podstawowych.
2. Dopuszcza się stosowanie rozjazdów łukowych w przypadkach, gdy zastosowanie rozjazdów podstawowych spowodowałoby:
   a) nieosiągnięcie zakładanej prędkości (powodujące wprowadzenie lokalnego ograniczenia prędkości),
   b) nadmierne wydłużenie lub przesunięcie głowicy rozjazdowej lub posterunku ruchu,
   c) wykonanie dodatkowych robót ziemnych wynikających z konieczności przesunięcia lub wydłużenia układu torowego,
   d) konieczność pozyskania nowego lub dodatkowego obszaru (pasa gruntu), wynikającą z potrzeby przesunięcia lub zmiany przebiegu układu torowego,
   e) kolizję z istniejącymi elementami infrastruktury, np. obiektami inżynieryjnymi lub infrastrukturą nie będącą pod zarządem PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
3. Projektowanie rozjazdów łukowych dozwolone jest z rozjazdów podstawowych spełniających następujące wymagania:

a) posiadają stałą krzywiznę łuku na całej długości kierunku odgałęźnego – od styku początkowego (przedigilcowego) do styku końcowego (za krzyżownicą),
b) podrozjazdnice (drewniane lub strunobetonowe), rozłożone są na całej długości prostopadle do dwusiecznych zwiększającego się kąta środkowego łuku toru odgałęźnego (tzw. układ wachlarzowy).

4. Niedozwolone jest stosowanie w torach szlakowych oraz głównych rozjazdów łukowanych z następujących konstrukcji rozjazdowych:
   a) rozjazdów podwójnych (jednostronnych oraz dwustronnych),
   b) rozjazdów krzyżowych,
   c) rozjazdów o skosie 1:9,403,
   d) rozjazdów o skosie większym od 1:9.
5. Rozjazd łukowy utworzony zostaje przez przekształcenie układu geometrycznego rozjazdu podstawowego, polegające na obrocie lub obrocie z przesunięciem jego stycznych o dany kąt środkowy wokół środka geometrycznego. Obrót stycznych łuków poziomych nie powoduje zmiany nominalnego skosu rozjazdu, natomiast w sposób zależny od siebie w kierunku zasadniczym i odgałęźnym utworzone zostają promienie nowych łuków poziomych.
6. Przy projektowaniu układu geometrycznego rozjazdów łukowych krzywizny utworzonych łuków kierunku zasadniczego i odgałęźnego powinny otrzymać stałą lub monotonicznie zmienną wartość na całej jego długości – od punktu początkowego rozjazdu, aż do ostatniej wspólnej podrozjazdnicy.
7. W rozjazdach podstawowych lub łukowych należy utrzymywać stałą wartość przechyłki na całej długości rozjazdu – od punktu początkowego rozjazdu, aż do ostatniej wspólnej podrozjazdnicy. W trudnych warunkach terenowych po uzyskaniu zgody właściwego terenowo Zakładu Linii Kolejowych dopuszczalne jest zastosowanie prostoliniowej rampy przechyłkowej.
8. W przypadkach zastosowania przechyłki w połączeniach torowych wymaga się sporządzenia planu wysokościowego położenia wszystkich toków szynowych w płaszczyźnie pionowej (Załącznik 5).
9. Zależności pomiędzy wielkościami geometrycznymi rozjazdu podstawowego, a promieniami łuków poziomych po wygięciu elementów stalowych, wskazano w tabeli 11.8.

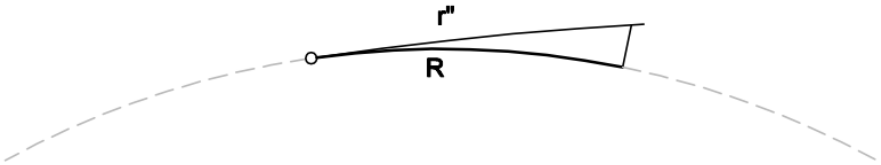
Tabela 11.8

a) Rozjazdy łukowane dwustronne:	
	$r'' = \frac{(R \cdot r) + t^2}{R - r}$
b) Rozjazdy łukowane jednostronne:	
– gdy tor zasadniczy rozjazdu podstawowego wyginany jest do promienia R:	



$$r'' = \frac{(R \cdot r) - t^2}{R + r}$$

– gdy tor odgałęźny rozjazdu podstawowego wyginany jest do promienia R:



$$r'' = \frac{(R \cdot r) + t^2}{r - R}$$

gdzie: R – promień łuku w torze zasadniczym (po wyłukowaniu),
r" – promień łuku w torze odgałęźnym (po wyłukowaniu),
r – promień łuku w torze odgałęźnym rozjazdu podstawowego,
t – długość stycznej do toru zwrotnego rozjazdu podstawowego;

10. Rozjazdy podstawowe można wyginać na rozjazdy łukowe do takiego promienia, przy którym nie zachodzi potrzeba stosowania poszerzenia toru, jak również konieczność zmian długości opornic, iglic, krzyżownic itp., oprócz zmian długości w szynach łączących. Najmniejsze dopuszczalne wartości promieni rozjazdów łukowych jednostronnych otrzymywanych z konstrukcji podstawowych przedstawiono w tabeli 11.9.

Tabela 11.9

Promień rozjazdu podstawowego	Krzywizna graniczna kierunku odgałęźnego	Minimalny dopuszczalny promień kierunku odgałęźnego	Minimalny dopuszczalny promień kierunku zasadniczego
[m]	[1000/m]	[m]	[m]
300[1)]	4,000 (4,673)	250 (214)	1505,522 (749,722)
500[1)]	4,000 (4,673)	250 (214)	501,730 (375,638)
760	3,333	300	497,250
1200	2,169	461	750,001
2500	1,063	941	1510

1) wartości w nawiasach dopuszczone wyjątkowo po uzgodnienie z właściwym terenowo Zakładem Linii Kolejowych

11.5 Wybrane zasady doboru podrozjazdnic

1. Niezależnie od rodzaju podrozjazdnic w rozjeździe podstawowym wyróżnia się następujące grupy podrozjazdnic:
   a) podrozjazdnice zasadnicze – układane w obrębie rozjazdu podstawowego – od styku przediglicowego do styku za krzyżownicą,
   b) podrozjazdnice wspólne – układane za stykiem krzyżownicy. Podrozjazdnice wspólne dzielą się na dwie grupy:
      – gdy za stykiem krzyżownicy tor odgałęźny przebiega po łuku, co powoduje zwiększenie kąta zawartego pomiędzy stycznymi do torów, w stosunku do kąta wynikającego ze skosu rozjazdu,
      – gdy za stykiem krzyżownicy tor odgałęźny przebiega po prostej, co nie powoduje zmiany kąta zawartego pomiędzy stycznymi do torów, w stosunku do kąta wynikającego ze skosu rozjazdu.

c) podrozjazdnice uniwersalne – układane przed stykiem przediglicowym i za podrozjazdnicami wspólnymi,.

2. W rozjazdach łukowych w stosunku do rozjazdu podstawowego:
   a) nie ulega zmianie (zwiększeniu lub zmniejszeniu) liczba podrozjazdnic zasadniczych,
   b) nie ulegają zmianie koordynaty (rozmieszczenie) otworów dyblowych w podrozjazdnicach zasadniczych,
   c) z uwagi na zmianę długości toków szynowych, zmianie ulega podłużne rozłożenie podrozjazdnic zasadniczych oraz wspólnych.
3. Z uwagi na warunki kształtowania układu geometrycznego połączeń torowych, w tym w szczególności na warunki kształtowania odcinków pośrednich liczba podrozjazdnic uniwersalnych oraz wspólnych może ulegać zmianie. W żadnym przypadku nie może to być przyczyną zaburzenia ich rozstawu, lub nieprawidłowego podparcia toków szynowych.
4. W połączeniach torów wykonywanych z wykorzystaniem rozjazdów łukowych, konstrukcja podrozjazdnic wspólnych (z uwagi na koordynaty otworów dyblowych) umożliwia zastosowanie za stykiem krzyżownicy ściśle określonych wartości krzywizn K_1 (za stykiem toru zasadniczego) i K_2 (za stykiem toru odgałęźnego), przy czym możliwe są następujące rozwiązania konstrukcyjne:
   a) przedłużenie krzywizn zastosowanych w torze zasadniczym (K_{za}) oraz odgałęźnym (K_{zw}) rozjazdu, wzór 11.2 – rozwiązanie to powoduje zwiększenie kąta zawartego pomiędzy stycznymi do tych torów w stosunku do kąta wynikającego ze skosu rozjazdu,
   $$K_1 = K_{za} \ \wedge \ K_2 = K_{zw} \tag{11.2}$$
   b) zastosowanie za stykiem krzyżownicy w torze zasadniczym oraz odgałęźnym tej samej wartości krzywizny (K), różnej od wartości krzywizn zastosowanych w rozjeździe, wzór 11.3,
   $$K = K_1 = K_2 \ \wedge \ K_1 \neq K_{za} \ \wedge \ K_2 \neq K_{zw} \tag{11.3}$$
   c) zastosowanie odcinka prostego ($\frac{1}{\infty}$) stycznego do jednego z kierunków rozjazdu oraz odcinka o krzywiźnie równej krzywiźnie toru odgałęźnego rozjazdu podstawowego (K_0) stycznego do drugiego kierunku, wzór 11.4.
   $$\left(K_1 = \frac{1}{\infty} \wedge \ K_2 = K_0\right) \ \vee \ \left(K_2 = \frac{1}{\infty} \wedge \ K_1 = K_0\right) \tag{11.4}$$
5. Projektowanie połączeń torów w których w obrębie podrozjazdnic wspólnych zastosowano by krzywizny inne niż wskazane w pkt 4, jest niedozwolone.
6. Wymagania wskazane w pkt 4 ÷ 5 nie dotyczą przypadków połączeń torów bocznych, wykonanych na podrozjazdnicach drewnianych, przy czym w takich przypadkach wymaga się opracowania indywidualnego projektu rozmieszczenia (koordynat) otworów pod wkręty węzła przytwierdzenia do podrozjazdnic wspólnych.

12 Wymagania dla torów stacyjnych

1. Układy torowe stacji powinny być opracowywane w ramach studium wykonalności, przy czym w pierwszym etapie studium należy ustalić/uwzględnić schemat funkcjonalny linii (liczba oraz rozmieszczenie posterunków ruchu), a w etapach kolejnych opracować schematy funkcjonale posterunków ruchu (w tym liczbę, usytuowanie i długości torów oraz schematy wzajemnych połączeń torów).
2. Jeżeli analiza schematu funkcjonalnego linii lub odcinka linii wskazuje na konieczność stosowania w układzie torowym stacji pośrednich (na odcinkach międzywęzłowych), co najmniej 2 torów głównych dodatkowych, to tory te zaleca się projektować jako położone symetrycznie w stosunku do torów głównych zasadniczych.
3. Jeżeli analiza schematu funkcjonalnego linii lub odcinka linii dwutorowej wskazuje na możliwość stosowania na stacjach pośrednich (na odcinkach międzywęzłowych) tylko jednego toru głównego dodatkowego oraz:
   a) schematu trapezowego połączeń torów głównych zasadniczych, to lokalizacja tych torów powinna być wyznaczana – w każdym przypadku po stronie krótszego boku trapezu utworzonego przez skrajne połączenia banalizacyjne,
   b) schematu półtora-trapezowego połączeń torów głównych zasadniczych, to lokalizacja tych torów na poszczególnych stacjach powinna być wyznaczana naprzemiennie (po stronie parzystej lub nieparzystej) w stosunku do torów głównych zasadniczych.
4. Na dwutorowych liniach przeznaczonych do ruchu mieszanego (linie typu M200, M160, M120) zaleca się, aby stacje były wyposażone w co najmniej dwa tory główne dodatkowe do wyprzedzania, rozmieszczone po obu stronach torów głównych zasadniczych, po jednym dla każdego kierunku.
5. Na dwutorowych liniach przeznaczonych przede wszystkim do ruchu pasażerskiego (linie typu P200, P160, P120, P80) wystarczające jest wyposażenie stacji w jeden tor główny dodatkowy do wyprzedzania. W takim przypadku tory do wyprzedzania na kolejnych stacjach powinny być rozmieszczone naprzemiennie w stosunku do torów głównych zasadniczych.
6. Dopuszcza się stosowanie układów torowych z jednym torem do wyprzedzania umieszczonym pomiędzy torami głównymi zasadniczymi. Tego typu układ jest zalecany na linach, na których jest prowadzony ruch aglomeracyjny.

Tabela 12.8

Długość pociągu	Typ linii
750 m	M200, M160, M120, T120
500 – 750 m	M80, T80, T40
400 m	P250, P200, P160
300 – 400 m	P120, P80

7. Na posterunkach ruchu, na których przewiduje się możliwość zatrzymywania i postoju dla dokonywania czynności technologicznych, minimalna długość użyteczna torów

głównych powinna uwzględniać możliwość przyjmowania pociągów lub grup taboru o określonej, wymaganej dla danej linii lub odcinka linii długości, Tabela 12.8

8. Przy ustalaniu schematu funkcjonalnego posterunku ruchu, długość poszczególnych torów powinna uwzględniać:
   a) długość użyteczną toru[3)] – stanowiącą, część toru, na której powinien zmieścić się pociąg lub grupa pojazdów podczas postoju powiększona o:
      – dodatek na nieprecyzyjne zatrzymanie pociągu przez maszynistę, wynoszący 10 m,
      – dodatek związany z warunkami widoczności sygnalizatorów, wynoszący 10 m,
      – odległość od końca pociągu lub grupy pojazdów do miejsca niebezpiecznego (np. urządzeń odziaływania, ukresu, początku rozjazdu, zasypki kozła oporowego, wykolejnicy, przejazdu kolejowego) wynosząca minimum 5m;
   b) długość rzeczywistą toru – stanowiącą długość użyteczną toru powiększoną o:
      – długość przyjętej drogi ochronnej lub,
      – w przypadku braku drogi ochronnej o odległość pomiędzy sygnalizatorem, a miejscem niebezpiecznym z zachowaniem skrajni budowli (w szczególności lokalizacji sygnalizatorów na międzytorzu) określana od strony czoła pociągu lub grupy taboru.
9. Dla wyodrębnionych funkcjonalnie torów lub grup torów (głównych zasadniczych, dodatkowych i/lub bocznych) zaleca się, aby projekt układu torowego umożliwiał uzyskiwanie na tych torach takich samych długości użytecznych, dla obu kierunków ruchu.
10. Długości rzeczywiste torów głównych w zależności od długości pociągu lub grupy pojazdów przedstawiono w tabeli 12.9.

Tabela 12.9

Długość pociągu	Minimalna długość rzeczywista toru [m]
750 m	775 + D_o[1)] = (750+10+10+5+D_o)
600 m	625 + D_o[1)] = (600+10+10+5+D_o)
500 m	525 + D_o[1)] = (500+10+10+5+D_o)
400 m	425 + D_o[1)] = (400+10+10+5+D_o)
300 m	325 + D_o[1)] = (300+10+10+5+D_o)
[1)] D_o – wymagana długość drogi ochronnej [m] – jeżeli drogi ochronne nie są wymagane (D_o = 0 m), to długość rzeczywistą toru należy powiększać dodatkowo o odległość od miejsca usytuowania sygnalizatora do miejsca niebezpiecznego, przy uwzględnieniu wymagań skrajni.	

11. Przy zachowaniu wymaganych parametrów eksploatacyjnych dotyczących prędkości wjazdów/wyjazdów na tory przeznaczone wyłącznie dla obsługi ruchu pasażerskiego, długości rzeczywiste tych torów w indywidualnych rozwiązaniach projektowych mogą uzyskiwać inne długości niż wskazane w tabeli 11.9.

[3)] Przy opracowywaniu koncepcji układu torowego oraz projektowaniu układu torowego posterunku ruchu, projektant nie operuje długościami użytecznymi toru, ale długościami rzeczywistymi.

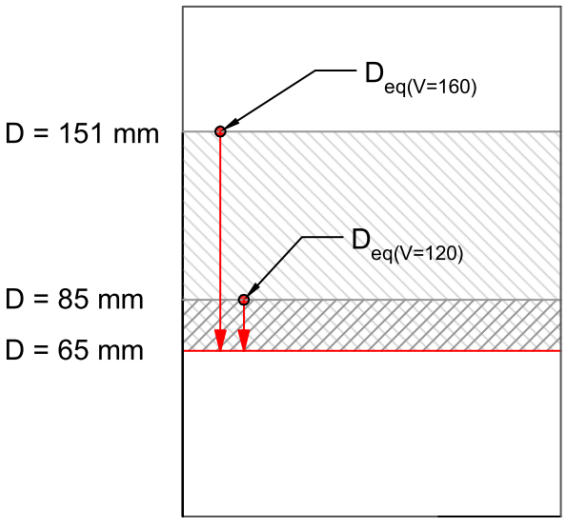
12. Długości rzeczywiste torów bocznych w tym: ładunkowych, manewrowych (kierunkowych), postojowych, trakcyjnych, specjalnego przeznaczenia i innych, należy ustalać indywidualnie w zależności od potrzeb i wymagań technologicznych przewidzianych dla tych torów.
13. Jeżeli wymagania dotyczące zachowania bezpieczeństwa ruchu kolejowego dla indywidualnego rozwiązania projektowego nie stanowią inaczej to zaleca się, aby długości użytkowe torów ochronnych łącznie z wyposażeniem technicznym (kozioł samohamowny, zasypka przed kozłem) nie przekraczały 30m.
14. Na posterunkach ruchu rozmieszczonych w odległości nie większej niż co 30 kilometrów, niezależnie od liczby torów wynikającej z funkcji przewozowej stacji, należy zapewnić tor główny dodatkowy oraz obustronnie z nim połączony tor boczny dedykowane do postoju maszyn służących do utrzymania linii kolejowej.

Załącznik 1 – Przechyłka (informacyjny)

Wykorzystanie wybranych zasad ustalenia wartości przechyłki zawartych w rozdziale 9.3 przedstawiono na przykładzie Z1-1 oraz Z1-2:

Przykład Z1-1

Zgodnie z rozdziałem 9.3 pkt 12 lit. c:



Założenia:

P160 V_{max} = 160 km/h

R = 2000 m V_{min} = 120 km/h

Obliczenia:

Możliwość uzyskania założonej prędkości maksymalnej:

$$V_{max} \leq \sqrt{\frac{\left(I_{V_{max}} - I_{V_{min}}\right) \cdot R}{11{,}8} + V_{min}^2}$$

$$160 \leq \sqrt{\frac{(90-20) \cdot 2000}{11{,}8} + 120^2} = 162\ km/h$$

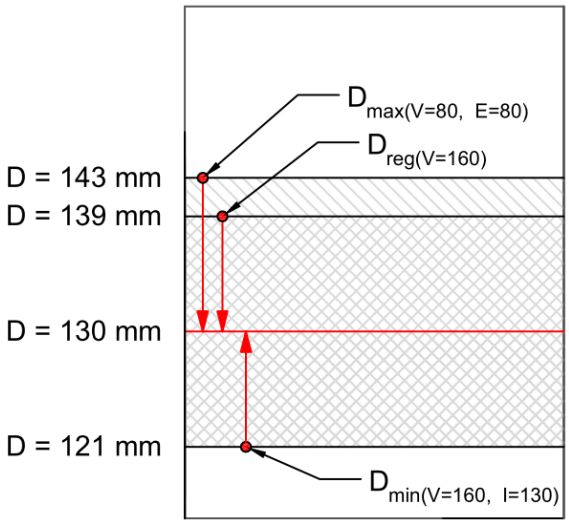
Wartości przechyłki:

$$\left.\begin{aligned} D_{(I_{V_{max}}=90)} &= \frac{11{,}8 \cdot V_{max}^2}{R} - I_{V_{max}} = 61\ mm \\ D_{(I_{V_{min}}=20)} &= \frac{11{,}8 \cdot V_{min}^2}{2000} - I_{V_{min}} = 65\ mm \end{aligned}\right\}$$

$$\Rightarrow D = \boxed{65\ mm}$$

Przykład Z1-2

Zgodnie z rozdziałem 9.3 pkt 12 lit. d:



Założenia:

M160 V_{max} = 160 km/h

R = 1200 m V_{min} = 80 km/h

q ≈ 16 Tg/rok

Obliczenia:

Możliwość uzyskania założonej prędkości maksymalnej wg warunku wskazanego w pkt 12 lit. c:

$$V_{max} \leq \sqrt{\frac{\left(I_{V_{max}} - I_{V_{min}}\right) \cdot R}{11{,}8} + V_{min}^2}$$

$$160 > \sqrt{\frac{(90-20) \cdot 1200}{11{,}8} + 80^2} = 116\ km/h$$

Wartości przechyłki:

$$D_{min} = \frac{11{,}8 \cdot V_{max}^2}{R} - I_{dop} = 121\ mm\ (dla\ I_{dop} = 130\ mm)$$

$$D_{max} = \frac{11{,}8 \cdot V_{min}^2}{R} + E_{dop} = 143\ mm\ (dla\ E_{dop} = 80\ mm)$$

$$D_{eq} = \frac{11{,}8 \cdot V_{max}^2}{R} = 251\ mm$$

Uwaga: $D_{eq} > D_{max}$ – maksymalna wartość D_{max} = 143 mm

$$D_{reg} = \frac{6{,}5 \cdot V_{max}^2}{R} = 139\ mm$$

Dla q > 5 Tg/rok:

$$D \in \langle D_{min}; D_{reg} \rangle \Rightarrow D = \boxed{130\ mm}$$

Załącznik 2 – Dobór przechyłki na łuku koszowym (informacyjny)

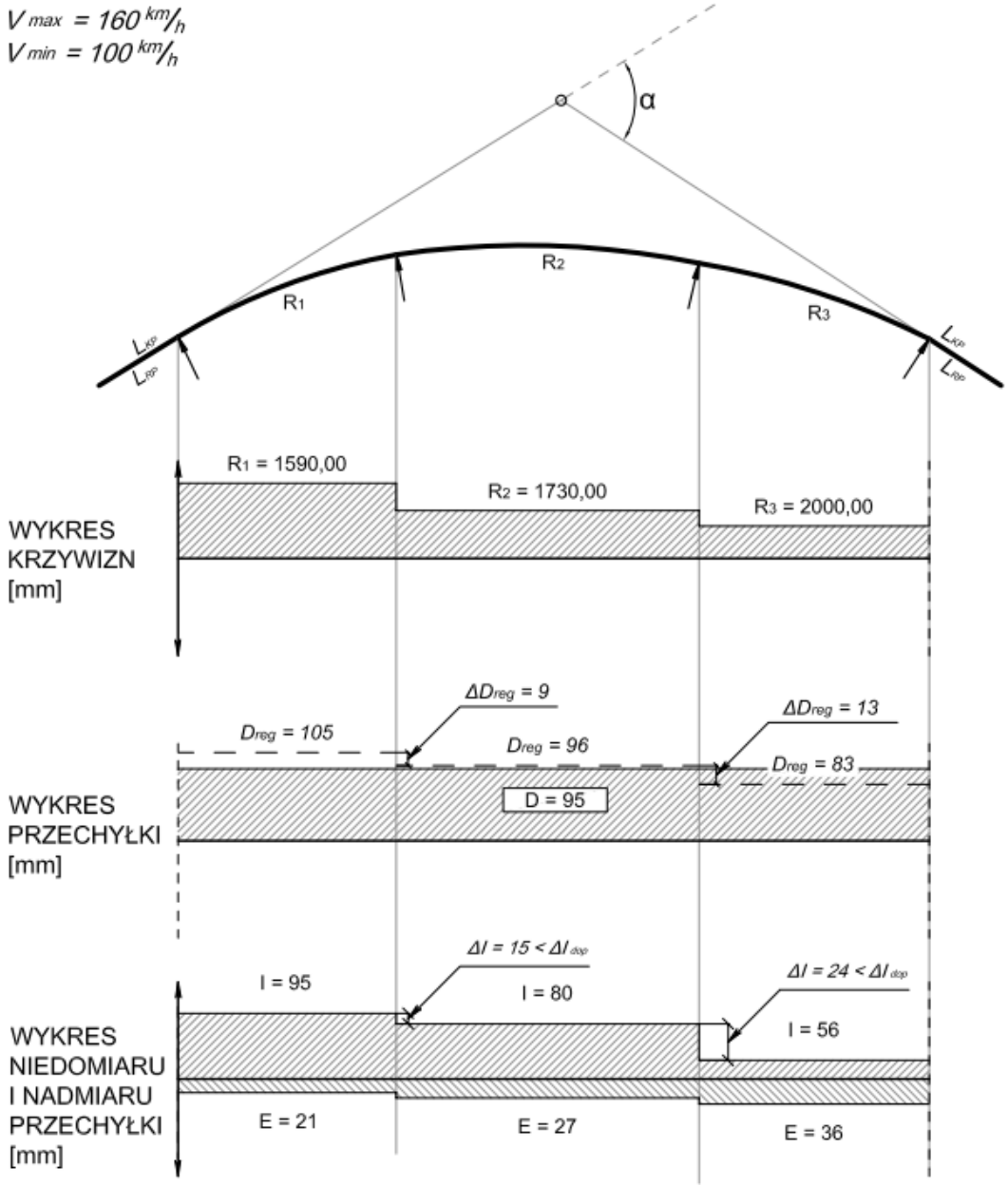
Przykład zastosowania uśrednionej wartości przechyłki na łuku koszowym, zgodnie z wytycznymi wskazanymi w rozdziale 9.3 pkt 7:

Założenia: V_{max} = 160 km/h, V_{min} = 100 km/h, R_1 = 1590,00 m, R_2 = 1730,00 m, R_3 = 2000,00 m

Obliczenia:

$$D_{reg} = \frac{6{,}5 \cdot V_{max}^2}{R} \Longrightarrow \begin{cases} D_{reg}^{R1} = 105\ mm \\ D_{reg}^{R2} = 96\ mm \\ D_{reg}^{R3} = 83\ mm \end{cases} \qquad D = \frac{D_{reg}^{R1} + D_{reg}^{R2} + D_{reg}^{R3}}{3} = 95\ mm$$

Sprawdzenie: $I < I_{dop}$ $E < E_{dop}$ $\Delta I < \Delta I_{dop}$



Załącznik 3 – Przykłady realizacji połączeń torów (informacyjny)

W załączniku przedstawione zostały przykłady połączeń torów wraz z wykresami krzywizn oraz parametrów kinematycznych, charakteryzujące poszczególne elementy geometryczne występujące w połączeniach torów. Każdy z omawianych przykładów zilustrowany został poprzez:

a) plan połączenia, na którym wskazano elementy układu geometrycznego oraz ich wymiary. Dodatkowo w przypadku rozjazdów, niebieską linią wskazano miejsce położenia ostatniej wspólnej podrozjazdnicy;
b) wykres przechyłki - D [mm] – obrazujący przechyłki torów, pochylenia ramp przechyłkowych oznaczone jako $\frac{dD}{ds}\ lub\ p\ [‰]$ oraz zmiany przechyłki w czasie oznaczonej jako $\frac{dD}{dt}\ lub\ f\ [\mathrm{mm/s}]$, o ile występują w analizowanym przykładzie. Ponadto na wykresach wskazano miejsca występowania przechyłki odwrotnej;
c) wykres krzywizny - K [1/m] – obrazujący krzywiznę toru, (odwrotność promienia łuku poziomego). Dodatkowo, o ile występują, wskazano długości elementów pośrednich L_{OP} [m] występujące w analizowanym układzie;
d) wykres niedomiaru przechyłki: I [mm] – obrazujący niedomiar przechyłki, zmianę niedomiaru przechyłki w czasie, oznaczoną jako $\frac{dI}{dt}\ lub\ u\ [\mathrm{mm/s}]$ oraz wartości nagłej zmiany niedomiaru przechyłki ΔI [mm].

