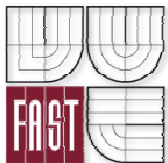

Konstrukční uspořádání koleje

Rozchod a rozšíření rozchodu koleje

Otto Plášek, doc. Ing. Ph.D.

Ústav železničních konstrukcí a staveb



Tato prezentace byla vytvořena pro studijní účely studentů 3. ročníku bakalářského studia oboru „Konstrukce a dopravní stavby“ na Fakultě stavební VUT v Brně a nesmí být použita k žádným jiným účelům. Některé snímky prezentace bez vysvětlení na přednášce mohou být méně