W celu ułatwienia interpretacji zostały zdefiniowane numery torów poprzez liczby umieszczane w nawiasach kwadratowych na początku/końcu każdego z torów np. [1]. Na podstawie ww. numeracji zostały zdefiniowane rozpatrywane kierunki jazdy np. „kierunek [2] → [1]" – oznacza przejazd z toru nr 2 na tor nr 1. Dla każdego z rozpatrywanych kierunków podano prędkość maksymalną $V_{max}[km/h]$ przy jakiej wykonano analizę.

Uwagi:

a) Wszystkie przedstawione przykłady mają charakter informacyjny i nie mogą, bez właściwego przeliczenia, zostać wykorzystanie przy projektowaniu rzeczywistego układu geometrycznego.
b) W przykładach nie przedstawiono kompletnych obliczeń układów geometrycznych, a ograniczono się jedynie do pokazania wyników dla wybranych parametrów, interesujących z punktu widzenia rozpatrywanego przypadku.

Przykład Z3-1

Opis układu: Rozgałęzienie torów położonych w łuku na przechyłce wykonane przy zastosowaniu rozjazdu podstawowego Rz 60E1-500-1:12 w którym zasadniczy kierunek jazdy [1]→[2] - tj. kierunek o większej prędkości - przebiega po torze odgałęźnym rozjazdu, którego promień równy jest promieniowi łuku poziomego stycznego do rozjazdu.

Należy zauważyć, że podczas jazdy w kierunku [1]→[1] występuje odcinek toru prostego z przechyłką, co należy uwzględnić w obliczeniach/na wykresach, patrz tabela Z3-1.

Tabela Z3-1

Kierunek [1]→[1]	Znak krzywizny	Znak niedomiaru	Warunek brzegowy
Łuk prawy R=500 m	+	-	B
Prosta z przechyłką – lewy tok szynowy wyższy	0^+	-	B
Łuk prawy R=260 m	+	-	B

Uwaga: z uwagi na fakt, że B=B=B, to wykresy niedomiaru przechyłki na elementach połączenia należy umieścić po tej samej stronie osi „x”

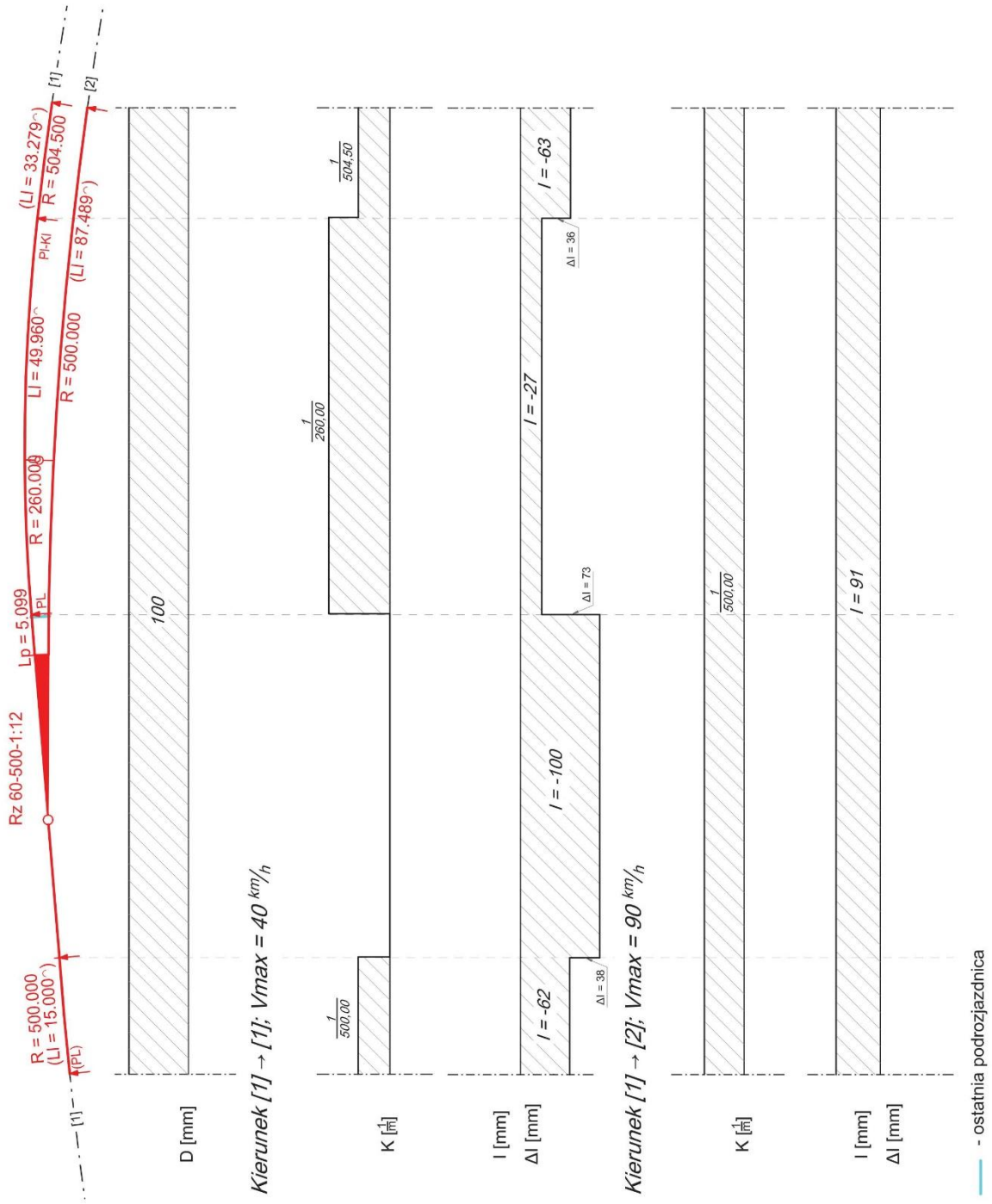
Dla założonej prędkości jazdy połączenie spełnia wartości graniczne jak dla progu P1

Wskazówki:

a) Zastosowanie rozjazdu podstawowego którego promień równy jest promieniowi łuku przyległego do rozjazdu, zapewnia zachowanie jednolitych parametrów kinematycznych (nie występuje przypadek zmiany oraz nagłej zmiany niedomiaru przechyłki), co zapewnia optymalne warunki przejazdu po połączeniu w zasadniczym kierunku jazdy, która w tym przypadku odbywa się po kierunku odgałęźnym rozjazdu.

b) W połączeniach torów w których zastosowano przechyłkę, niwelety łączonych torów są zależne od siebie. Dla każdego takiego połączenia wymagane jest przeprowadzenie udokumentowanej analizy układu geometrycznego w płaszczyźnie pionowej i poziomej.

Przykład Z3-1



Przykład Z3-2

Opis układu: Rozgałęzienie torów położonych w łuku na przechyłce z wykorzystaniem rozjazdu łukowego jednostronnego (Rłj 60-600,000/273,334-1:12).

Kierunek [1]→[2]: kierunek odgałęźny, przebiega po torze zwrotnym rozjazdu, kierunku ten utworzony jest przez sekwencję elementów geometrycznych wskazaną w tabeli Z3-2, prędkość na kierunku [1]→[2] wynosi V=50 km/h

Tabela Z3-2

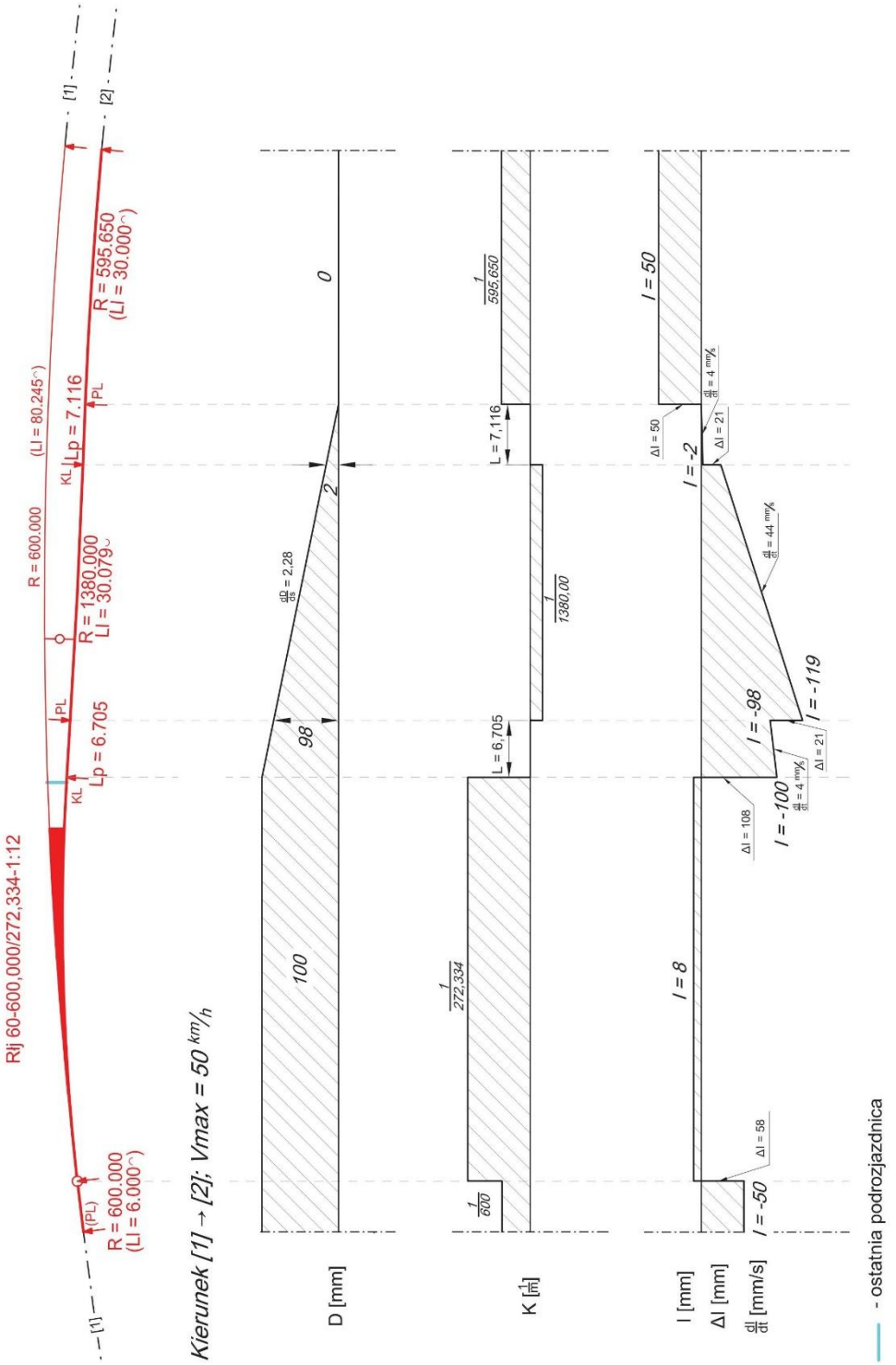
Kierunek [1]→[2]	Znak krzywizny	Znak niedomiaru	Warunek brzegowy
Łuk prawy R=600 m *(L_L=6,000 m)*	+	-	B
Łuk prawy R=272,334 m *(L_L=41,594 m)*	+	+	A
Prosta z przechyłką – lewy tok szynowy wyższy *(L_P =6,705 m = L_{RP_cz1} - pierwszy odcinek rampy)*	0^+	-	B
Łuk lewy R=1380 m *(L_L= 30,079 m = L_{RP_cz2} - drugi odcinek rampy)*	-	+	B
Prosta z przechyłką – lewy tok szynowy wyższy *(L_L= 7,116 m = L_{RP_cz3} - trzeci odcinek rampy)*	0^+	-	B
Łuk prawy R=595,650 m *(L_L= 30,000 m)*	+	+	A

Dla założonej prędkości jazdy połączenie na kierunku [1]→[2] spełnia wartości graniczne jak dla progu P2. Przekroczono wartość pochylenia rampy przechyłkowej dla progu P1:

$$\left(\frac{dD}{ds}\right)_{dop}^{P1} = 2{,}00\ [mm/m] < \frac{dD}{ds} = 2{,}28[mm/m] < \left(\frac{dD}{ds}\right)_{dop}^{P2} = 2{,}50\ [mm/m]$$

Odcinek pośredni: Dla połączeń torów o prędkości V=50 km/h minimalna długość elementu pośredniego wynosi $L_{OP,dop} = 6{,}000\ m$, w rozpatrywanym przypadku minimalna długość elementu pośredniego wynosi na kierunku [1]→[2]: L_{OP} = 6,705 m > $L_{OP,dop}$ co oznacza, że nagłe zmiany niedomiaru przechyłki można rozpatrywać niezależnie dla każdego z elementów wchodzących w połączenie.

Przykład Z3-2



Przykład Z3-3

Opis układu: Rozgałęzienie torów położonych w łuku na przechyłce z wykorzystaniem rozjazdu łukowego dwustronnego (Rłd 60-1400,000/8405,252-1:18,5).

Kierunek [1]→[1]: zasadniczy kierunek jazdy, przebiega po torze zwrotnym rozjazdu, którego promień równy jest promieniowi łuku poziomego stycznego do rozjazdu, prędkość na kierunki [1]→[1] wynosi V=150 km/h. Od strony styku przediglicowego rozjazdu występuje łuk poziomy o promieniu R=1400 m, który kontynuowany jest w rozjeździe, na obu tych elementach występuje stała wartość przechyłki wynosząca D = 90 mm. Następnie za ostatnią wspólną podrozjazdnicą znajduje się krzywa przejściowa o długości L_{KP} = 96,000 m, na której występuje prostoliniowa rampa przechyłkowa o długości równej długości krzywej przejściowej. Dla założonej prędkości jazdy powyższy układ spełnia wartości graniczne jak dla progu P1.

Kierunek [1]→[2]: kierunek odgałęźny, przebiega po torze zasadniczym rozjazdu, kierunku ten utworzony jest przez sekwencję elementów geometrycznych wskazaną w tabeli Z3-3, prędkość na kierunku [1]→[2] wynosi V=70 km/h.

Tabela Z3-3

Kierunek [1]→[2]	Znak krzywizny	Znak niedomiaru	Warunek brzegowy
Łuk prawy R=1400 m *(L_L=15,000 m)*	+	-	B
Łuk lewy R=8405 m *(L_L=64,818 m)*	–	+	B
Prosta z przechyłką – lewy tok szynowy wyższy *(L_P =15,000 m = L_{RP_cz1} - pierwsza odcinek rampy)*	0^+	-	B
Łuk prawy R=1200 m *(L_L= 3,547 = L_{RP_cz2} - drugi odcinek rampy)*	+	-	B
Łuk prawy R=1200 m *(L_L= 21,453 = L_{RP_cz3} - trzeci odcinek rampy)*	+	+	A
Łuk prawy R=1200 m *(L_L= 139,243 - odcinek bez przechyłki)*	+	+	A

Uwaga: wykresy niedomiaru przechyłki na elementach połączenia wskazanych w tabeli Z3-3 dla których występują te same warunki brzegowe (np. B=B), należy umieścić po tej samej stronie osi „x" wykresów niedomiaru przechyłki, natomiast warunki przeciwne (np. A≠B) po stronach przeciwnych.

Dla założonej prędkości jazdy połączenie na kierunek [1]→[2] spełnia wartości graniczne jak dla progu P2. Przekroczono wartość pochylenia rampy przechyłkowej dla progu P1:

$$\left(\frac{dD}{ds}\right)_{dop}^{P1} = 2{,}00\ [^{mm}/_{m}] < \frac{dD}{ds} = 2{,}25[^{mm}/_{m}] < \left(\frac{dD}{ds}\right)_{dop}^{P2} = 2{,}50\ [^{mm}/_{m}]$$

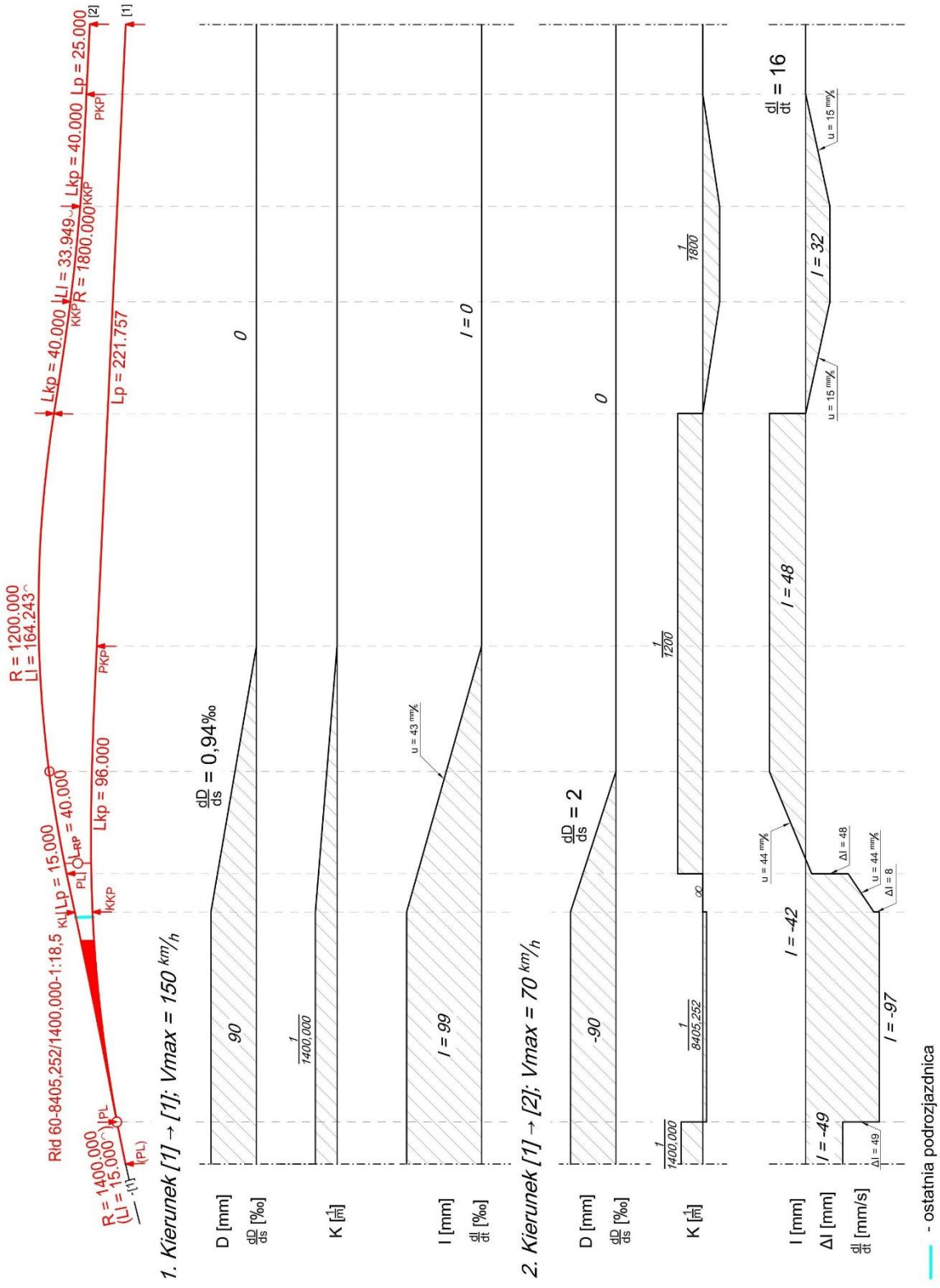
Odcinek pośredni: Dla połączeń torów o prędkości V=70 km/h minimalna długość elementu pośredniego wynosi $L_{OP,dop} = 0{,}15 \cdot V_{max} = 10{,}500\ m$, w rozpatrywanym przypadku minimalna długość elementu pośredniego na kierunku [1]→[2] to: L_{OP} = 15,000 m < $L_{OP,dop}$ co oznacza, że nagłe zmiany niedomiaru przechyłki można rozpatrywać niezależnie dla każdego z elementów wchodzących w połączenie.

Wskazówki:

a) Przy optymalizacji układu geometrycznego należy dążyć do zapewniania jak najłagodniejszych parametrów kinematycznych w torze stanowiącym zasadniczy kierunek jazdy pociągów, przy jednoczesnym spełnieniu warunków kinematycznych

dla toru odgałęźnego. W przypadku równoważności obu kierunków parametry te powinny być jak najbardziej symetryczne.

Przykład Z3-3



Przykład Z3-4

Opis układu: Pojedyncze połączenie torów równoległych rozjazdami o równych skosach - kierunek [2]→[1], oraz rozgałęzienie torów równoległych z łukiem kołowym – kierunek [2]→[3].
Należy zauważyć, że zarówno w przypadku jazdy po kierunku [2]→[1] jak i [2]→[3], elementami składowymi obu układów są łuki odwrotne. Ustalenie właściwego kierunku łuku jak również znaku niedomiaru przechyłki ma istotne znacznie przy rozpatrywaniu wartości nagłej zmiany niedomiaru przechyłki, dlatego przy obliczeniach należy uwzględnić kierunek działania siły wypadkowej, patrz tabela Z3-1 (konwencja zgodna z tabela 9.17).

Tabela Z3-4

Kierunek [2]→[1] Kierunek [2]→[3]	Znak krzywizny	Znak niedomiaru	Warunek brzegowy
Łuk prawy	+	+	A
Łuk lewy	-	+	B

Uwaga: z uwagi na fakt, że A≠B wykres niedomiaru przechyłki należy umieścić po przeciwnych stronach osi „x”

Dla założonej prędkości jazdy połączenie spełnia wartości graniczne jak dla progu P1.

Odcinek pośredni: Dla połączeń torów o prędkości V=40 km/h minimalna długość elementu pośredniego wynosi $L_{OP,dop}$ = 6,0 m, w rozpatrywanym przypadku długości elementów pośrednich wynoszą odpowiednio:

a) kierunek [1]→[3]: L_{OP} = 12,905 m > $L_{OP,dop}$
b) kierunek [2]→[1]: L_{OP} = 17,445 m > $L_{OP,dop}$

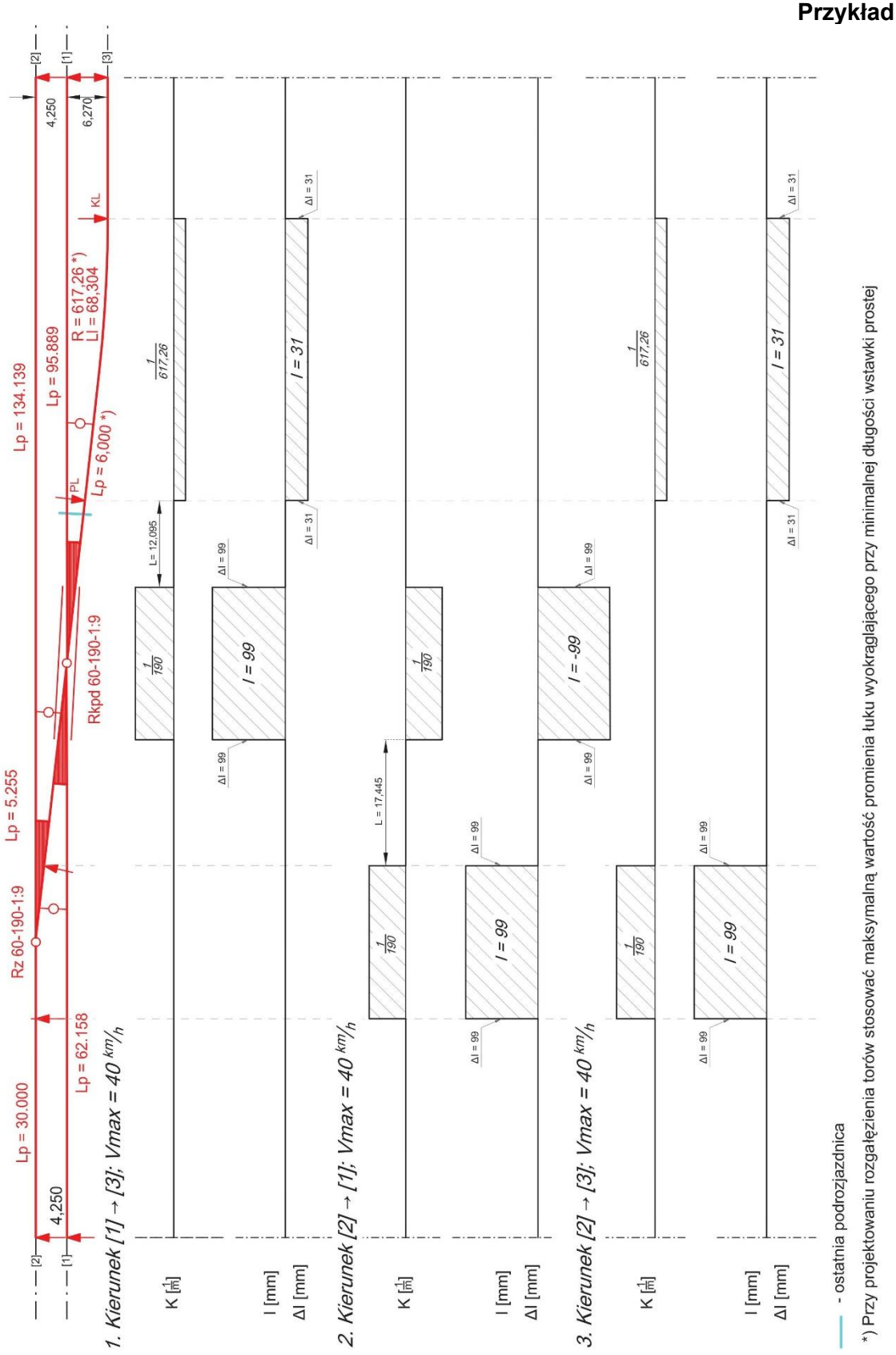
co oznacza, że warunek został spełniony – nagłe zmiany niedomiaru przechyłki można rozpatrywać niezależnie dla każdego z łuków tworzących połączenie torów.

Wskazówki:

a) Przy projektowaniu rozgałęzienia torów należy zawsze dążyć do maksymalizacji wartości promienia łuku kołowego występującego za rozjazdem.
b) Połączenie torów równoległych z wykorzystaniem rozjazdu krzyżowego, stanowiło typowe rozwiązanie stosowane dawniej w torach stacyjnych, obecnie tego rodzaju układów nie zaleca się stosować w torach szlakowych oraz głównych zasadniczych – z uwagi na konstrukcję rozjazdu krzyżowego podwójnego, która generuje większe nakłady na utrzymanie oraz posiada ograniczenie dopuszczalnej prędkości konstrukcyjnej[4)]. W normalnych warunkach terenowych zaleca się stosować połączenie wykonane z rozjazdów podstawowych, natomiast rozjazdy krzyżowe należy stosować tylko w przypadkach uzasadnionych, z uwagi na brak możliwości wydłużenia drogi rozjazdowej.

[4] Na dzień publikacji Standardów Technicznych, V_{max}=120 km/h dla rozjazdów spawanych zabudowanych na podrozjazdnicach strunobetonowych, oraz V_{max} = 100 km/h dla rozjazdów zabudowanych na podrozjazdnicach drewnianych.

Przykład Z3-4



Przykład Z3-5

Opis układu: Pojedyncze połączenie torów równoległych rozjazdami o równych skosach (połączenie torów [1] i [2]).

Połączenie spełnia wartości graniczne jak dla progu P1.

Odcinek pośredni: Dla połączeń torów o prędkości V=50 km/h minimalna długość elementu pośredniego wynosi $L_{OP,dop}$ = 6,0 m, w rozpatrywanym przypadku długość elementu pośredniego wynosi:

a) kierunek [1]→[2]: L_{OP} = 7,518 m > $L_{OP,dop}$

co oznacza, że warunek został spełniony – nagłe zmiany niedomiaru przechyłki można rozpatrywać niezależnie dla każdego z łuków tworzących połączenie torów.

Przykład Z3-6

Opis układu: Pojedyncze połączenie torów nierównoległych rozjazdami o równych skosach (połączenie torów [1] i [2]).

Połączenie spełnia wartości graniczne jak dla progu P1.

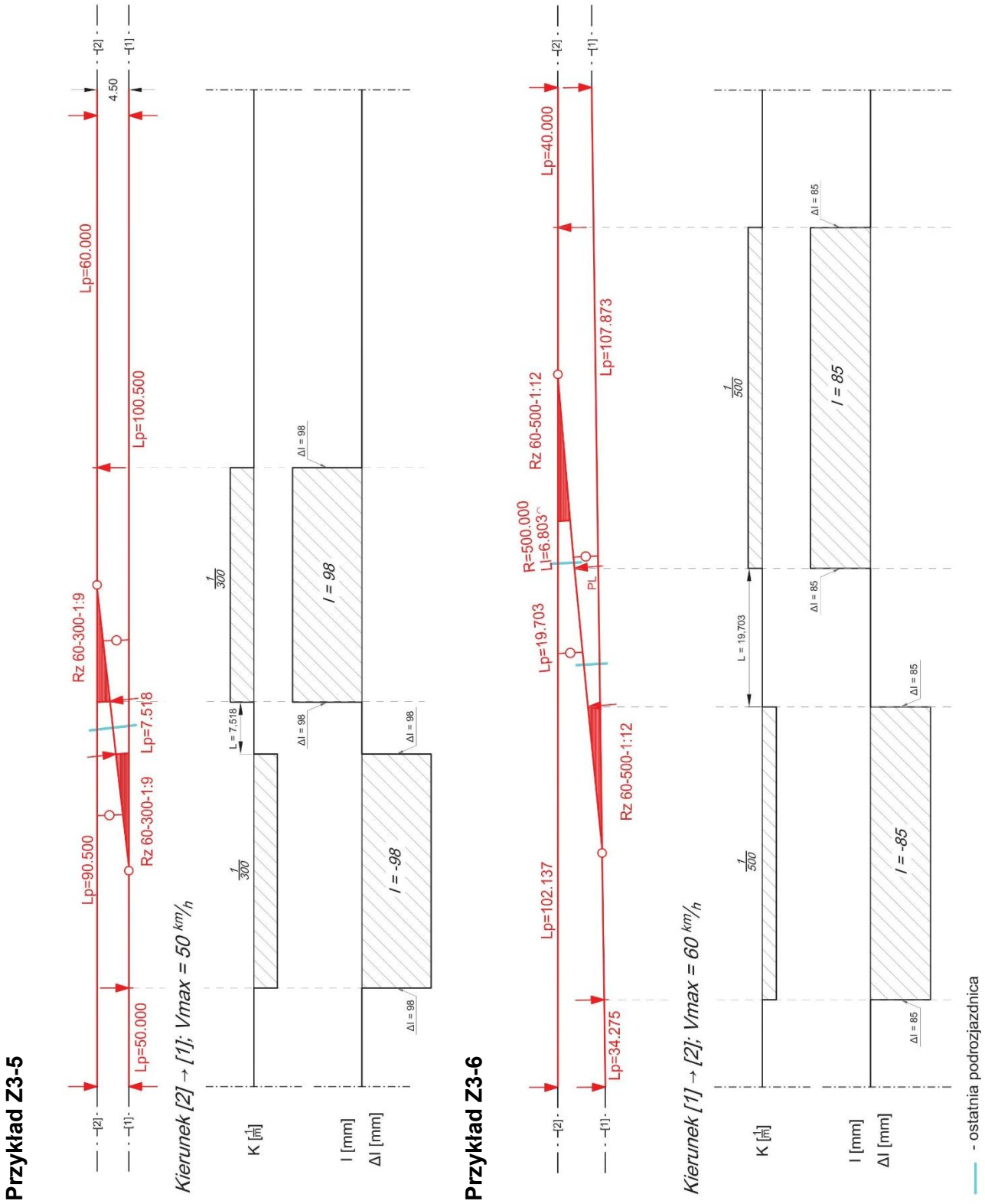
Odcinek pośredni: Dla połączeń torów o prędkości V=60 km/h minimalna długość elementu pośredniego wynosi $L_{OP,dop}$ = 6,0 m, w rozpatrywanym przypadku długość elementu pośredniego wynosi:

a) kierunek [1]→[2]: L_{OP} = 19,703 m > $L_{OP,dop}$

co oznacza, że warunek został spełniony – nagłe zmiany niedomiaru przechyłki należy rozpatrywać niezależnie dla każdego z łuków tworzących połączenie torów.

Wskazówki:

a) W możliwe najszerszym zakresie zaleca się stosować połączenia torów równoległych wykonane rozjazdami podstawowymi o tym samym skosie.


Przykład Z3-5
Lp=60.000
Lp=100.500
Lp=50.000
Lp=90.500
Rz 60-300-1:9
Rz 60-300-1:9
Lp=7.518
4.50
Kierunek [2] → [1]; Vmax = 50 km/h
L = 7.518
I = 98
I = -98
ΔI = 98
K [1/m]
I [mm]
ΔI [mm]
Przykład Z3-6
Lp=40.000
Lp=107.873
Rz 60-500-1:12
R=500.000
Li=6.803
PL
Lp=19.703
Lp=102.137
Rz 60-500-1:12
Lp=34.275
Kierunek [1] → [2]; Vmax = 60 km/h
L = 19.703
I = 85
I = -85
ΔI = 85
- ostatnia podrozjazdnica

Przykład Z3-7

Opis układu: Pojedyncze połączenie torów położonych w łukach współśrodkowych na przechyłce, wykonane z zastosowaniem rozjazdu łukowego jednostronnego (Rłj 60E1-1205,600/600,900-1:18,5) oraz rozjazdu podstawowego (Rz 60E1-1200-1:18,5), połączonych odcinkiem pośrednim w postaci krzywej przejściowej bez rampy przechyłkowej.

Odcinek pośredni: Dla połączeń torów o prędkości V=65 km/h minimalna długość elementu pośredniego wynosi $L_{OP,dop} = 0{,}15 \cdot V_{max} = 9{,}750\ m$ w rozpatrywanym przypadku długość elementu pośredniego wynosi:

a) kierunek [2]→[1]: L_{OP} = 21,000 m > $L_{OP,dop}$

co oznacza, że warunek został spełniony, wobec czego wartości nagłych zmian niedomiarów przechyłki występujące na elementach geometrycznych stycznych do krzywej przejściowej można rozpatrywać niezależnie (w innym przypadku konieczne byłoby określenie nagłej zmiany niedomiaru przechyłki występującej pomiędzy elementami stycznymi do krzywej przejściowej.

Krzywa przejściowe ma długość zapewniającą spełnienie wymagań kinematycznych (zmiany niedomiaru przechyłki w czasie $\left[\frac{dI}{dt}\right]$) jak dla progu P2: $\frac{dI}{dt}_{dop} = 100\ mm/s$

Uwaga: Jeżeli krzywa przejściowa nie spełniałaby warunku w zakresie minimalnej długości (tabela 9.10, próg P2), w połączeniach torów jej zastosowanie jest dopuszczalne przy czym:

a) wartości niedomiaru przechyłki występujące na długości krzywej przejściowej powinny być wartościami pośrednimi pomiędzy niedomiarem przechyłki występującym na elementach stycznych do krzywej tj. $I_{KP} \in \langle I_L; I_P \rangle$, gdzie I_L i I_P to odpowiednio wartości niedomiaru przechyłki na elementach stycznych z lewej oraz z prawej strony krzywej przejściowej,
b) krzywą przejściową pomija się w obliczeniach, a nagłe zmiany niedomiaru przechyłki występujące na elementach stycznych do niej należy rozpatrywać łącznie.

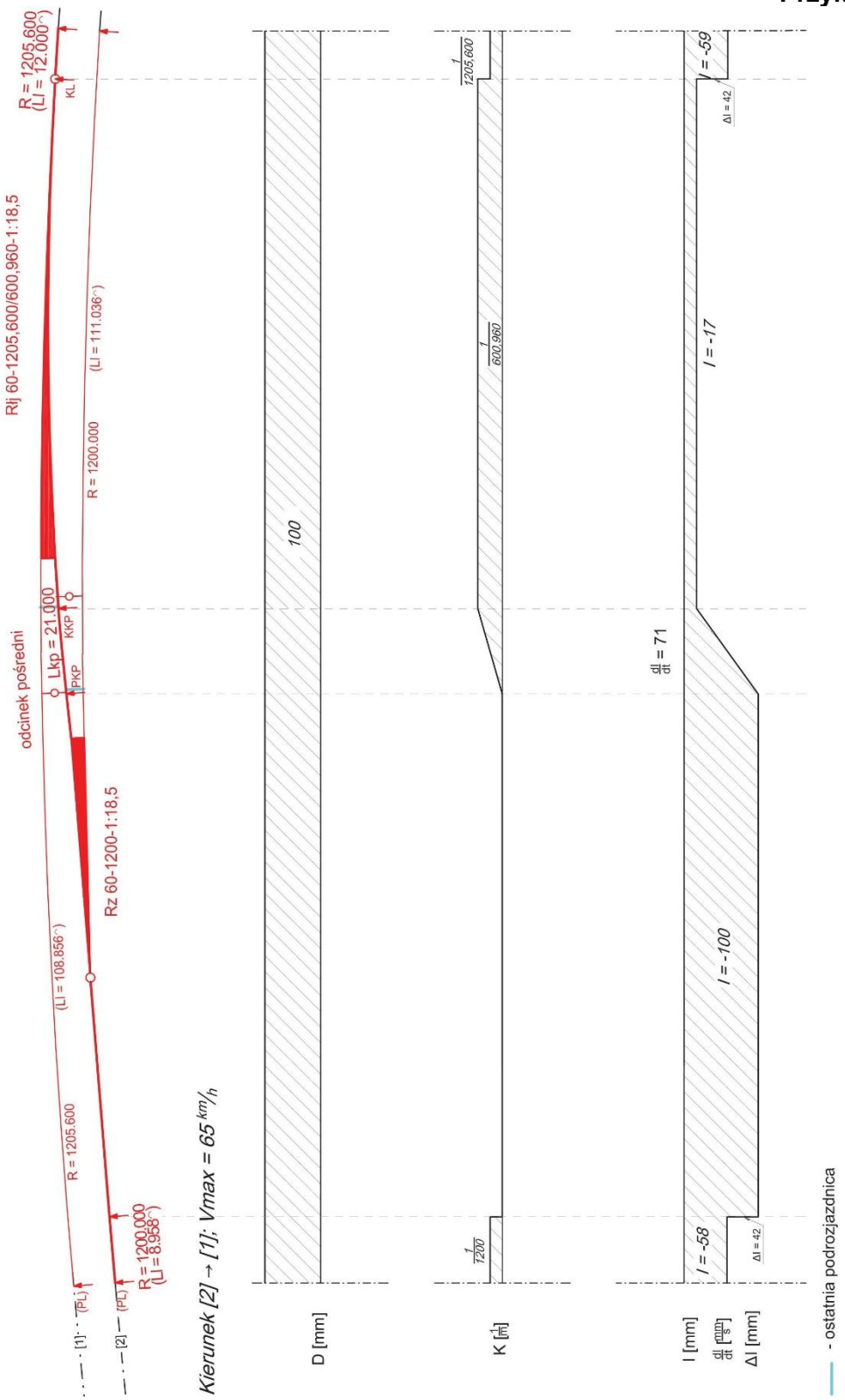
Dla założonej prędkości jazdy połączenie spełnia wartości graniczne jak dla progu P2. Przekroczono wartość zmiany niedomiaru przechyłki w czasie dla progu P1:

$$\left(\frac{dI}{dt}\right)_{dop}^{P1} = 70\ [^{mm}/_{s}] < \frac{dI}{dt} = 71[^{mm}/_{s}] < \left(\frac{dI}{dt}\right)_{dop}^{P2} = 80\ [^{mm}/_{s}]$$

Wskazówki:

a) Rozwiązanie stosowane w przypadku konieczności zastosowania połączenia torów w łuku z przechyłką, w celu zachowania prędkości w kierunkach zasadniczych.
b) W stosunku do alternatywnego rozwiązania opartego o zastosowanie dwóch rozjazdów łukowych: jednostronnego (Rłj) oraz dwustronnego (Rłd) w prezentowanym układzie nie występuje przypadek przechyłki odwrotnej.
c) Za stykiem krzyżownicy na długości wspólnych podrozjazdnic, możliwe jest wykonanie krzywizny stanowiącej przedłużenie krzywizny występującej w torze odgałęźnym rozjazdu lub zastosowanie odcinka prostego. Zastosowanie innych krzywizn na długości wspólnych podrozjazdnic jest niedozwolone.
d) Większą prędkość przejazdy w kierunku odgałęźnym, można osiągną poprzez wprowadzenie odcinka pośredniego o stałej wartości krzywizny (K_{OP}) mieszczącej się w zakresie krzywizn występujących na rozjazdach przyległych do tego odcinka pośredniego tj. $K_{OP} \in \left(K_{Rz}; K_{Rłj}\right)$, zamiast elementu w postaci krzywej przejściowej.

Przykład Z3-7



Przykład Z3-8

Opis układu: Pojedyncze połączenie torów położonych w łukach współśrodkowych na przechyłce, rozjazdami łukowymi o równych skosach (połączenie torów [1] i [2]), połączonych odcinkiem pośrednim w postaci wstawki prostej.

Uwaga: W przypadku zastosowania w połączeniu rozjazdów łukowych dwustronnych (Rłd) zabudowanych na przechyłce zawsze na jednym z kierunków rozjazdu wystąpi przechyłka odwrotna

Połączenie spełnia wartości graniczne jak dla progu P1.

Odcinek pośredni: Dla połączeń torów o prędkości V=50 km/h minimalna długość elementu pośredniego wynosi $L_{OP,dop}$ = 6,000 m, w rozpatrywanym przypadku długość elementu pośredniego wynosi:

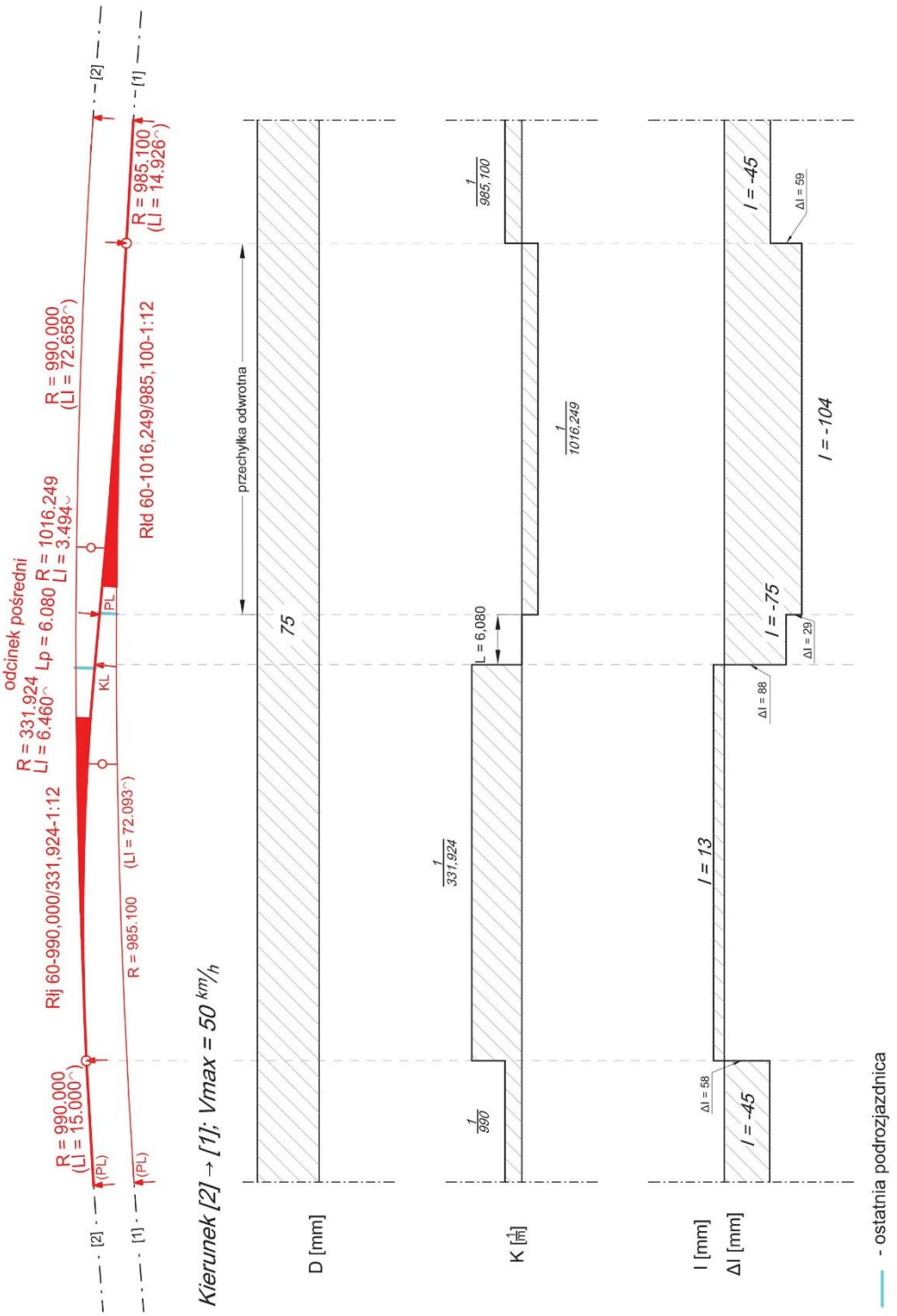
a) kierunek [2]→[1]: L_{OP} = 6,080 m > $L_{OP,dop}$

co oznacza, że warunek został spełniony – nagłe zmiany niedomiaru przechyłki należy rozpatrywać niezależnie dla każdego z łuków tworzących połączenie torów.

Wskazówki:

a) Rozwiązanie stosowane w przypadku konieczności zastosowania połączenia torów w łuku z przechyłką, w celu zachowania maksymalnej prędkości jazdy na kierunku zasadniczym. Alternatywnym do przedstawionego rozwiązaniem jest np. połączenie torów wykonane za pomocą dwóch rozjazdów łukowych jednostronnych (Rłj).
b) W przypadku zastosowania elementu pośredniego mającego krzywiznę o wartości pośredniej pomiędzy krzywiznami torów odgałęźnych rozjazdów, zamiast odcinka prostego teoretycznie możliwe byłoby zwiększenie prędkości przejazdu po kierunku [2]→[1]. Wprowadzenie krzywizny pośredniej zapewniłoby zmniejszenie wartości nagłych zmian niedomiaru przechyłki występujących na styku torów zwrotnych rozjazdów z elementem pośrednim.
c) Zastosowanie w połączeniu torów rozjazdów jednostronnych jest bardziej korzystne, ponieważ łuki skierowane w tym samym kierunku zapewniają ciągłości krzywizny, bez odwrotnych przechyłek.

Przykład Z3-8



Przykład Z3-9

Opis układu: Pojedyncze połączenie torów położonych w łukach współśrodkowych na przechyłce, wykonane z zastosowaniem rozjazdów łukowych o równych skosach: jednostronnym (Rłj 60E1-724,250/295,440-1:12) oraz dwustronnym (Rłd 60E1-720,000/1638,330-1:12) połączonych bezpośrednio za ostatnią wspólną podrozjazdnicą, bez odcinka pośredniego.

Kierunek [1] → [2]: kierunek jazdy, przebiegający po torach odgałęźnych rozjazdów umożliwia jazdę z prędkością V=50 km/h.

Dla założonej prędkości jazdy połączenie na kierunek [1]→[2] spełnia wartości graniczne jak dla progu P2. Przekroczono wartość nagłej zmiany niedomiaru przechyłki dla progu P1:

$$\Delta I_{dop}^{P1} = 110{,}00\ [mm] < \Delta I = 118\ [mm] < \Delta I_{dop}^{P2} = 130\ [mm]$$

Odcinek pośredni: Dla połączeń torów o prędkości V=50 km/h minimalna długość elementu pośredniego $L_{OP,dop}$ = 6,0 m. W rozpatrywanym przypadku rozjazdy połączone są bezpośrednio:

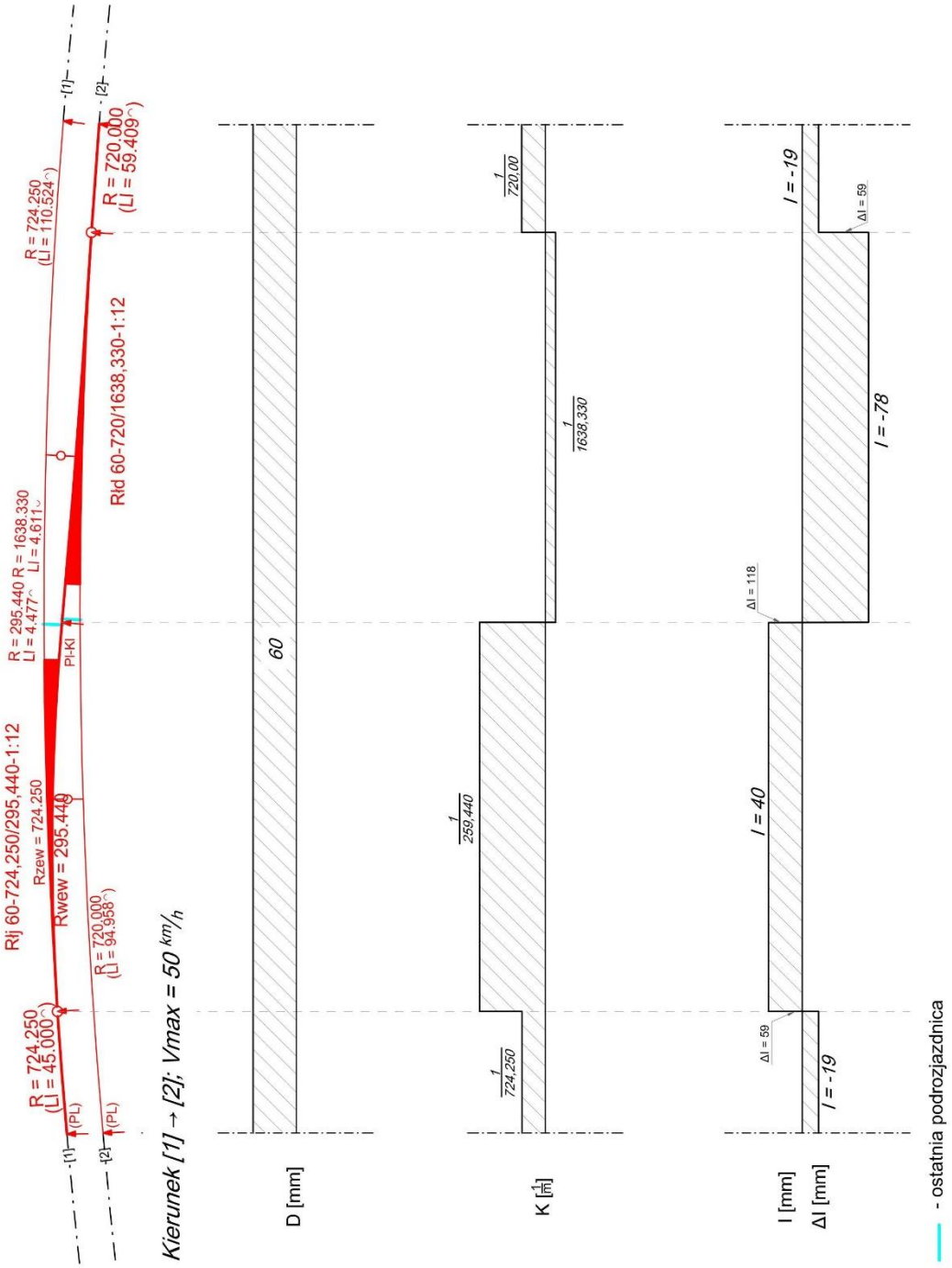
a) L_{OP} = 0,000 m > $L_{OP,\ dop}$

co oznacza, że warunek nie został spełniony - nagłe zmiany niedomiaru przechyłki należy rozpatrywać łącznie dla łuków stycznych tworzących połączenie torów (ΔI = 118 mm).

Wskazówki:

a) Rozwiązanie stosowane w przypadku konieczności zastosowania połączenia torów w łuku z przechyłką, w celu zachowania wymaganej prędkości w kierunkach zasadniczych.
b) Zastosowanie rozjazdu łukowego jednostronnego (Rłj) oraz dwustronnego (Rłd) w prezentowanym układzie powoduje wystąpienie przechyłki odwrotnej.
c) W połączeniach torów w których tory odgałęźne rozjazdów mają krzywizny o przeciwnych znakach, zaleca się stosować odcinek pośredni o krzywiźnie zapewniającej minimalizację wartości nagłej zmiany niedomiaru przechyłki.

Przykład Z3-9



Przykład Z3-10

Opis układu: Pojedyncze połączenie torów położonych w łuku na przechyłce, wykonane z zastosowaniem dwóch rozjazdów łukowych jednostronnych (Rłj 60E1-599,000/334,441-1:14 oraz Rłj 60E1-565,000/2205,820-1:14) połączonych odcinkiem pośrednim stanowiącym przedłużenie łuku toru odgałęźnego jednego z rozjazdów.

Odcinek pośredni: Dla połączeń torów o prędkości V=60 km/h minimalna długość elementu pośredniego $L_{OP,dop}$ = 6,0 m, w rozpatrywanym przypadku długość elementu pośredniego wynosi:

a) kierunek [2]→[1]: L_{OP} = 0,000 m < $L_{OP,dop}$

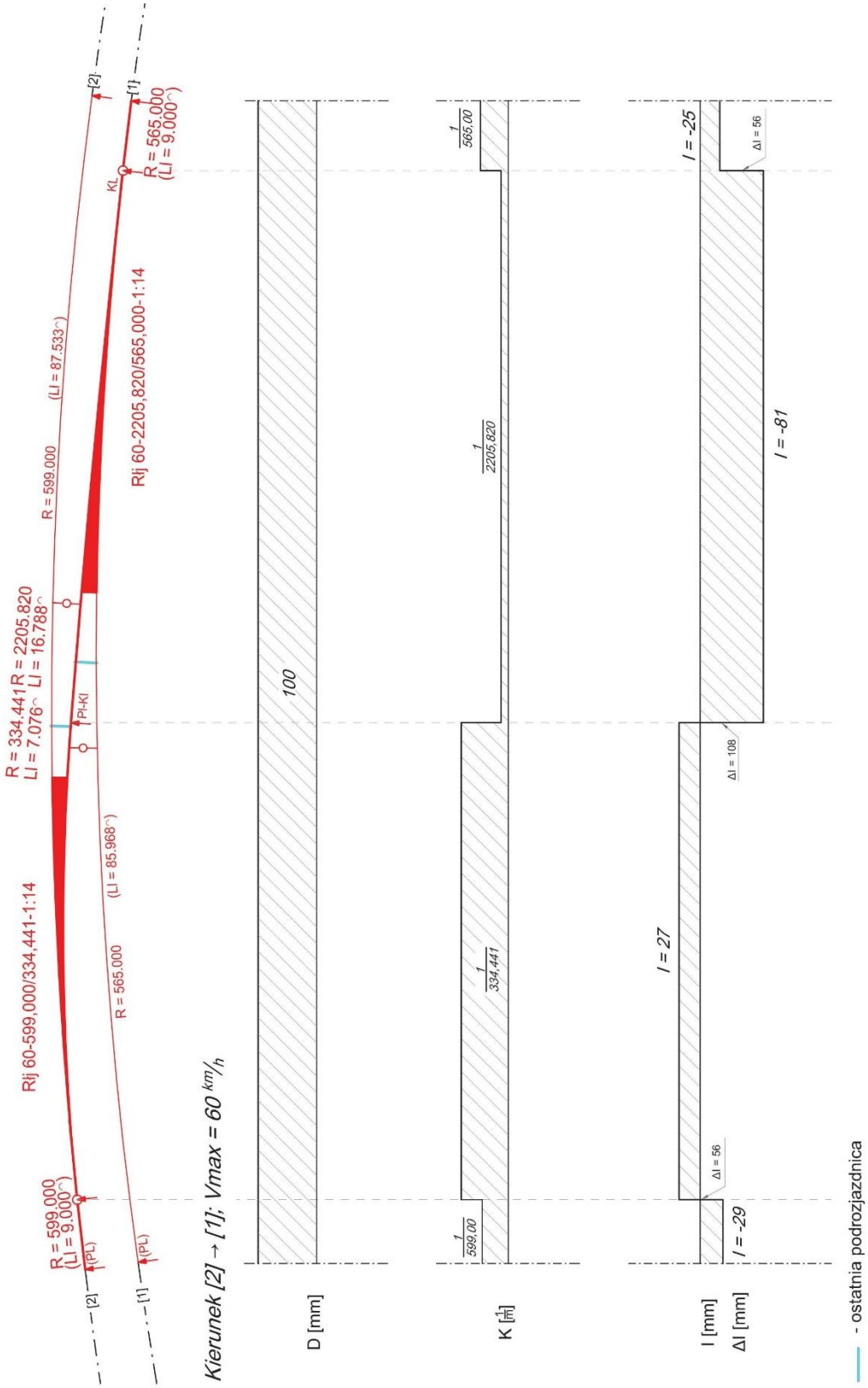
co oznacza, że w połączeniu elementy łączone są bezpośrednio (brak elementu pośredniego). Wobec czego nagłe zmiany niedomiaru przechyłki należy rozpatrywać łącznie dla łuków stycznych tworzących połączenie torów (ΔI = 108 mm).

Dla założonej prędkości jazdy połączenie spełnia wartości graniczne jak dla progu P1.

Wskazówki:

a) Rozwiązanie stosowane w przypadku konieczności zastosowania połączenia torów w łuku z przechyłką, w celu zachowania maksymalnej prędkości w kierunkach zasadniczych.
b) W stosunku do alternatywnego rozwiązania opartego o zastosowanie dwóch rozjazdów łukowych: jednostronnego (Rłj) oraz dwustronnego (Rłd) w prezentowanym układzie nie występuje przypadek przechyłki odwrotnej.
c) Za stykiem krzyżownicy na długości wspólnych podrozjazdnic, możliwe jest wykonanie krzywizny stanowiącej przedłużenie krzywizny występującej w torze odgałęźnym rozjazdu. Zastosowanie innych krzywizn jest niedozwolone.
d) Brak odcinka pośredniego lub niezachowanie minimalnej dopuszczalnej jego długości w połączeniu powoduje występowanie większej wartości nagłej zmiany niedomiaru przechyłki.
e) W połączeniach torów w których zastosowano przechyłkę, niwelety łączonych torów są zależne od siebie. Dla każdego takiego połączenia wymagane jest przeprowadzenie udokumentowanej analizy układu geometrycznego w płaszczyźnie pionowej i poziomej.
f) W przypadku zastosowania rozjazdów tego samego typu o jednakowych skosach, zaleca się stosować połączenie z przedłużeniem toru zwrotnego rozjazdu końcowego, gdy licząc od danego początku rozjazdu szerokość międzytorza się zmniejsza.
g) Nie zaleca się wykonywania połączeń torów za pomocą dwóch rozjazdów łukowych jednostronnych o różnych skosach z uwagi na konieczność zastosowania bardzo szerokiego rozstawu osi torów zasadniczych.

Przykład Z3-10



Przykład Z3-11

Opis układu: Pojedyncze połączenie torów wykonane z zastosowaniem dwóch rozjazdów łukowych symetrycznych (Rłd 60E1-2400,000/2400,875-1:18,5) zapewniające możliwość jazdy w obu kierunkach z identyczną prędkością. Rozjazdy połączone są poprzez element pośredni w postaci wstawki prostej.

Wszystkie kierunki jazdy, tj. [1]→[1], [2]→[2], [2]→[1], umożliwiają jazdę z prędkością V=120 km/h.

Dla założonej prędkości jazdy połączenie spełnia wartości graniczne jak dla progu P0.

Odcinek pośredni: Dla połączeń torów o prędkości V=120 km/h minimalna długość elementu pośredniego $L_{OP,dop} = 0{,}25 \cdot V_{max} = 30{,}000\,m$, w rozpatrywanym przypadku minimalna długość elementu pośredniego wynosi:

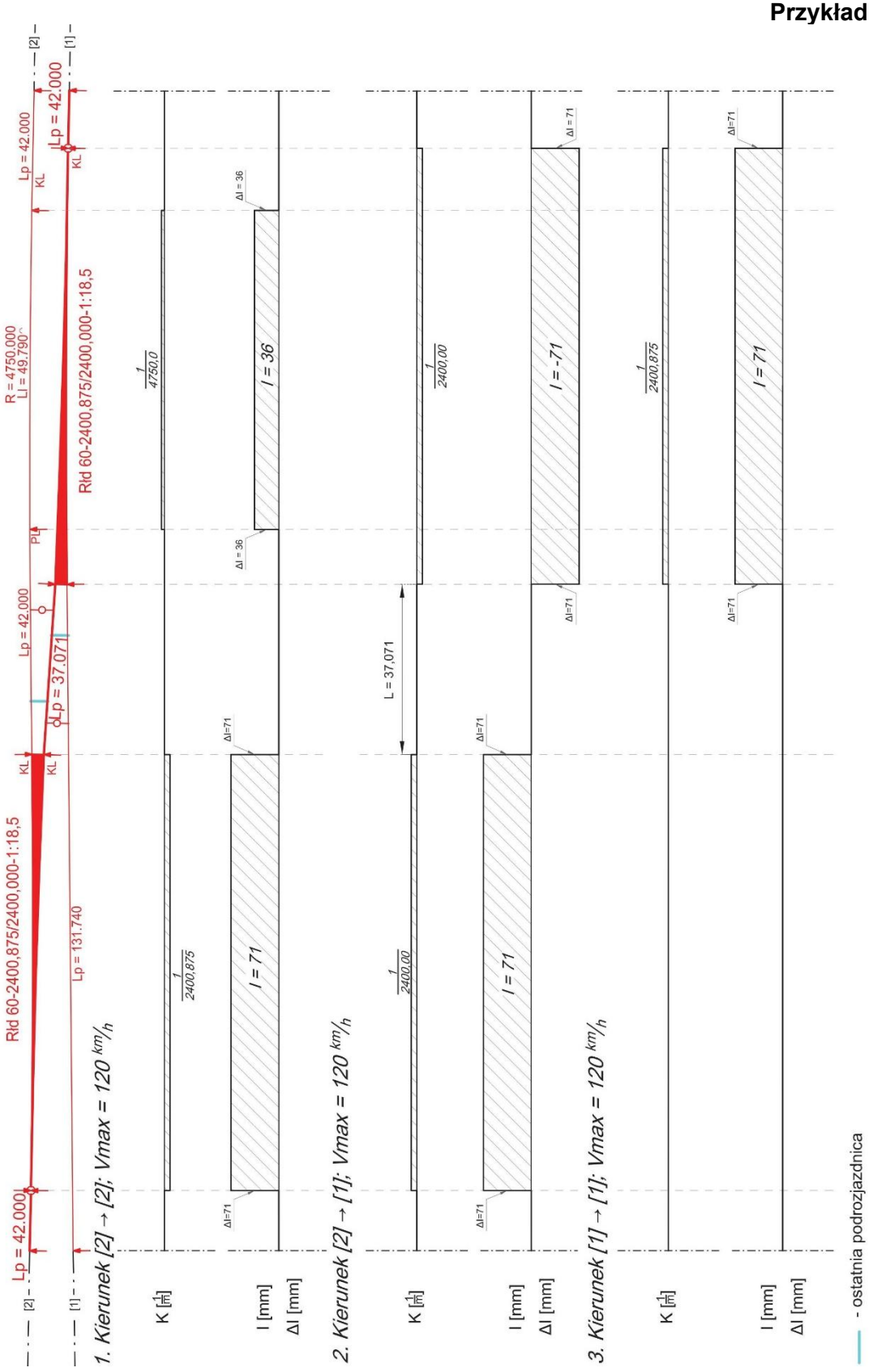
a) na kierunku [2]→[1]: L_{OP} = 37,071 m > $L_{OP,dop}$

co oznacza, że nagłe zmiany niedomiaru przechyłki można rozpatrywać niezależnie dla każdego z elementów wchodzących w połączenie.

Wskazówki:

a) Układy wykonane rozjazdami symetrycznymi zaleca się stosować w połączeniach torów o funkcji węzłowej, w których w obu kierunkach jazdy występuje podobne natężenie ruchu oraz jednakowe prędkości jazdy.

Przykład Z3-11



Przykład Z3-12

Opis układu: Pojedyncze połączenie torów rozjazdami o równych skosach, przy czym jeden z nich ułożony jest na krzywej przejściowej z prostoliniową rampą przechyłkową.

Kierunek [1] → [2]: kierunek jazdy, przebiegający po torach odgałęźnych rozjazdów dla prędkości V=60 km/h. Dla założonej prędkości jazdy połączenie na kierunek [1]→[2] spełnia wartości graniczne jak dla progu P0.

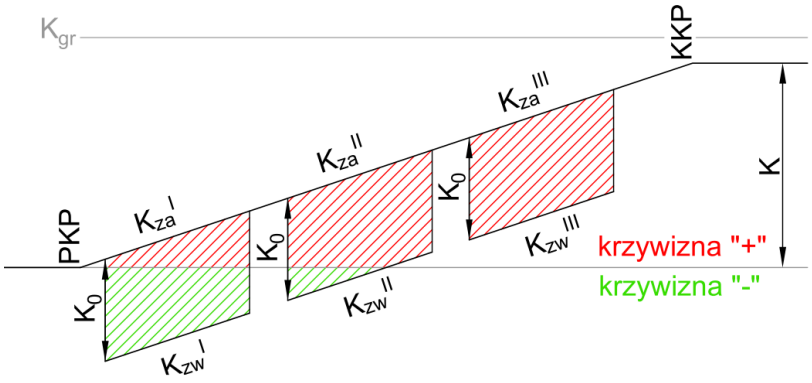
Odcinek pośredni: Dla połączeń torów o prędkości V=60 km/h minimalna długość elementu pośredniego wynosi $L_{OP,dop}$ = 6,0 m, w rozpatrywanym przypadku długość elementu pośredniego wynosi:

a) kierunek [1]→[2]: L_{OP} = 15,603 m > $L_{OP,dop}$

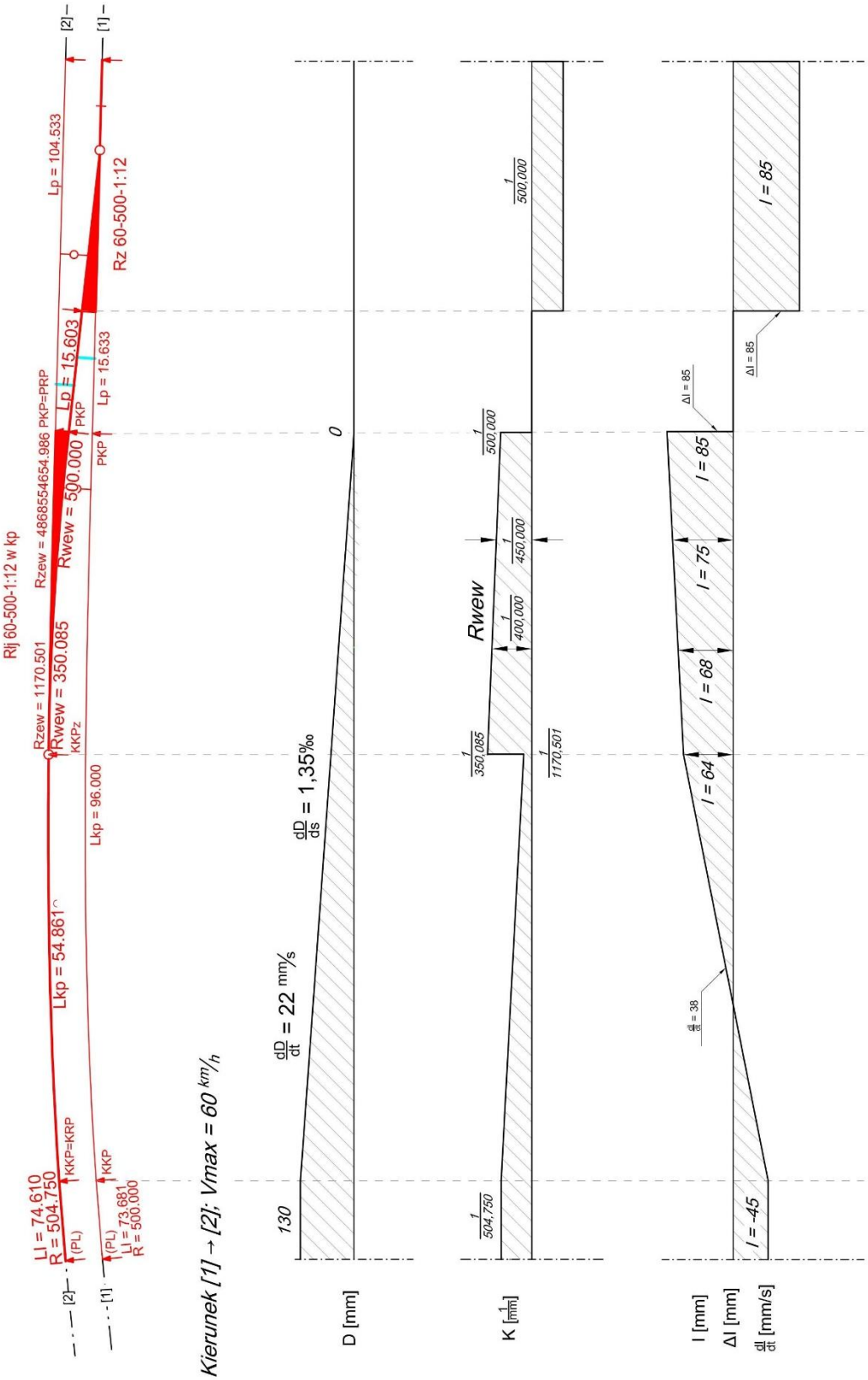
co oznacza, że warunek został spełniony – nagłe zmiany niedomiaru przechyłki można rozpatrywać niezależnie dla każdego z elementów tworzących połączenie torów.

Wskazówki:

a) Układanie rozjazdów na krzywych przejściowych dozwolone jest wyjątkowo w przypadkach, gdzie z uwagi na występujące ograniczenia terenowe lub infrastrukturalne zastosowanie innych rozwiązań spowodowałyby znaczny wzrost nakładów (np. konieczność znacznego wydłużenia równi stacyjnej) lub ograniczyłoby funkcjonalność posterunku ruchu do którego przynależy połączenie (np. poprzez znaczne skrócenie długości użytecznej torów).
b) Dla rozjazdu położonego na krzywej przejściowej należy na planie układu geometrycznego, każdorazowo podawać wartość promienia zasadniczego oraz odgałęźnego na początku jak i końcu rozjazdu.
c) Na całej długości rozjazdu wartość krzywizny musi być mniejsza od krzywizny granicznej (K_{gr}) wskazanej dla danego typu rozjazdu (Tab. 11.9).
d) Krzywizny obu torów w rozjazdach układanych na krzywych przejściowych są od siebie zależne - krzywiznę w dowolnym punkcie toru odgałęźnego (K_{zw}) otrzymamy poprzez odjęcie lub dodanie w odpowiednim punkcie krzywizny toru zasadniczego (K_{za}) i stałej wartości krzywizny rozjazdu podstawowego (K_0).
Uwaga: Krzywizna toru odgałęźnego na całej długości może przyjmować wartość ujemną (Rys. K_{zw}^{I}) lub dodatnią (Rys. K_{zw}^{III}). Niedozwolone jest stosowanie rozjazdów w których krzywizna toru odgałęźnego będzie częściowo dodatnia, a częściowo ujemna (Rys. K_{zw}^{II}).



Przykład Z3-12



Przykład Z3-13

Opis układu: Połączenie torów wykonane z zastosowaniem dwóch rozjazdów łukowych dwustronnych o różnych skosach (Rłd 60E1-600,000/600,920-1:9 i Rłd 60E1-600,000/3004,325-1:12) zwróconych do siebie stykami iglicowymi.

a) Kierunek [1]→[1] – zasadniczy kierunek jazdy, zapewnia możliwość przejazdu z prędkością V=90 km/h. Jazda w kierunku zasadniczym [1]→[1], realizowana jest po stałej wartości krzywizny (R=600,000 m) oraz po stałej wartości przechyłki (D=60 mm), co zapewnia jednolite warunki kinematyczne (brak zmian niedomiaru przechyłki). Dla założonej prędkości jazdy połączenie w kierunek [1]→[1] spełnia wartości graniczne jak dla progu P1.

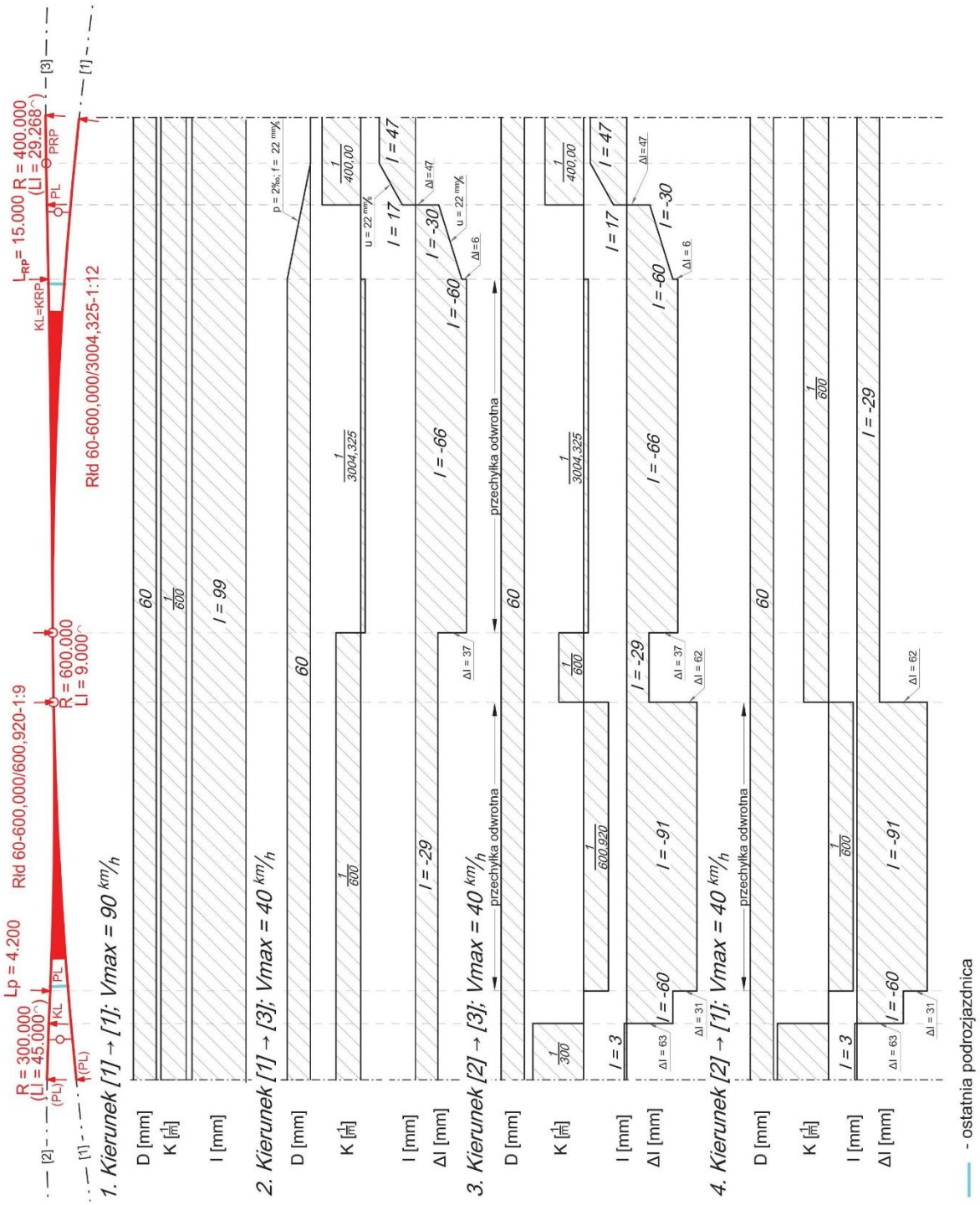
b) Kierunki [1]→[3] oraz [2]→[1] – odgałęźne kierunki jazdy, zapewniające możliwość przejazdy z prędkością V=40 km/h. W połączeniach tych występują nagłe zmiany niedomiaru przechyłki (ΔI) oraz przechyłka odwrotna (-D). Dla założonej prędkości jazdy w kierunkach odgałęźnych [1]→[3] oraz [2]→[1] parametry kinematyczne spełniają wartości graniczne jak dla progu P1.

Odcinek pośredni: Dla połączeń torów o prędkości V=40 km/h minimalna długość elementu pośredniego wynosi $L_{OP,dop} = 6{,}000\,m$, w rozpatrywanym przypadku minimalna długość elementu pośredniego równa jest L_{OP} = 9,000 m co oznacza, że nagłe zmiany niedomiaru przechyłki można rozpatrywać niezależnie dla każdego z elementów wchodzących w połączenie.
Uwaga: Przy założenie, ze tor nr [1] jest torem głównym zasadniczym dla wjazdów i wyjazdów z/na tor nr [1] z kierunku [2] i [3], z uwagi na fakt, że rozjazdy tworzące połączenie są zwrócone do siebie stykami iglicowymi, a łuki kierunków odgałęźnych są skierowane przeciwnie, dodatkowo należy zapewnić minimalną długość odcinka pośredniego spełniającą następujące wymaganie: $L_{OP} \geq \max < 0{,}15 \cdot V; 6{,}00 >$ m. W przykładzie warunek ten został spełniony.

Wskazówki:

a) Prezentowane połączenie, może znaleźć zastosowanie przy przebudowie układów torowych dużych stacji, na których występują ograniczenia terenowe lub infrastrukturalne, a zachodzi konieczność zwiększenia prędkości przejazdu po torach głównych zasadniczych przy zachowaniu możliwości zjazdu/wyjazdu na tor główny zasadniczy z torów głównych dodatkowych lub bocznych.
b) Korzystniejsze parametry eksploatacyjne w przypadku takich połączeń, można uzyskać poprzez bezpośrednie połączenie rozjazdów stykami przediglicowymi, bez odcinak pośredniego - jednak takie rozwiązanie może być stosowane tylko przy połączeniach torów głównych dodatkowych oraz bocznych.

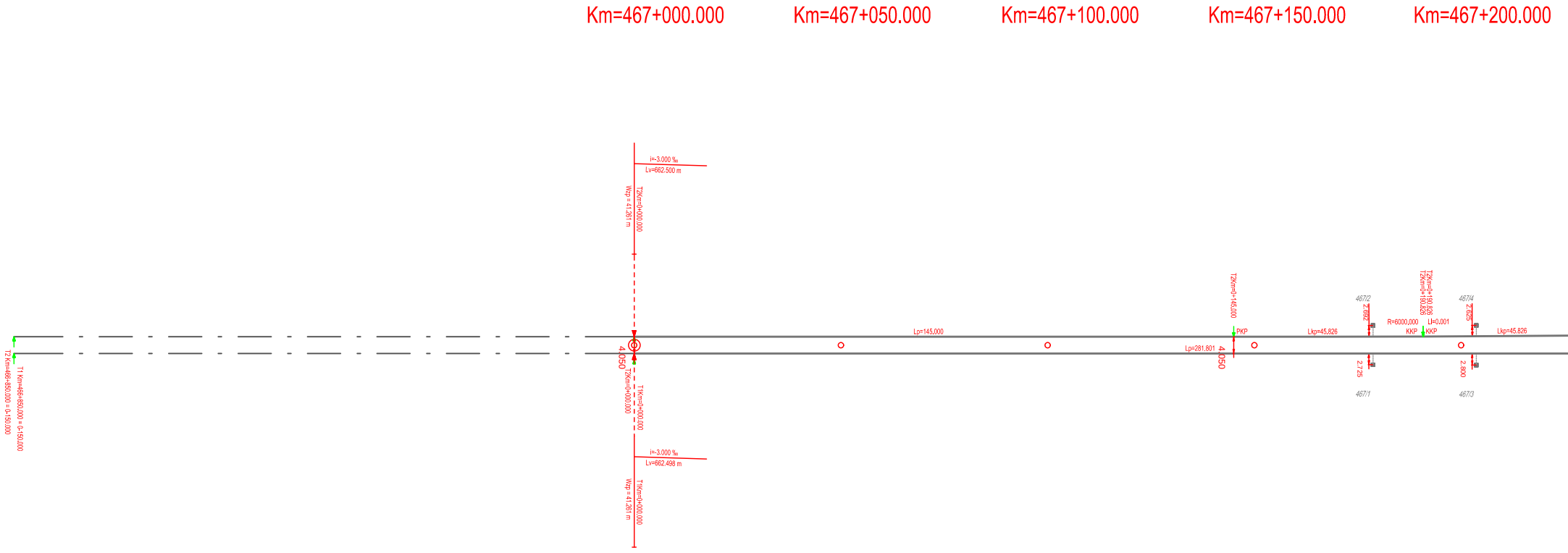
Przykład Z3-13

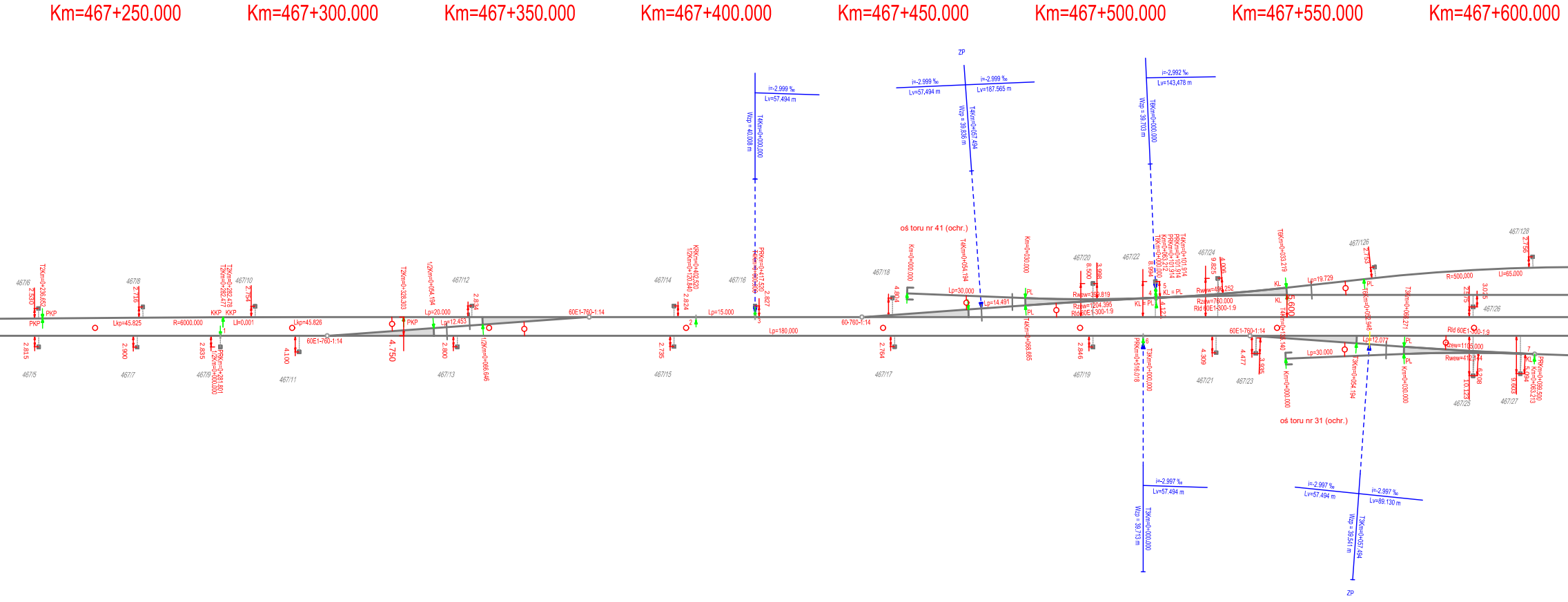


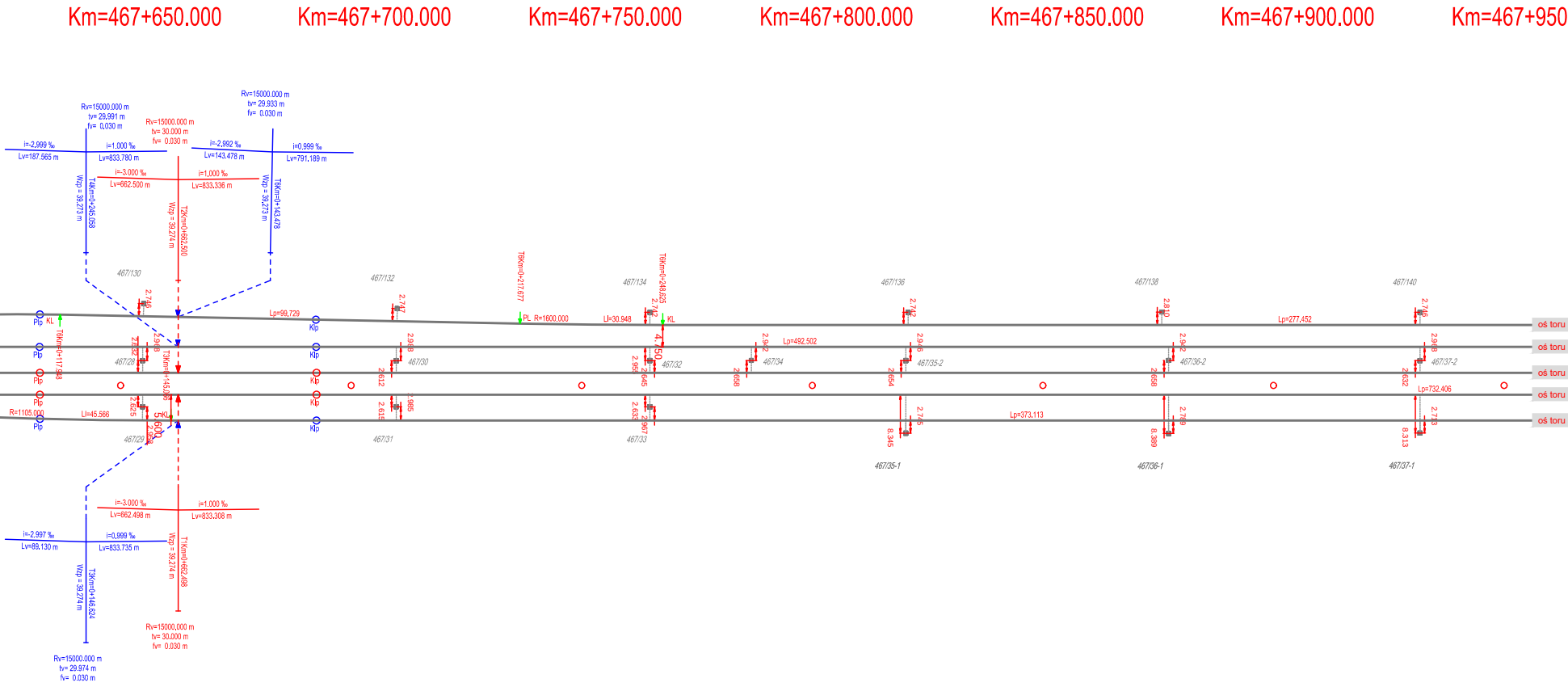
Załącznik 4 – Plan układu geometrycznego torów (informacyjny)

Przykładowy plan (mapę sytuacyjno-wysokościową) przedstawiającą wyłącznie układ geometryczny torów oraz połączeń torów przedstawiono na przykładzie Z4-1.

Uwaga: Plan układu geometrycznego torów oraz połączeń torowych został przedstawiony w celu zobrazowania wykorzystania wymagań wskazanych w niniejszych standardach. Nie może być on wykorzystany, bez właściwego przeliczenia, przy projektowaniu rzeczywistego układu geometrycznego.


Km=467+000.000
Km=467+050.000
Km=467+100.000
Km=467+150.000
Km=467+200.000
i=-3.000 ‰
Lv=662.500 m
Wzp = 41.261 m
T2Km=0+000.000
4.050
T2Km=0+000.000
T1Km=0+000.000
i=-3.000 ‰
Lv=662.498 m
Wzp = 41.261 m
T1Km=0+000.000
T1 Km=466+850.000 = 0-150.000
T2 Km=466+850.000 = 0-150.000
Lp=145,000
T2Km=0+145.000
PKP
Lp=281.801
4.050
Lkp=45.826
467/2
2.692
2.725
467/1
R=6000,000
KKP
T2Km=0+190.826
T2Km=0+190.826
Ll=0.001
KKP
467/4
2.625
2.800
467/3
Lkp=45.826


Km=467+250.000
Km=467+300.000
Km=467+350.000
Km=467+400.000
Km=467+450.000
Km=467+500.000
Km=467+550.000
Km=467+600.000
ZP
i=-2.999 ‰
Lv=57,494 m
i=-2.999 ‰
Lv=187,565 m
i=-2.992 ‰
Lv=143,478 m
i=-2.999 ‰
Lv=57,494 m
Wzp = 40,008 m
T4Km=0+000,000
Wzp = 39,836 m
T4Km=0+057,494
Wzp = 39,703 m
T6Km=0+000,000
oś toru nr 41 (ochr.)
oś toru nr 31 (ochr.)
i=-2.997 ‰
Lv=57,494 m
Wzp = 39,713 m
T3Km=0+000,000
i=-2.997 ‰
Lv=57,494 m
i=-2.997 ‰
Lv=89,130 m
Wzp = 39,541 m
T3Km=0+057,494
ZP
PKP
KKP
R=6000.000
Lkp=45.825
Lkp=45.826
Ll=0.001
60E1-760-1:14
Lp=20.000
Lp=12.453
Lp=15.000
Lp=180.000
60-760-1:14
Lp=30.000
Lp=14.491
Lp=19.729
R=500,000
Ll=65,000
Rzew=760.000
Rld 60E1-300-1:9
Lp=30.000
Lp=12.077
Rzew=1105,000
KL = PL
4.750
5.600
467/5
467/6
467/7
467/8
467/9
467/10
467/11
467/12
467/13
467/14
467/15
467/16
467/17
467/18
467/19
467/20
467/21
467/22
467/23
467/24
467/25
467/26
467/27
467/126
467/128
2.815
2.900
2.835
4.100
2.800
2.735
2.764
2.846
4.309
4.477
2.716
2.754
2.834
2.824
2.827
2.756


Km=467+650.000
Km=467+700.000
Km=467+750.000
Km=467+800.000
Km=467+850.000
Km=467+900.000
Km=467+950
Rv=15000.000 m
tv= 29.991 m
fv= 0.030 m
i=-2,999 ‰
Lv=187.565 m
i=1.000 ‰
Lv=833.780 m
Wzp = 39.273 m
T4Km=0+245.058
Rv=15000.000 m
tv= 30.000 m
fv= 0.030 m
i=-3.000 ‰
Lv=662.500 m
i=1,000 ‰
Lv=833.336 m
Wzp = 39.274 m
T2Km=0+662.500
Rv=15000.000 m
tv= 29.933 m
fv= 0.030 m
i=-2,992 ‰
Lv=143.478 m
i=0.999 ‰
Lv=791.189 m
Wzp = 39.273 m
T6Km=0+143.478
467/130
467/132
467/134
467/136
467/138
467/140
2.746
Plp
KL
Lp=99,729
Klp
T6Km=0+117.948
2.632
2.968
467/28
T3Km=0+145.066
Plp
Klp
Plp
Klp
Plp
Klp
2.625
R=1105.000
Ll=45.566
5.600
KL
2.958
467/29
Plp
Klp
2.747
2.968
467/30
2.612
2.615
2.985
467/31
T6Km=0+217.677
PL
R=1600.000
Ll=30.948
2.742
T6Km=0+248.625
KL
4.750
2.958
2.645
467/32
2.633
2.967
467/33
2.942
Lp=492.502
467/34
2.658
2.742
2.946
467/35-2
2.654
8.345
2.745
467/35-1
Lp=373.113
2.810
2.942
467/36-2
2.658
8.389
2.789
467/36-1
Lp=277.452
2.746
2.968
467/37-2
2.632
Lp=732.406
8.313
2.713
467/37-1
oś toru
oś toru
oś toru
oś toru
oś toru
i=-3.000 ‰
Lv=662.498 m
i=1.000 ‰
Lv=833.308 m
i=-2.997 ‰
Lv=89.130 m
i=0,999 ‰
Lv=833.735 m
Wzp = 39.274 m
T3Km=0+146.624
Wzp = 39.274 m
T1Km=0+662.498
Rv=15000,000 m
tv= 30.000 m
fv= 0.030 m
Rv=15000.000 m
tv= 29.974 m
fv= 0.030 m

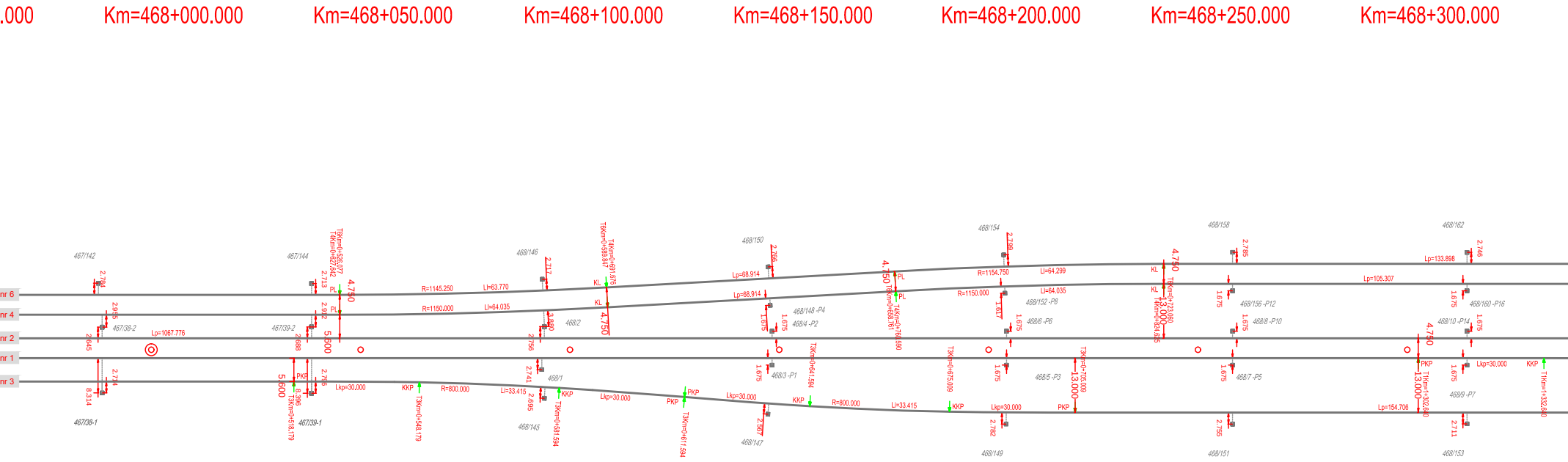
Liniakolejowanr(...)

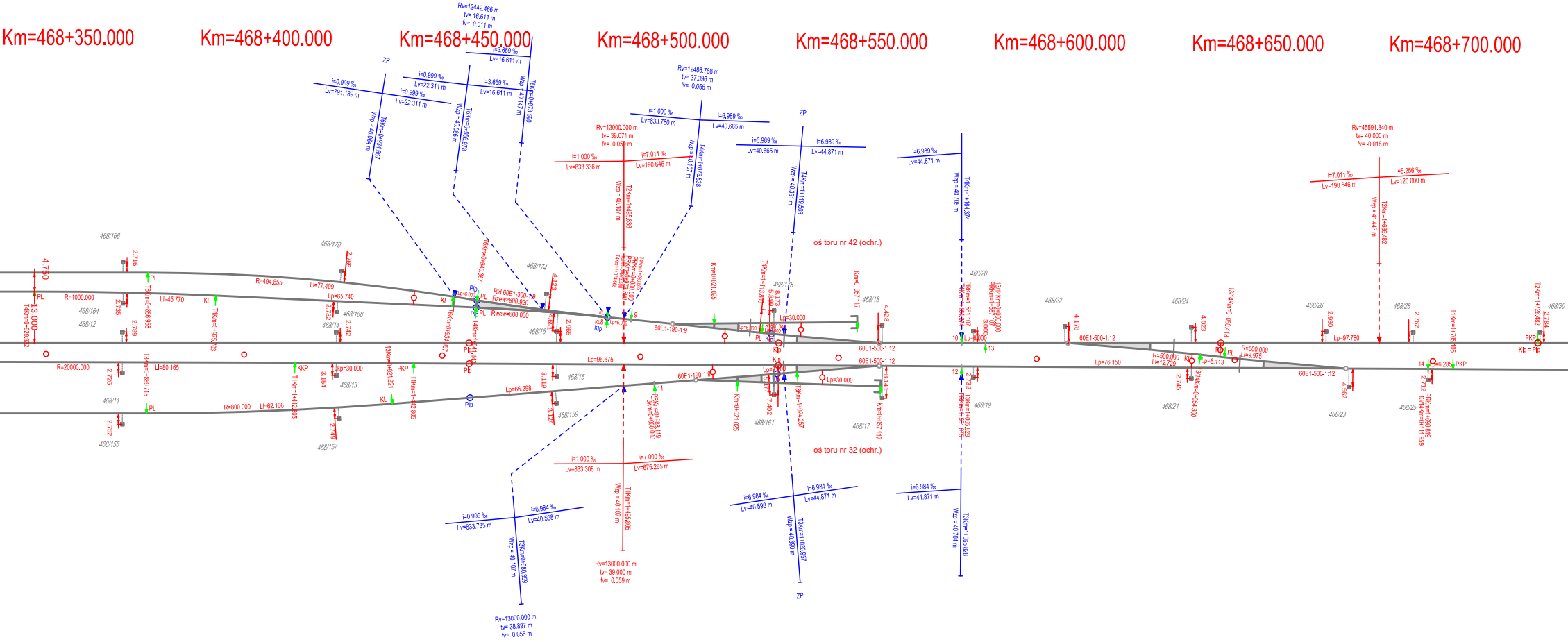
Stacja(...)

Odcinekodkm(...)dokm(...)

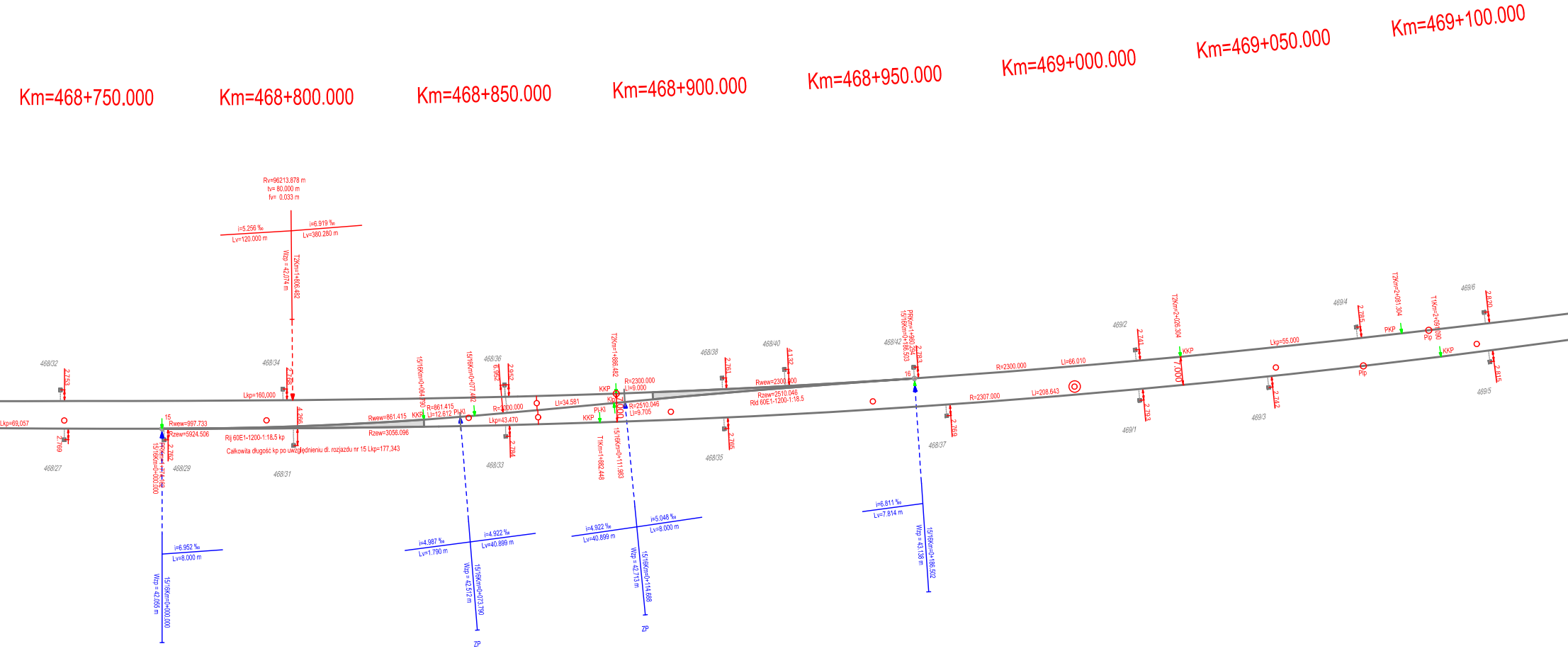
Skala1:500

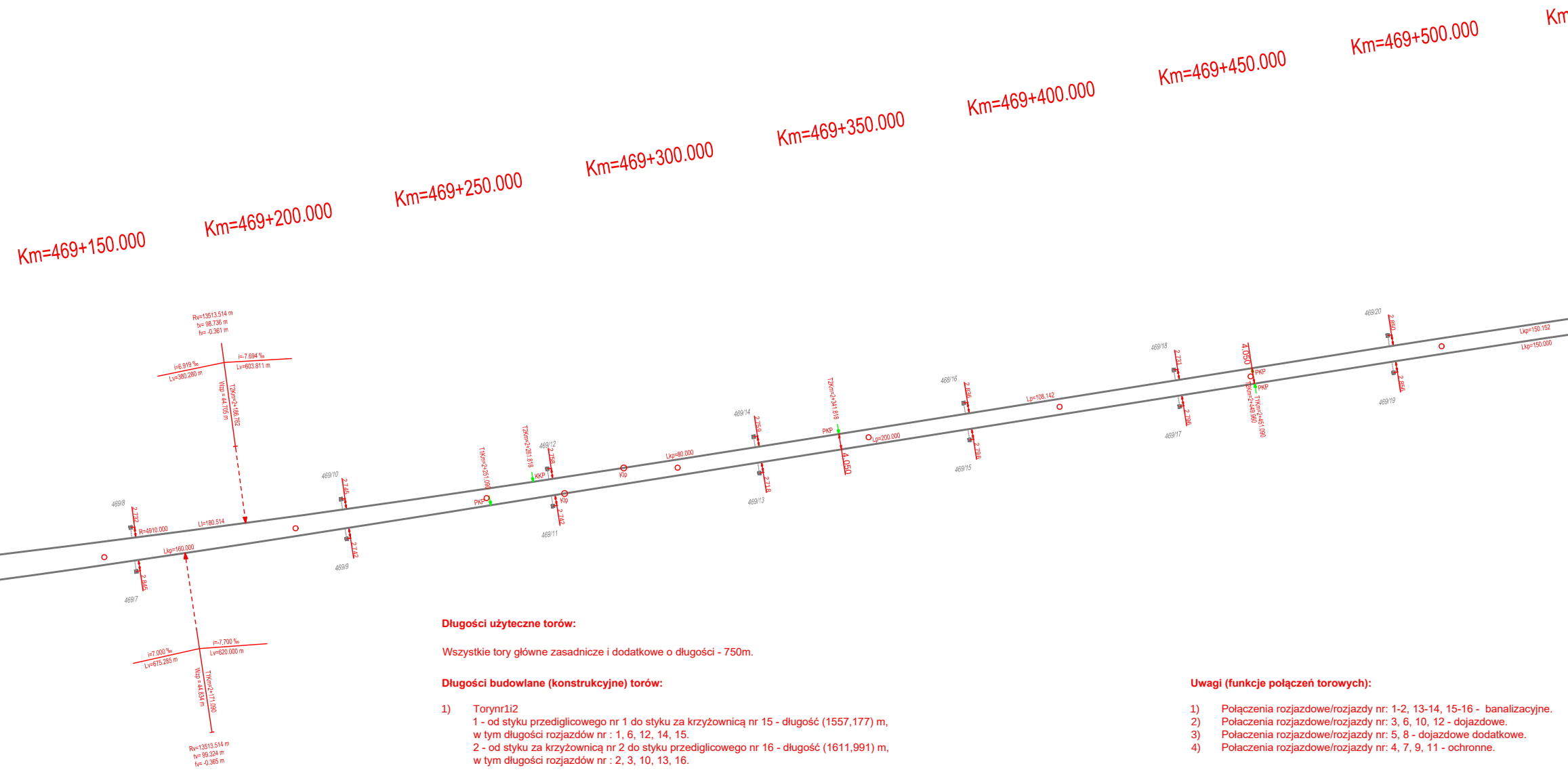
Układ geometryczny torów i połączeń torowych.


.000
Km=468+000.000
Km=468+050.000
Km=468+100.000
Km=468+150.000
Km=468+200.000
Km=468+250.000
Km=468+300.000
nr 6
nr 4
nr 2
nr 1
nr 3
467/142
2.784
2.955
467/38-2
2645
Lp=1067.776
2.744
8.314
467/38-1
467/144
T6Km=0+526.077
T4Km=0+627.642
2.713
PL
4.750
2.912
PL
467/39-2
2688
5.600
5.600
PKP
8.396
T3Km=0+518.179
2.796
467/39-1
Lkp=30.000
KKP
T3Km=0+548.179
R=1145.250
Ll=63.770
R=1150.000
Ll=64.035
R=800.000
Ll=33.415
468/146
2.717
3.880
468/2
2.756
2.741
468/1
2.695
468/145
KKP
T3Km=0+581.594
T6Km=0+589.847
T4Km=0+691.676
KL
KL
4.750
Lkp=30.000
PKP
PKP
T3Km=0+611.594
468/150
2.766
Lp=68.914
Lp=68.914
1.675
1.675
468/148 -P4
468/4 -P2
1.675
468/3 -P1
T3Km=0+641.594
Lkp=30.000
2.567
468/147
KKP
R=800.000
4.750
PL
PL
T6Km=0+658.761
T4Km=0+760.590
Ll=33.415
T3Km=0+675.009
KKP
468/154
2.799
R=1154.750
Ll=64.299
R=1150.000
Ll=64.035
1.617
468/152 -P8
1.675
468/6 -P6
1.675
468/5 -P3
Lkp=30.000
2.782
468/149
PKP
13.000
T3Km=0+705.009
4.750
KL
KL
T6Km=0+723.060
T4Km=0+824.625
13.000
468/158
2.785
1.675
468/156 -P12
1.675
468/8 -P10
1.675
468/7 -P5
2.755
468/151
Lp=105.307
Lp=133.898
468/162
2.746
1.675
468/160 -P16
468/10 -P14
1.675
4.750
PKP
13.000
T1Km=1+302.640
Lp=154.706
1.675
Lkp=30.000
468/9 -P7
2.711
468/153
KKP
T1Km=1+332.640



Km=468+350.000
Km=468+400.000
Km=468+450.000
Km=468+500.000
Km=468+550.000
Km=468+600.000
Km=468+650.000
Km=468+700.000
Rv=12442.466 m
tv= 16.611 m
fv= 0.011 m
ZP
i=0.999 ‰
Lv=791.189 m
i=0.999 ‰
Lv=22.311 m
i=3.669 ‰
Lv=16.611 m
Wzp = 40.054 m
T6Km=0+934.667
T6Km=0+956.978
T6Km=0+973.590
Rv=12486.788 m
tv= 37.396 m
fv= 0.056 m
i=1.000 ‰
Lv=833.780 m
i=6.989 ‰
Lv=40.665 m
T4Km=1+078.838
Rv=13000.000 m
tv= 39.071 m
fv= 0.059 m
i=1.000 ‰
Lv=833.336 m
i=7.011 ‰
Lv=190.646 m
Wzp = 40.107 m
T2Km=1+495.836
ZP
i=6.989 ‰
Lv=40.665 m
i=6.989 ‰
Lv=44.871 m
Wzp = 40.391 m
T4Km=1+119.503
i=6.989 ‰
Lv=44.871 m
Wzp = 40.705 m
T4Km=1+164.374
oś toru nr 42 (ochr.)
Rv=45591.840 m
tv= 40.000 m
fv= -0.018 m
i=7.011 ‰
Lv=190.646 m
i=5.256 ‰
Lv=120.000 m
Wzp = 41.443 m
T2Km=1+686.482
4.750
13.000
T4Km=0+929.932
468/166
2.716
PL
R=1000.000
Ll=45.770
KL
468/164
468/12
2.735
2.769
T6Km=0+856.958
T4Km=0+975.703
R=494.855
Ll=77.409
Lp=65.740
468/170
2.705
2.732
468/14
468/168
2.742
R=20000.000
Ll=80.165
KKP
Llp=30.000
3.154
468/13
T3Km=1+412.805
T1Km=1+412.805
T3Km=0+921.821
PKP
KL
T1Km=1+442.805
R=800.000
Ll=62.106
2.749
468/157
468/11
2.752
468/155
2.726
T3Km=0+859.715
PL
Plp
KL
PL
Rld 60E1-300-1:9
Rzew=600.920
Rwew=600.000
468/174
4.123
4.091
2.965
468/16
Lp=96.675
Lp=66.298
Plp
3.119
468/15
3.127
468/159
60E1-190-1:9
60E1-190-1:9
Km=0+021.025
Lp=30.000
PL
Klp
8.173
468/18
Km=0+057.117
4.428
60E1-500-1:12
60E1-500-1:12
468/161
7.402
Lp=30.000
T3Km=1+024.257
468/17
6.141
Km=0+057.117
oś toru nr 32 (ochr.)
10
13
12
11
14
468/20
468/22
4.178
60E1-500-1:12
Lp=76.150
468/19
2.732
T3Km=1+065.828
468/24
4.023
T3/T4Km=0+060.413
R=500.000
Ll=12.729
Lp=6.113
R=500.000
Ll=9.975
PL
2.745
468/21
T3/T4Km=0+054.300
468/26
2.930
Lp=97.780
468/28
2.762
T1Km=1+705.105
60E1-500-1:12
4.562
468/23
468/25
2.712
T3/T4Km=0+111.959
Lp=6.285
PKP
T2Km=1+728.482
468/30
PKP
Klp = Plp
i=1.000 ‰
Lv=833.308 m
i=7.000 ‰
Lv=675.285 m
Wzp = 40.107 m
T1Km=1+495.805
Rv=13000.000 m
tv= 39.000 m
fv= 0.059 m
i=0.999 ‰
Lv=833.735 m
i=6.984 ‰
Lv=40.598 m
Wzp = 40.107 m
T3Km=0+980.359
Rv=13000.000 m
tv= 38.897 m
fv= 0.058 m
i=6.984 ‰
Lv=40.598 m
i=6.984 ‰
Lv=44.871 m
Wzp = 40.390 m
T3Km=1+020.957
ZP
i=6.984 ‰
Lv=44.871 m
Wzp = 40.704 m
T3Km=1+065.828


Km=468+750.000
Km=468+800.000
Km=468+850.000
Km=468+900.000
Km=468+950.000
Km=469+000.000
Km=469+050.000
Km=469+100.000
Rv=96213.878 m
tv= 80.000 m
fv= 0.033 m
i=5.256 ‰
Lv=120.000 m
i=6.919 ‰
Lv=380.280 m
Wzp = 42.074 m
T2Km=1+806.482
468/32
2.753
468/34
2.768
Lkp=160,000
Lkp=69,057
2.769
468/27
15
Rwew=997.733
Rzew=5924.506
PPKm=1+774.162
15/16Km=0+000.000
2.762
468/29
4.266
Rlj 60E1-1200-1:18.5 kp
Całkowita długość kp po uwzględnieniu dł. rozjazdu nr 15 Lkp=177,343
468/31
Rwew=861.415
Rzew=3056.096
KKP
15/16Km=0+064.790
R=861.415
Ll=12.612
Pl-Kl
15/16Km=0+077.402
468/36
6.952
2.952
R=3000.000
Lkp=43.470
2.784
468/33
Ll=34.581
T2Km=1+886.482
KKP
R=2300.000
Ll=9.000
Klp
7.000
Pl-Kl
KKP
R=2510.046
Ll=9.705
T1Km=1+882.448
15/16Km=0+111.983
468/38
2.761
2.765
468/35
468/40
4.132
Rwew=2300.000
Rzew=2510.046
Rld 60E1-1200-1:18.5
468/42
PRKm=1+960.294
15/16Km=0+186.503
2.783
16
2.769
468/37
R=2300.000
Ll=66.010
R=2307.000
Ll=208.643
469/2
2.741
2.793
469/1
T2Km=2+026.304
KKP
7.000
Lkp=55.000
2.742
469/3
469/4
2.785
T2Km=2+081.304
PKP
T1Km=2+091.090
Plp
Plp
KKP
469/6
2.820
2.815
469/5
i=6.952 ‰
Lv=8.000 m
Wzp = 42.055 m
15/16Km=0+000.000
i=4.987 ‰
Lv=1.790 m
i=4.922 ‰
Lv=40.899 m
Wzp = 42.512 m
15/16Km=0+073.790
ZP
i=4.922 ‰
Lv=40.899 m
i=5.048 ‰
Lv=8.000 m
Wzp = 42.713 m
15/16Km=0+114.688
ZP
i=6.811 ‰
Lv=7.814 m
Wzp = 43.138 m
15/16Km=0+186.502



Km=469+150.000
Km=469+200.000
Km=469+250.000
Km=469+300.000
Km=469+350.000
Km=469+400.000
Km=469+450.000
Km=469+500.000
Km
Rv=13513.514 m
tv= 98.736 m
fv= -0.361 m
i=6.919 ‰
Lv=380.280 m
i=-7.694 ‰
Lv=603.811 m
Wzp = 44.705 m
T2Km=2+186.762
469/8
2.732
R=4910.000
Ll=180.514
Lkp=160.000
2.845
469/7
469/10
2.745
2.742
469/9
i=7.000 ‰
Lv=675.285 m
i=-7.700 ‰
Lv=620.000 m
Wzp = 44.834 m
T1Km=2+171.090
Rv=13513.514 m
tv= 99.324 m
fv= -0.365 m
T1Km=2+251.090
PKP
T2Km=2+261.818
KKP
469/12
2.758
Klp
2.742
469/11
Klp
Lkp=80.000
469/14
2.759
2.718
469/13
T2Km=2+341.818
PKP
4.050
Lp=200.000
468/16
2.836
2.796
469/15
Lp=108.142
469/18
2.731
2.796
469/17
4.050
PKP
PKP
T2Km=2+449.960
T1Km=2+451.090
469/20
2.850
2.856
469/19
Lkp=150.152
Lkp=150.000

Długości użyteczne torów:

Wszystkie tory główne zasadnicze i dodatkowe o długości - 750m.

Długości budowlane (konstrukcyjne) torów:

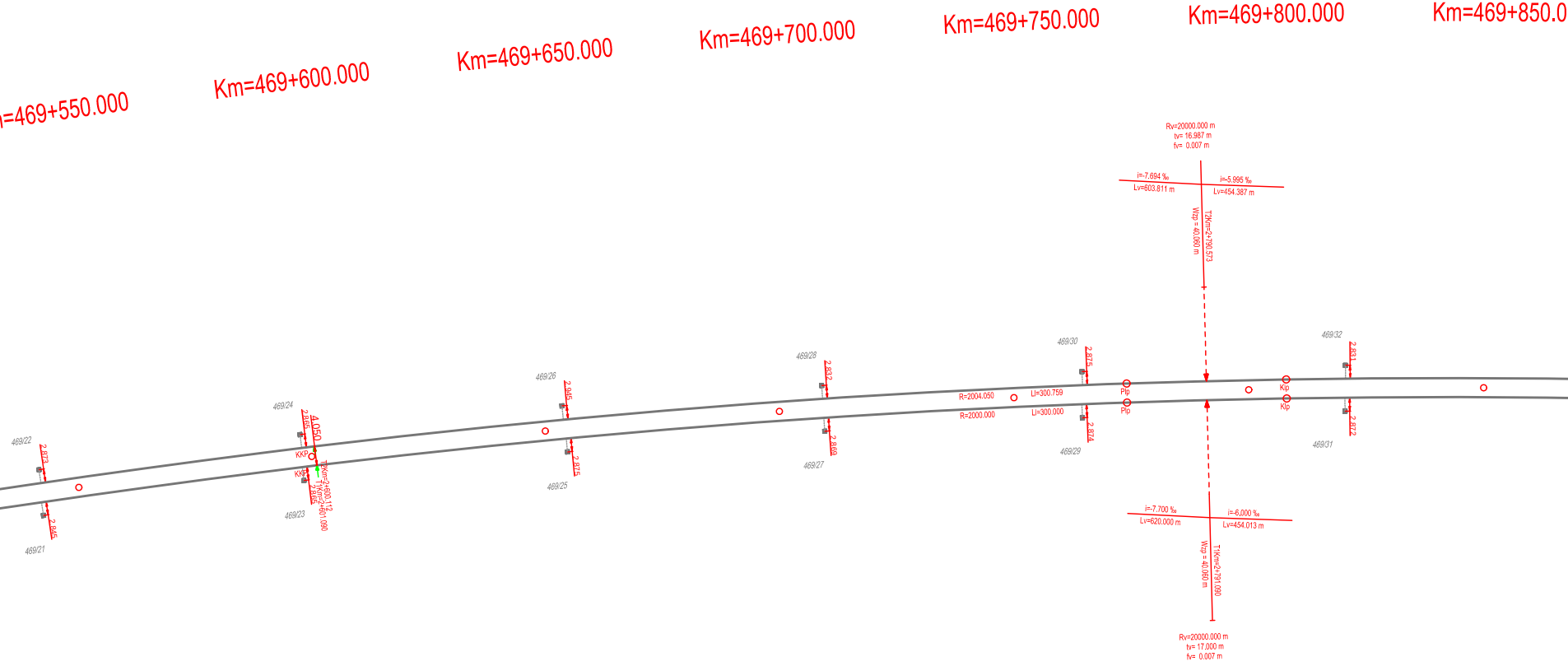
1) Torynr1i2
1 - od styku przediglicowego nr 1 do styku za krzyżownicą nr 15 - długość (1557,177) m,
w tym długości rozjazdów nr : 1, 6, 12, 14, 15.
2 - od styku za krzyżownicą nr 2 do styku przediglicowego nr 16 - długość (1611,991) m,
w tym długości rozjazdów nr : 2, 3, 10, 13, 16.

2) Torynr3,4,6
3 - od styku przediglicowego nr 6 do styku przediglicowego nr 12 - długość (1065,828) m,
w tym długości rozjazdów nr : 6, 7, 11, 12.
4 - od styku za przediglicowego nr 3 do styku przediglicowego nr 10 - długość (1164,374) m,
w tym długości rozjazdów nr : 3, 4, 5, 8, 9, 10.
6 - od styku za przediglicowego nr 5 do styku przediglicowego nr 8 - długość (973,590) m,
w tym długości rozjazdów nr : 5, 8.

3) Torynr31,32,41,42
31, 32, 41, 42 - od styków przediglicowych nr 7, 11, 4, 9 do belek kozłów oporowych - długości odpowiednio:
(63,213)m,(57,117)m,(63,212)m,(57,117)m,
w tym długości rozjazdów nr : 7, 11, 4, 9.

Uwagi (funkcje połączeń torowych):

1) Połączenia rozjazdowe/rozjazdy nr: 1-2, 13-14, 15-16 - banalizacyjne.
2) Połaczenia rozjazdowe/rozjazdy nr: 3, 6, 10, 12 - dojazdowe.
3) Połaczenia rozjazdowe/rozjazdy nr: 5, 8 - dojazdowe dodatkowe.
4) Połaczenia rozjazdowe/rozjazdy nr: 4, 7, 9, 11 - ochronne.


=469+550.000
Km=469+600.000
Km=469+650.000
Km=469+700.000
Km=469+750.000
Km=469+800.000
Km=469+850.0
Rv=20000.000 m
tv= 16.987 m
fv= 0.007 m
i=-7.694 ‰
Lv=603.811 m
i=-5.995 ‰
Lv=454.387 m
Wzp = 40.060 m
T2Km=2+790.573
469/22
2.873
469/21
2.845
469/24
2.865
4.050
KKP
KKP
T2Km=2+600.112
T1Km=2+601.090
2.865
469/23
469/26
2.945
469/25
2.875
469/28
2.832
469/27
2.869
R=2004.050
R=2000.000
Ll=300.759
Ll=300.000
469/30
2.875
469/29
2.874
Plp
Plp
Klp
Klp
469/32
2.831
469/31
2.872
i=-7.700 ‰
Lv=620.000 m
i=-6.000 ‰
Lv=454.013 m
Wzp = 40.060 m
T1Km=2+791.090
Rv=20000.000 m
tv= 17.000 m
fv= 0.007 m

Uwagi(niwelety):

1. W rozjazdach na długości odgałęzienia (- od styku przed iglicami, do styków za krzyżownicą lub do ostatniej wspólnej podrozjazdnicy) poszczególne niwelety określone są w formie łuków pionowych. Na planie wskazano średnie wartości pochyleń podłuznych lub pierwsze/ostatnie pochylenie stycznej do łuku na kierunku odgałęźnym.
2. Nie wskazane na planie wartości pochyleń podłużnych na długości kierunków odgałęźnych wybranych rozjazdów/połaczeń można wyznaczyć jako iloczyn pochylenia podłużnego na kierunku zasadniczym i wartości funkcji cos: kąta rozjazdu (α_r) lub kąta na ost. wspólnej podrozjazdnicy ($\alpha_{ost.\ podr.}$).
3. Wysokości punktów niwelety połączeń torowych rozjazdami 1-2, 13-14 oraz torów ochronnych nr 31, 32, 41, 42 - zgodne z odpowiednimi wysokościami torów nr 1 i 2 (w przekroju poprzecznym).
4. Niweleta połączenia torowego rozjazdami 15-16 - indywidualna, kierunki odgałęźne rozjazdów określone są w formie łuków pionowych.
5. Indywidualne przebiegi toków szynowych rozjazdów 15-16 przedstawiono na planie wysokościowym połączenia torowego, w przykładzie Z5-5 stanowiącym załącznik do ST-T1-A6

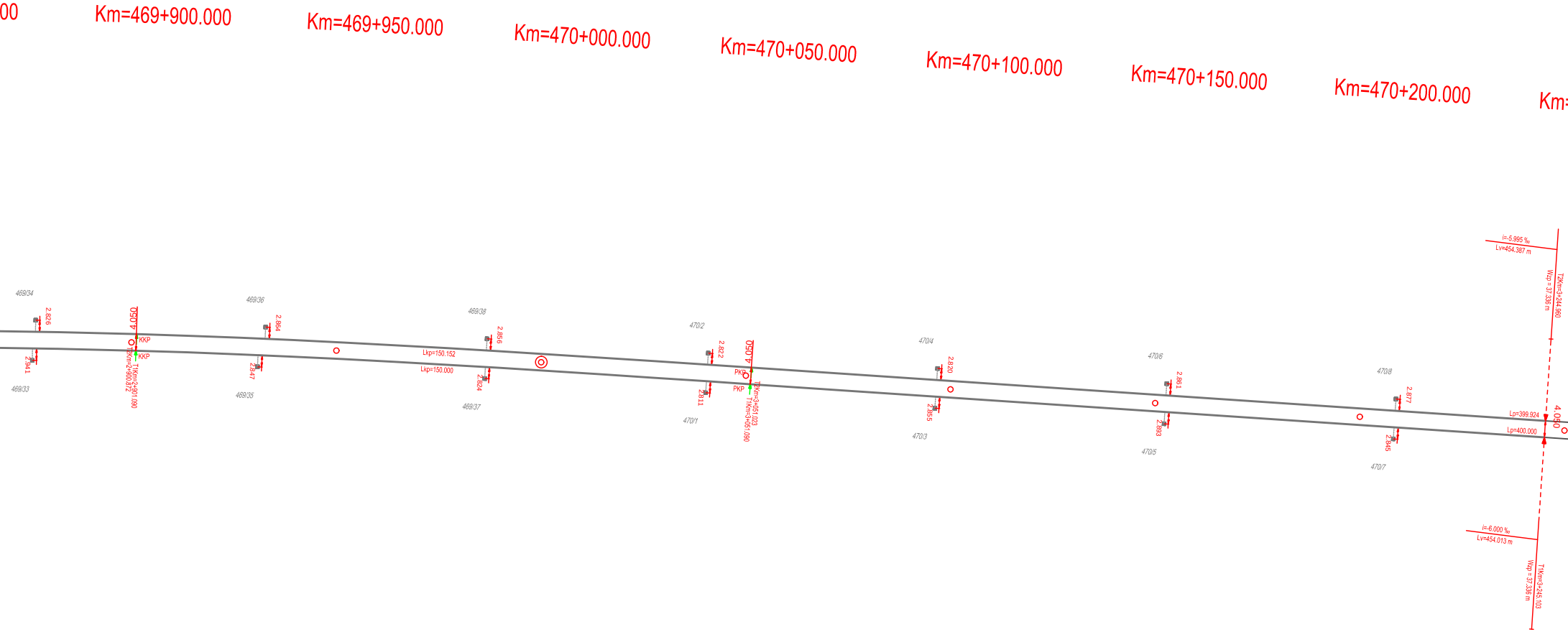
Uwagi:

1. Wartości zastosowanych w układzie geometrycznym torów i połączeń torowych przechyłek przedstawiono w wykazie znaków regulacji/planie stabilizacji osi oraz na profilu podłużnym danego toru.
2. Wartości krzywizn w układzie geometrycznym torów i połączeń torowych przedstawiono w wykazie znaków regulacji/planie stabilizacji osi oraz na profilu podłużnym danego toru.
3. Wartości strzałek i schemat utwierdzenia cięciw na znakach regulacji osi dla układu geometrycznego torów i połączeń torowych przedstawiono w wykazie znaków regulacji/planie stabilizacji osi danego toru/połączenia torowego.
4. Wysokości n.p.m. i współrzędne w obowiązującym układzie odniesienia znaków regulacji osi torów i połączeń torowych przedstawiono w wykazie znaków regulacji/planie stabilizacji osi.
5. Współrzędne punktów głównych układu geometrycznego torów i połączeń torowych - w obowiązującym układzie odniesienia - przedstawiono w wykazie znaków regulacji/planie stabilizacji osi.

Uwa

1.

2.


00
Km=469+900.000
Km=469+950.000
Km=470+000.000
Km=470+050.000
Km=470+100.000
Km=470+150.000
Km=470+200.000
Km=
469/34
469/33
2.826
2.941
4.050
KKP
KKP
T1Km=2+901.090
T2Km=2+900.872
469/36
469/35
2.864
2.847
Lkp=150.152
Lkp=150.000
469/38
469/37
2.856
2.824
470/2
470/1
2.822
2.811
4.050
PKP
PKP
T2Km=3+051.023
T1Km=3+051.090
470/4
470/3
2.820
2.855
470/6
470/5
2.861
2.893
470/8
470/7
2.877
2.845
Lp=399.924
Lp=400.000
4.050
i=-5.995 ‰
Lv=454.387 m
Wzp = 37.336 m
T2Km=3+244.960
i=-6.000 ‰
Lv=454.013 m
Wzp = 37.336 m
T1Km=3+245.103

agi:

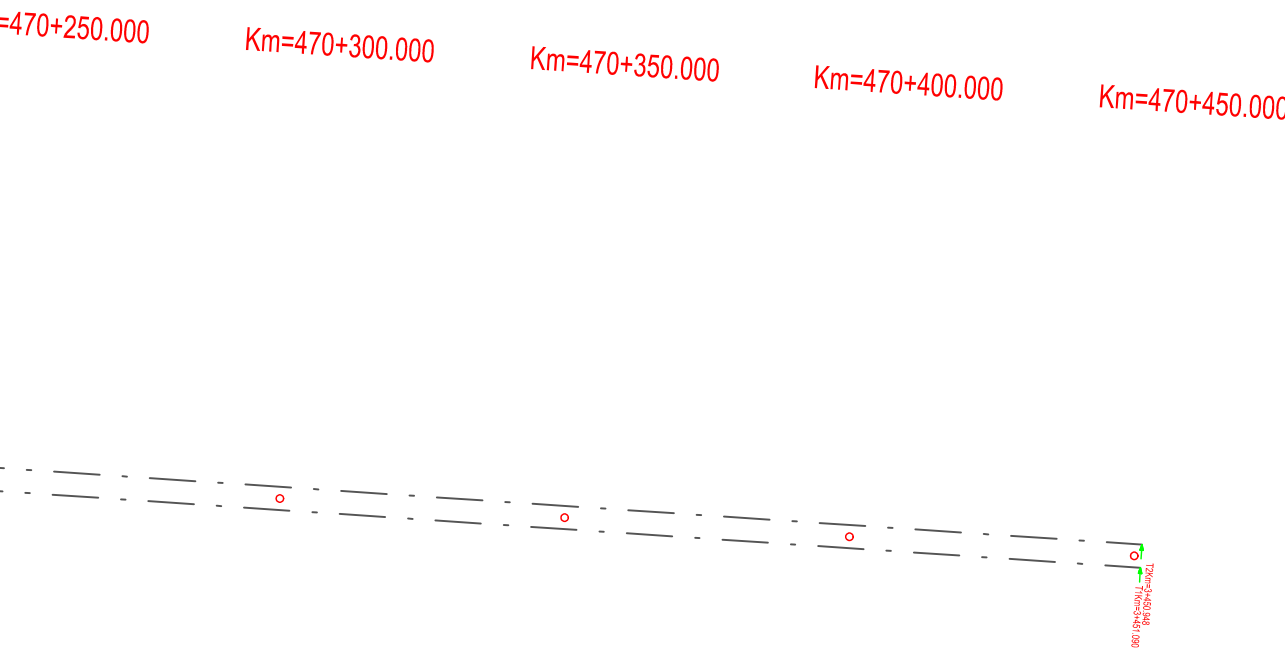
Układ geometryczny każdego toru i połączenia torowego opracowany na podstawie indywidualnego pikietażu (do celów projektowych), przy czym:

a. tory główne zasadnicze nr 1 i 2 rozpoczynają się pikietą 0+000,000 w punkcie odpowiadającym kilometrowi eksploatacyjnemu linii 467+000,000, a kończą w kilometrze eksploatacyjnym linii równym 470+250,000.
   Uwaga: pikietaż do celów projektowych torów nr 1 i 2 nie jest tożsamy z kilometracją eksploatacyjną linii.
b. pozostałe tory otrzymują pikietaże do celów projekotwych rozpoczynające/kończace się w punktach charakterystcznychopikiecie"0+000,000".

W punktach połączenia projektowanego układu geoemtrycznego z układem istniejącym (początek opracowania - km 467+000.000 i koniec opracowania - km 470+250.000), funkcje opsiujące elementy styczne obu układów w płaszczyźnie poziomej są tożsame oraz mają zgodny kierunek (azymut).

Wykaz przechyłek w torach i połączeniach torów

Tornr1	odkm1+882,448dokm2+091,090 D=50	odkm2+601,090dokm2+901,090 D=95	
Tornr2	odkm1+886,482dokm2+026,304 D=50	odkm2+081,304dokm2+261,818 D=50	odkm2+600,112dokm2+900,872 D=95
Połączenie torów nr 1 i 2 rozjazdami nr15-16	maxD=50		
Tornr3	odkm0+548,179dokm0+581,594 D=20	odkm0+641,594dokm0+675,009 D=20	
Pozostałe tory i połączenia D = 0			


=470+250.000
Km=470+300.000
Km=470+350.000
Km=470+400.000
Km=470+450.000
T2Km=3+450.948
T1Km=3+451.090

Wykaz prędkości maksymalnych z uwagi na układ geometryczny

Tornr1	160kmh	----
Tornr2	160kmh	-----
Tornr3	od początku rozjazdu nr 6 do końca rozjazdunr12-80kmh	od początku rozjazdu 12 do końca rozjazdunr12-60kmh
Tornr4	od począku rozjazdu nr 3 do końca rozjazdunr8-80kmh	od początku rozjazdu nr 10 do końca rozjazdunr8-60kmh
Tornr6	od początku rozjazdu nr 5 do początku rozjazdunr8-60kmh	----
Połączenie 1 - 2	80kmh	----
Połączenie 13 - 14	60kmh	----
Połączenie 15 - 16	100kmh	----

Załącznik 5 – Plan wysokościowy (informacyjny)

Dla każdego połączenia torów, w którym zastosowano przechyłkę (D ≠ 0 mm), wymagane jest sporządzenie planu wysokościowego tzn. przeprowadzenie udokumentowanej analizy układu geometrycznego w płaszczyźnie pionowej i poziomej.

W niniejszym załączniku przedstawiono przykładowe realizacje planu wysokościowego:

- **Przykład Z5-1**: Rozgałęzienie torów na przechyłce o stałej wartości, w którym niwelety toru zasadniczego i toru odgałęźnego, bezpośrednio za rozgałęzieniem, położone są na różnych wysokościach.

- **Przykład Z5-2**: Rozgałęzienie torów na przechyłce o stałej wartości, w którym niwelety toru zasadniczego i toru odgałęźnego, bezpośrednio za rozgałęzieniem są zgodne co do wysokości. W połączeniu występuje rampa przechyłkowa usytuowana w torze odgałęźnym za rozjazdem.

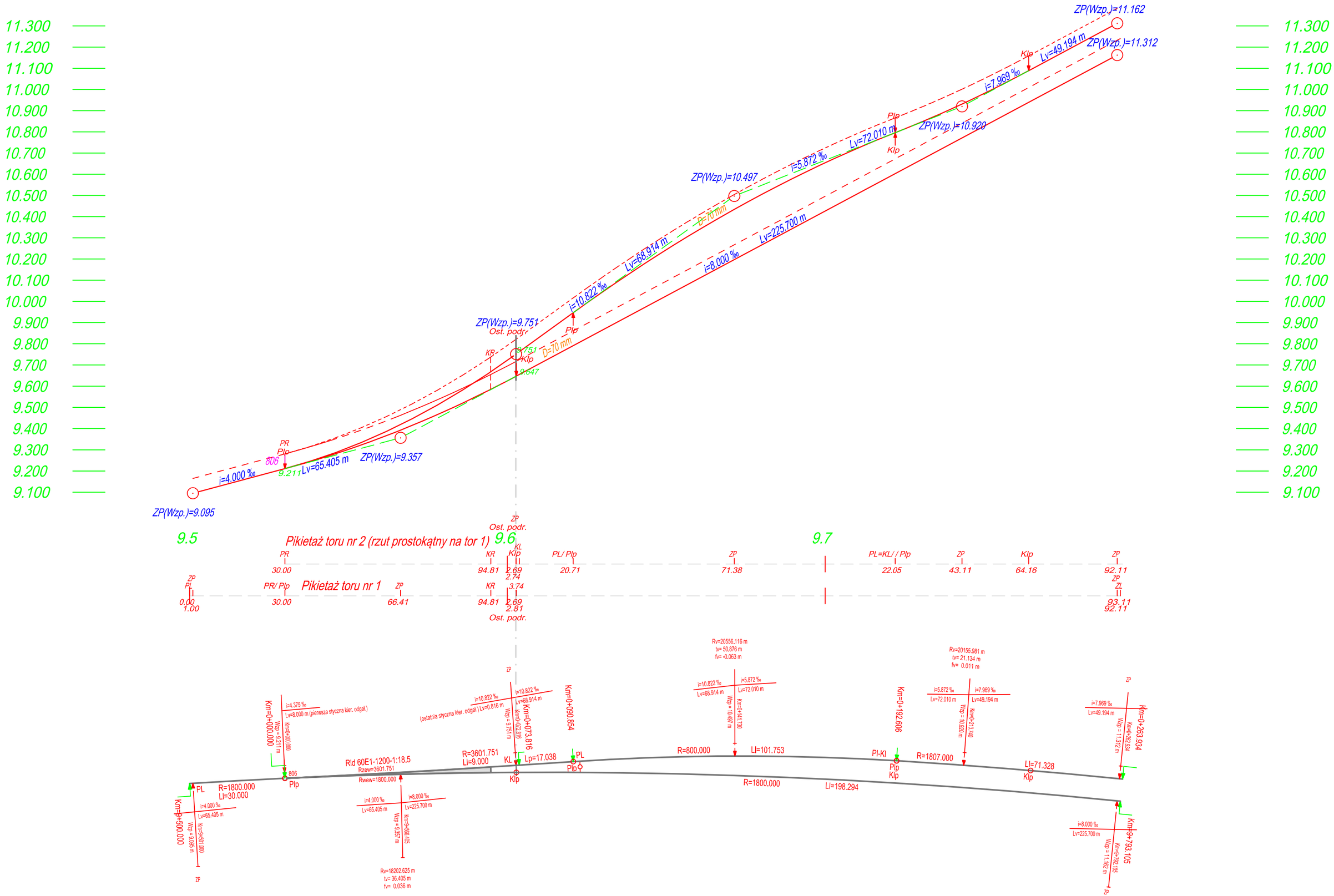
- **Przykład Z5-3**: Połączenie torów na przechyłce o stałej wartości, w którym niwelety torów przed oraz za połączeniem są zgodne co do wysokości.

- **Przykład Z5-4**: Przykładowe połączenie torów głównego zasadniczego z głównym dodatkowym, położonych na zgodnej niwelecie, zabezpieczone połączeniem ochronnym. Przechyłka o stałej wartości występuje w torze głównym zasadniczym. W torze głównym dodatkowym przechyłka nie występuje, za wyjątkiem połączenia torów, w którym jej zmiana realizowana jest na rampie przechyłkowej rozpoczynającej się przed początkiem rozjazdy nr 804 (rozjazd ochronnego) i przebiega na jego całej długości.

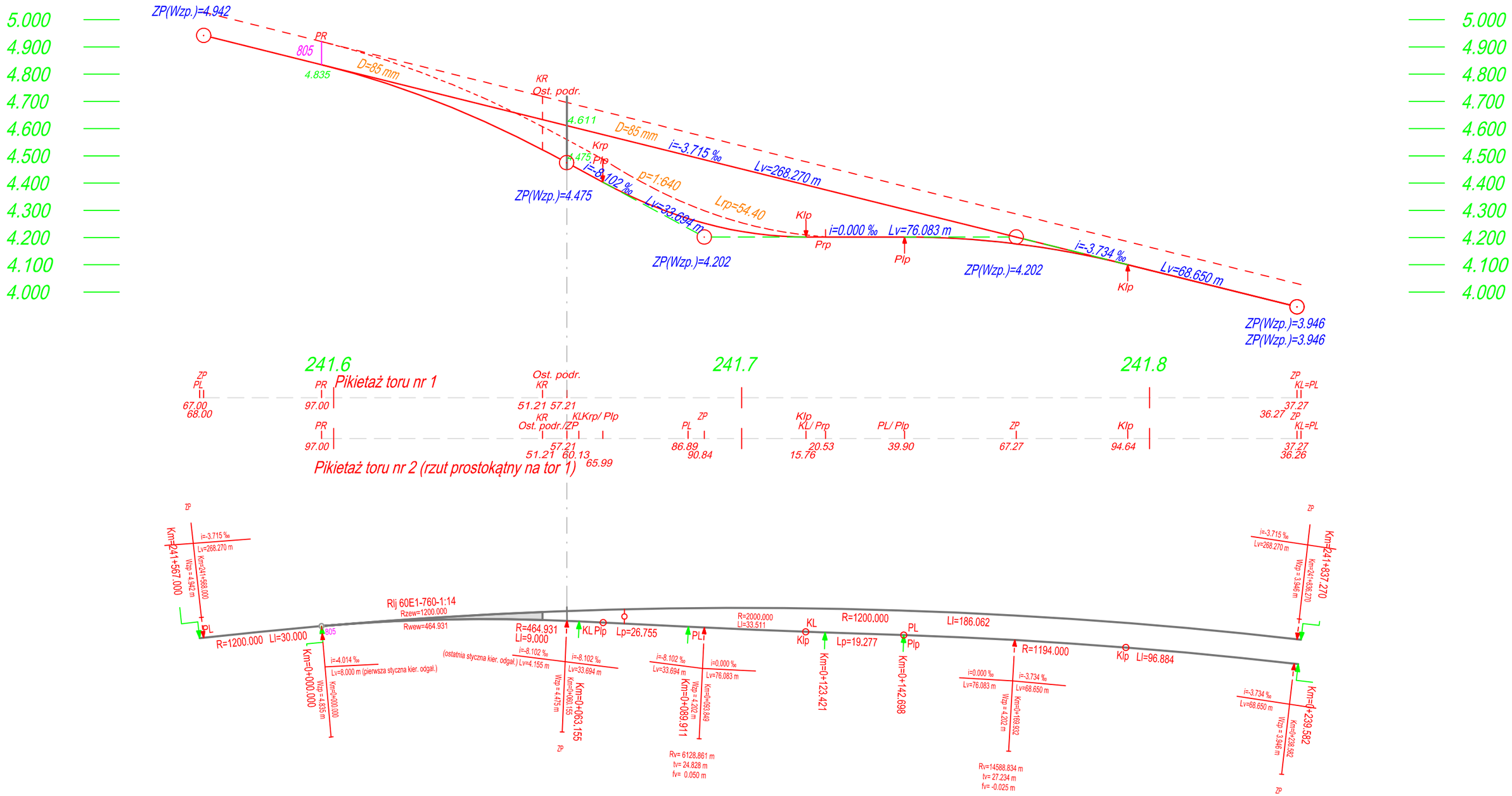
- **Przykład Z5-5**: Połączenie torów rozjazdami łukowymi, w którym:
  a) rozjazd nr 16 usytuowany jest na przechyłce o stałej wartości,
  b) rozjazd nr 15 położony jest na rampie przechyłkowej i krzywej przejściowej.

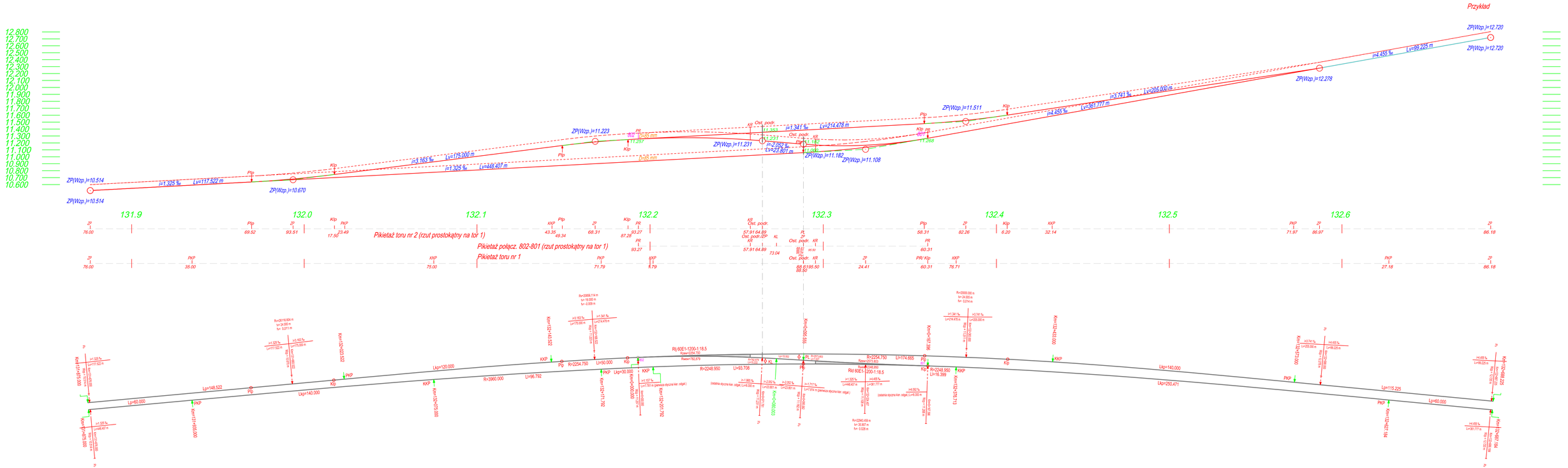
  Niwelety torów przed oraz za połączeniem są zgodne, co do wysokości. Przykład ten stanowi plan wysokościowy połączenia torów, rozjazdami nr 15 i 16, przedstawionego w załączniku 4.

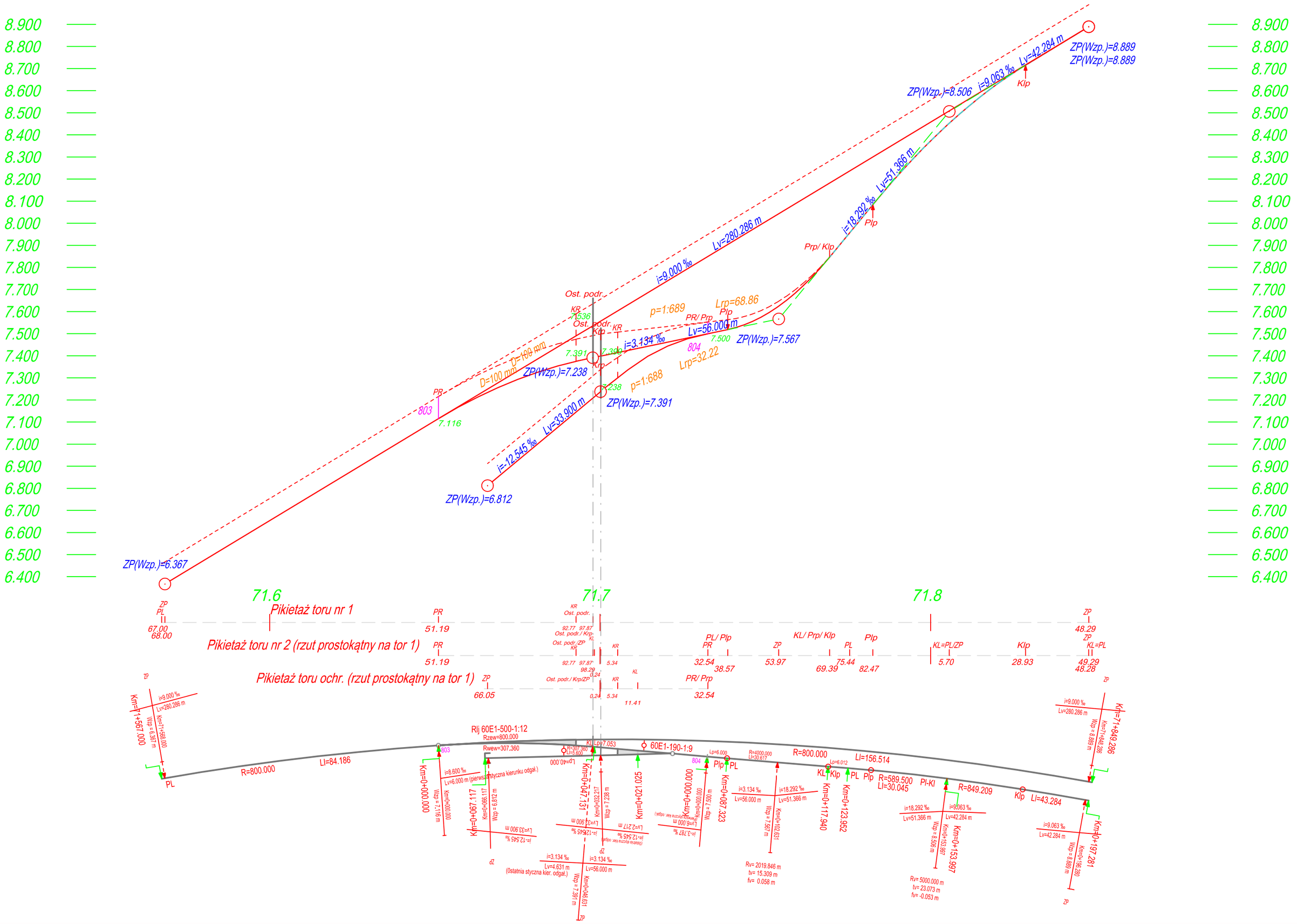
Uwaga: Wszystkie przedstawione przykłady planów wysokościowych mają charakter informacyjny i nie mogą, bez właściwego przeliczenia, zostać wykorzystanie przy projektowaniu rzeczywistego układu geometrycznego.



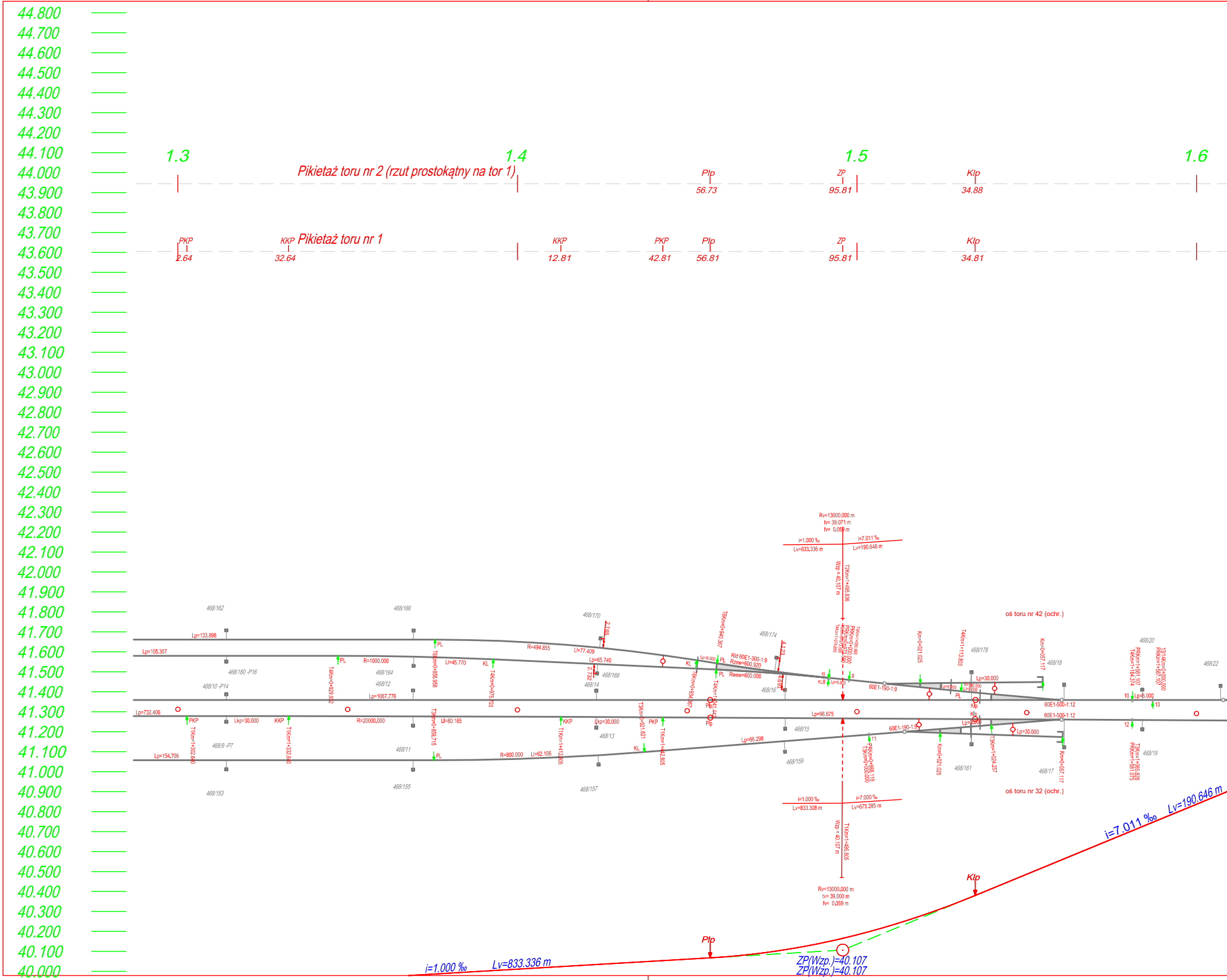
ZP(Wzp.)=11.162
ZP(Wzp.)=11.312
Lv=49.194 m
i=7.969 ‰
ZP(Wzp.)=10.920
Lv=72.010 m
i=5.872 ‰
ZP(Wzp.)=10.497
D=70 mm
Lv=68.914 m
i=10.822 ‰
Lv=225.700 m
i=8.000 ‰
ZP(Wzp.)=9.751
Ost. podr.
D=70 mm
i=4.000 ‰
Lv=65.405 m
ZP(Wzp.)=9.357
ZP(Wzp.)=9.095
Pikietaż toru nr 2 (rzut prostokątny na tor 1)
Pikietaż toru nr 1
Ost. podr.
Rld 60E1-1200-1:18.5
R=1800.000
Ll=30.000
R=3601.751
Ll=9.000
Lp=17.038
R=800.000
Ll=101.753
R=1807.000
Ll=71.328
R=1800.000
Ll=198.294
Km=0+000.000
Km=0+073.816
Km=0+090.854
Km=0+192.606
Km=0+263.934
Km=9+500.000
Km=9+793.105

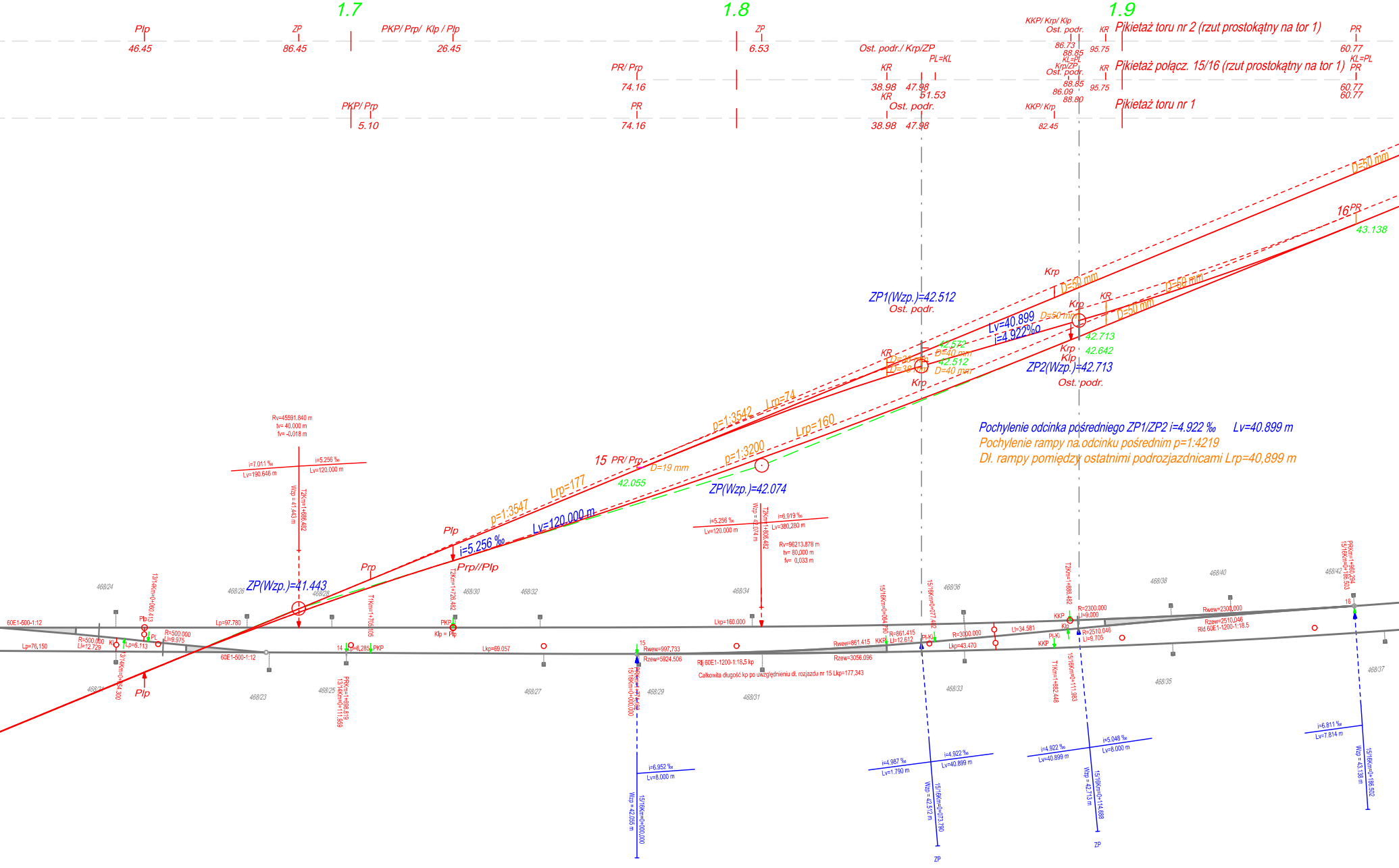

5.000
4.900
4.800
4.700
4.600
4.500
4.400
4.300
4.200
4.100
4.000
ZP(Wzp.)=4.942
PR
805
4.835
D=85 mm
KR
Ost. podr.
4.611
D=85 mm
i=-3.715 ‰
Lv=268.270 m
Krp
4.475 Plp
i=-8.102 ‰
p=1:640
Lrp=54.40
Lv=33.694 m
ZP(Wzp.)=4.475
ZP(Wzp.)=4.202
Klp
Prp
i=0.000 ‰
Lv=76.083 m
Plp
ZP(Wzp.)=4.202
i=-3.734 ‰
Klp
Lv=68.650 m
ZP(Wzp.)=3.946
ZP(Wzp.)=3.946
241.6
241.7
241.8
Pikietaż toru nr 1
ZP
PL
67.00
68.00
PR
97.00
Ost. podr.
KR
51.21 57.21
KR
Ost. podr./ZP
KLKrp/ Plp
51.21 60.13
65.99
ZP
PL
86.89
90.84
Klp
KL/ Prp
20.53
15.76
PL/ Plp
39.90
ZP
67.27
Klp
94.64
ZP
KL=PL
37.27
36.27
ZP
KL=PL
37.27
36.26
Pikietaż toru nr 2 (rzut prostokątny na tor 1)
ZP
i=-3.715 ‰
Lv=268.270 m
Km=241+567.000
Wzp = 4.942 m
Km=241+568.000
PL
R=1200.000
Ll=30.000
805
Rlj 60E1-760-1:14
Rzew=1200.000
Rwew=464.931
i=-4.014 ‰
Lv=8.000 m (pierwsza styczna kier. odgał.)
Km=0+000.000
Wzp = 4.835 m
Km=0+000.000
R=464.931
Ll=9.000
i=-8.102 ‰
(ostatnia styczna kier. odgał.) Lv=4.155 m
KL Plp
Lp=26.755
i=-8.102 ‰
Lv=33.694 m
Wzp = 4.475 m
Km=0+060.155
Km=0+063.155
ZP
PL
i=-8.102 ‰
Lv=33.694 m
Km=0+089.911
Wzp = 4.202 m
Km=0+093.849
i=0.000 ‰
Lv=76.083 m
R=2000.000
Ll=33.511
KL
Klp
Km=0+123.421
R=1200.000
Lp=19.277
PL
Plp
Km=0+142.698
i=0.000 ‰
Lv=76.083 m
Wzp = 4.202 m
Km=0+169.932
Rv= 14588.834 m
tv= 27.234 m
fv= -0.025 m
R=1194.000
i=-3.734 ‰
Lv=68.650 m
Klp
Ll=96.884
i=-3.734 ‰
Lv=68.650 m
Wzp = 3.946 m
Km=0+238.582
Km=0+239.582
ZP
i=-3.715 ‰
Lv=268.270 m
Wzp = 3.946 m
Km=241+838.270
Km=241+837.270
Rv= 6128.861 m
tv= 24.828 m
fv= 0.050 m

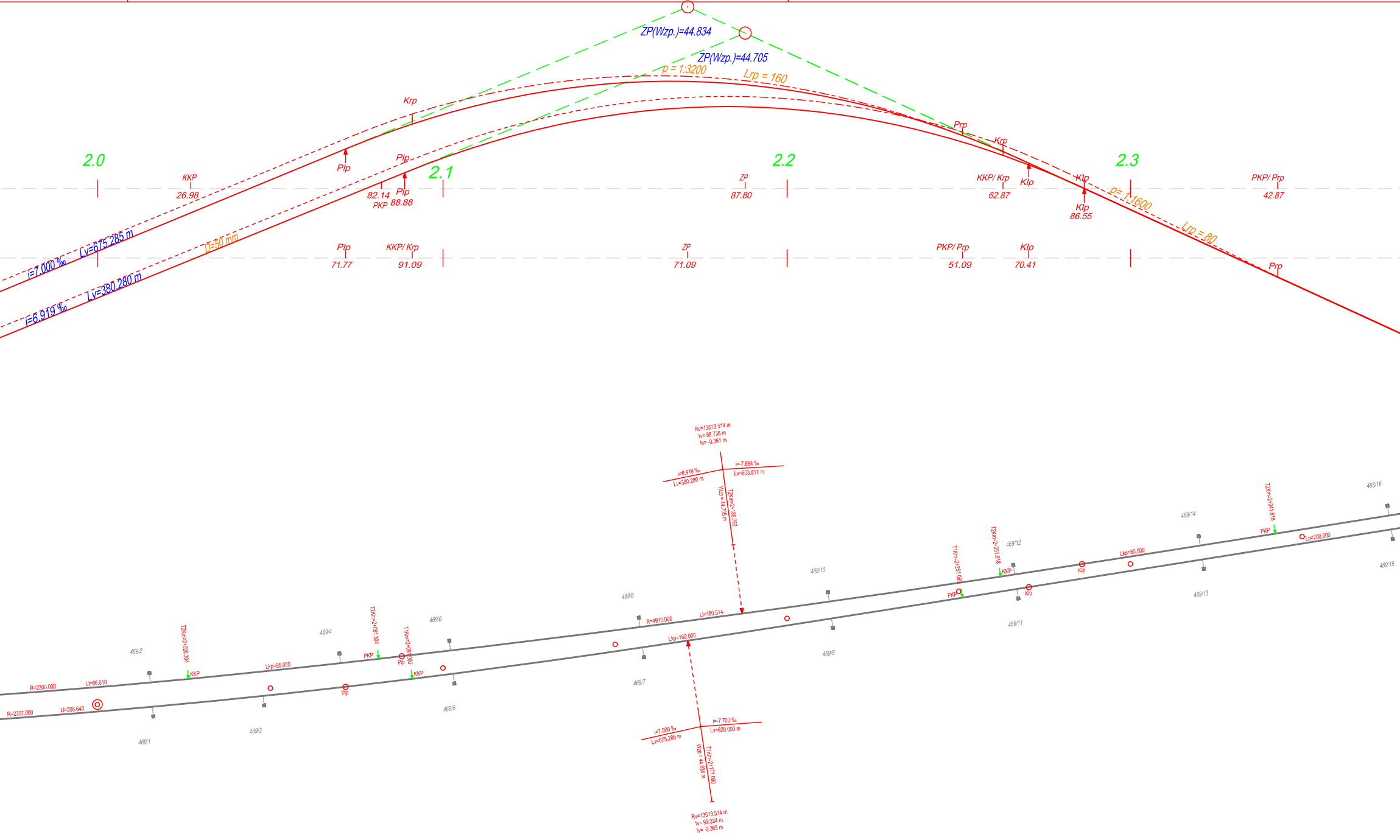

Przykład
ZP(Wzp.)=10.514
ZP(Wzp.)=10.514
i=1.325 ‰ Lv=117.522 m
ZP(Wzp.)=10.670
i=3.163 ‰ Lv=175.000 m
i=1.325 ‰ Lv=448.407 m
ZP(Wzp.)=11.223
ZP(Wzp.)=11.231
i=2.052 ‰ Lv=23.801 m
i=1.341 ‰ Lv=214.478 m
ZP(Wzp.)=11.182
ZP(Wzp.)=11.108
ZP(Wzp.)=11.511
i=4.455 ‰ Lv=361.777 m
i=3.741 ‰ Lv=205.000 m
ZP(Wzp.)=12.278
i=4.455 ‰ Lv=99.225 m
ZP(Wzp.)=12.720
ZP(Wzp.)=12.720
131.9
132.0
132.1
132.2
132.3
132.4
132.5
132.6
Pikietaż toru nr 2 (rzut prostokątny na tor 1)
Pikietaż połącz. 802-801 (rzut prostokątny na tor 1)
Pikietaż toru nr 1
Lp=60.000
Lp=148.522
Lkp=140.000
Lkp=120.000
R=3960.000
Li=96.792
R=2254.750
Li=50.000
Lkp=30.000
R=2248.950
Li=93.708
R=2254.750
Li=174.665
R=2248.950
Li=16.399
Lkp=140.000
Lkp=250.471
Lp=115.225
Lp=60.000



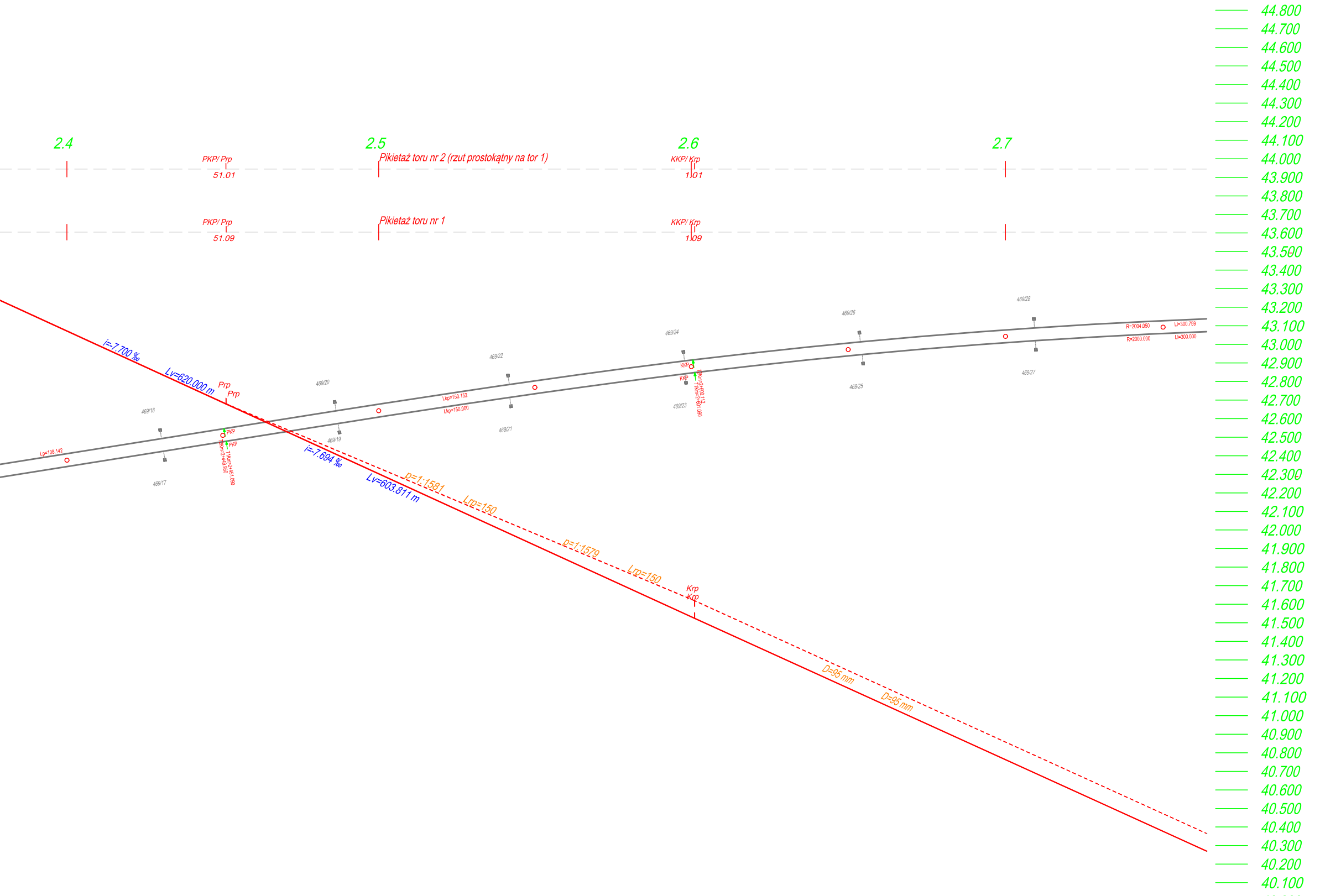
8.900
8.800
8.700
8.600
8.500
8.400
8.300
8.200
8.100
8.000
7.900
7.800
7.700
7.600
7.500
7.400
7.300
7.200
7.100
7.000
6.900
6.800
6.700
6.600
6.500
6.400
ZP(Wzp.)=8.889
ZP(Wzp.)=8.889
Lv=42.284 m
i=9.063 ‰
Klp
ZP(Wzp.)=8.506
Lv=51.366 m
i=18.292 ‰
Plp
Prp/ Klp
Lv=280.286 m
i=9.000 ‰
Ost. podr.
KR
7.536
Ost. podr.
Krp
KR
p=1:689
Lrp=68.86
Plp
PR/ Prp
Lv=56.000 m
7.500
ZP(Wzp.)=7.567
804
Lrp=32.22
i=3.134 ‰
7.391
7.390
D=100 mm
D=100 mm
ZP(Wzp.)=7.238
Krp
7.238
p=1:688
ZP(Wzp.)=7.391
PR
803
7.116
i=-12.545 ‰
Lv=33.900 m
ZP(Wzp.)=6.812
ZP(Wzp.)=6.367
71.6
71.7
71.8
Pikietaż toru nr 1
Pikietaż toru nr 2 (rzut prostokątny na tor 1)
Pikietaż toru ochr. (rzut prostokątny na tor 1)
ZP
PL
67.00
68.00
PR
51.19
KR
Ost. podr.
92.77
97.87
Ost. podr./ Krp
Ost. podr./ZP
KR
92.77
97.87
98.29
0.24
KR
5.34
PL/ Plp
PR
32.54
38.57
ZP
53.97
KL/ Prp/ Klp
69.39
PL
75.44
Plp
82.47
KL=PL/ZP
5.70
Klp
28.93
ZP
48.29
ZP
KL=PL
49.29
48.28
ZP
66.05
Ost. podr./ Krp/ZP
0.24
KR
5.34
KL
11.41
PR/ Prp
32.54
Km=71+567.000
i=9.000 ‰
Lv=280.286 m
Km=71+568.000
Wzp = 6.367 m
PL
R=800.000
Ll=84.186
Rlj 60E1-500-1:12
Rzew=800.000
Rwew=307.360
803
Km=0+000.000
i=8.600 ‰
Lv=6.000 m (pierwsza styczna kierunku odgał.)
Km=0+067.117
Km=0+047.131
Km=0+021.025
Km=0+000.000
Km=0+087.323
Km=0+117.940
Km=0+123.952
Km=0+153.997
Km=0+197.281
Km=71+849.286
Km=71+848.286
Wzp = 8.889 m
i=9.000 ‰
Lv=280.286 m
R=800.000
Ll=156.514
Lp=6.000
Lp=6.012
804
Plp
PL
KL
Klp
PL
Plp
R=589.500
Ll=30.045
Pl-Kl
R=849.209
Klp
Ll=43.284
i=3.134 ‰
Lv=56.000 m
i=18.292 ‰
Lv=51.366 m
i=18.292 ‰
Lv=51.366 m
i=9.063 ‰
Lv=42.284 m
i=9.063 ‰
Lv=42.284 m
i=3.134 ‰
Lv=4.631 m
(Ostatnia styczna kier. odgał.)
i=3.134 ‰
Lv=56.000 m
Rv= 2019.846 m
tv= 15.309 m
fv= 0.058 m
Rv= 5000.000 m
tv= 23.073 m
fv= -0.053 m


44.800
44.700
44.600
44.500
44.400
44.300
44.200
44.100
44.000
43.900
43.800
43.700
43.600
43.500
43.400
43.300
43.200
43.100
43.000
42.900
42.800
42.700
42.600
42.500
42.400
42.300
42.200
42.100
42.000
41.900
41.800
41.700
41.600
41.500
41.400
41.300
41.200
41.100
41.000
40.900
40.800
40.700
40.600
40.500
40.400
40.300
40.200
40.100
40.000
1.3
1.4
1.5
1.6
Pikietaż toru nr 2 (rzut prostokątny na tor 1)
Plp 56.73
ZP 95.81
Klp 34.88
Pikietaż toru nr 1
PKP 2.64
KKP 32.64
KKP 12.81
PKP 42.81
Plp 56.81
ZP 95.81
Klp 34.81
Rv=13000.000 m
tv= 39.071 m
fv= 0.059 m
i=1.000 ‰
Lv=833.336 m
i=7.011 ‰
Lv=190.646 m
Wzp = 40.107 m
T2Km=1+495.836
oś toru nr 42 (ochr.)
468/162
468/166
468/170
468/174
468/178
468/18
468/20
468/22
Lp=133.898
Lp=105.307
PL
R=1000.000
R=494.855
Ll=77.409
2.765
T6Km=0+940.367
Lp=6.000
Lp=65.740
Ll=45.770
KL
T6Km=0+856.958
T4Km=0+929.932
T4Km=0+975.703
2.732
468/160 -P16
468/164
468/12
468/168
468/14
468/10 -P14
Lp=1067.776
Rld 60E1-300-1:9
Rzew=600.920
Rwew=600.000
4.123
4.691
468/16
T6Km=0+934.367
T4Km=1+041.442
KL
KL8
9
T4Km=1+080.865
PRKm=0+000.000
PRKm=0+973.590
T6Km=0+973.390
T4Km=1+074.888
Km=0+021.025
T4Km=1+113.803
Km=0+057.117
60E1-190-1:9
Lp=30.000
R=300.000
U=3.000
60E1-500-1:12
Klp
PRKm=1+581.107
T4Km=1+164.374
13/14Km=0+000.000
PRKm=1+587.107
10
Lp=6.000
13
Lp=732.406
PKP
Lkp=30.000
KKP
R=20000.000
T3Km=0+859.715
Ll=80.165
T1Km=1+302.640
T1Km=1+332.640
T1Km=1+412.805
T1Km=1+442.805
T3Km=0+921.821
Plp
Lp=96.675
468/9 -P7
468/11
468/13
468/15
Lp=154.706
R=800.000
Ll=62.106
Lp=66.298
11
PRKm=0+988.119
T3Km=0+000.000
Km=0+021.025
T3Km=1+024.257
Km=0+057.117
Lp=9.000
12
T3Km=1+065.828
PRKm=1+581.075
468/153
468/155
468/157
468/159
468/161
468/17
468/19
oś toru nr 32 (ochr.)
i=1.000 ‰
Lv=833.308 m
i=7.000 ‰
Lv=675.285 m
Wzp = 40.107 m
T1Km=1+495.805
Rv=13000.000 m
tv= 39.000 m
fv= 0.059 m
Klp
Plp
i=1.000 ‰
Lv=833.336 m
i=7.011 ‰
Lv=190.646 m
ZP(Wzp.)=40.107
ZP(Wzp.)=40.107


1.7
1.8
1.9
Pikietaż toru nr 2 (rzut prostokątny na tor 1)
Pikietaż połącz. 15/16 (rzut prostokątny na tor 1)
Pikietaż toru nr 1
Plp
46.45
ZP
86.45
PKP/ Prp/ Klp / Plp
26.45
ZP
6.53
Ost. podr./ Krp/ZP
PL=KL
KKP/ Krp/ Klp
Ost. podr.
86.73
KR
95.75
PR
60.77
KL=PL
PR/ Prp
74.16
KR
38.98
47.98
51.53
PKP/ Prp
5.10
PR
74.16
KR
Ost. podr.
38.98
47.98
KKP/ Krp
82.45
D=50 mm
16 PR
43.138
Krp
ZP1(Wzp.)=42.512
Ost. podr.
Lv=40.899
i=4.922‰
KR
42.713
42.642
ZP2(Wzp.)=42.713
Ost. podr.
Pochylenie odcinka pośredniego ZP1/ZP2 i=4.922 ‰ Lv=40.899 m
Pochylenie rampy na odcinku pośrednim p=1:4219
Dł. rampy pomiędzy ostatnimi podrozjazdnicami Lrp=40,899 m
p=1:3542
Lrp=74
p=1:3200
Lrp=160
15 PR/ Prp
D=19 mm
42.055
ZP(Wzp.)=42.074
p=1:3547
Lrp=177
Lv=120.000 m
i=5.256 ‰
Plp
Prp//Plp
Prp
ZP(Wzp.)=41.443
Rv=45591.840 m
tv= 40.000 m
fv= -0.018 m
i=7.011 ‰
Lv=190.646 m
i=5.256 ‰
Lv=120.000 m
i=5.256 ‰
Lv=120.000 m
i=6.919 ‰
Lv=380.280 m
Rv=96213.878 m
tv= 80.000 m
fv= 0.033 m
60E1-500-1:12
Lp=97.780
60E1-500-1:12
Lkp=160.000
Lkp=89.057
Rwew=997.733
Rzew=5924.506
Rwew=861.415
Rzew=3056.096
R=861.415
Ll=12.612
R=3000.000
Lkp=43.470
Ll=34.581
R=2300.000
Ll=9.000
R=2510.046
Ll=9.705
Rwew=2300.000
Rzew=2510.046
Rld 60E1-1200-1:18.5
Rlj 60E1-1200-1:18,5 kp
Całkowita długość kp po uwzględnieniu dł. rozjazdu nr 15 Lkp=177,343
Lp=76.150
R=500.000
Ll=12.729
R=500.000
Ll=9.975
Lp=6.113
Plp
i=6.952 ‰
Lv=8.000 m
i=4.987 ‰
Lv=1.790 m
i=4.922 ‰
Lv=40.899 m
i=4.922 ‰
Lv=40.899 m
i=5.048 ‰
Lv=8.000 m
i=6.811 ‰
Lv=7.814 m
ZP
ZP
468/24
468/26
468/28
468/30
468/32
468/34
468/36
468/38
468/40
468/42
468/23
468/25
468/27
468/29
468/31
468/33
468/35
468/37


ZP(Wzp.)=44.834
ZP(Wzp.)=44.705
p = 1:3200
Lrp = 160
Krp
Prp
Krp
Plp
Plp
2.0
2.1
2.2
2.3
KKP
26.98
82.14
PKP
Plp
88.88
ZP
87.80
KKP/ Krp
62.87
Klp
Klp
Klp
86.55
p= 1:1600
Lrp = 80
PKP/ Prp
42.87
i=7.000 ‰
Lv=675.285 m
i=6.919 ‰
Lv=380.280 m
D=50 mm
Plp
71.77
KKP/ Krp
91.09
ZP
71.09
PKP/ Prp
51.09
Klp
70.41
Prp
Rv=13513.514 m
tv= 98.736 m
fv= -0.361 m
i=6.919 ‰
Lv=380.280 m
i=-7.694 ‰
Lv=603.811 m
Wzp = 44.705 m
T2Km=2+186.762
469/8
469/10
R=4910.000
Ll=180.514
Lkp=160.000
469/7
469/9
i=7.000 ‰
Lv=675.285 m
i=-7.700 ‰
Lv=620.000 m
Wzp = 44.834 m
T1Km=2+171.090
Rv=13513.514 m
tv= 99.324 m
fv= -0.365 m
R=2300.000
Ll=66.010
R=2307.000
Ll=208.643
469/2
T2Km=2+026.304
KKP
469/1
469/3
Lkp=55.000
469/4
T2Km=2+081.304
PKP
Plp
T1Km=2+091.090
KKP
Plp
469/6
469/5
T1Km=2+251.090
PKP
T2Km=2+261.818
KKP
469/12
469/11
Klp
Klp
Lkp=80.000
469/14
469/13
T2Km=2+341.818
PKP
Lp=200.000
468/16
469/15

Przykład Z5-5


44.800
44.700
44.600
44.500
44.400
44.300
44.200
44.100
44.000
43.900
43.800
43.700
43.600
43.590
43.400
43.300
43.200
43.100
43.000
42.900
42.800
42.700
42.600
42.500
42.400
42.300
42.200
42.100
42.000
41.900
41.800
41.700
41.600
41.500
41.400
41.300
41.200
41.100
41.000
40.900
40.800
40.700
40.600
40.500
40.400
40.300
40.200
40.100
40.000
2.4
2.5
2.6
2.7
Pikietaż toru nr 2 (rzut prostokątny na tor 1)
PKP/ Prp
51.01
KKP/ Krp
1.01
Pikietaż toru nr 1
PKP/ Prp
51.09
KKP/ Krp
1.09
i=-7.700 ‰
Lv=620.000 m
Prp
Prp
i=-7.694 ‰
Lv=603.811 m
p=1:1581
Lrp=150
p=1:1579
Lrp=150
Krp
Krp
D=95 mm
D=95 mm
Lp=108.142
469/17
469/18
469/19
469/20
469/21
469/22
469/23
469/24
469/25
469/26
469/27
469/28
PKP
PKP
T2Km=2+449.960
T1Km=2+451.090
Lkp=150.152
Lkp=150.000
KKP
KKP
T2Km=2+600.112
T1Km=2+601.090
R=2004.050
R=2000.000
Ll=300.759
Ll=300.000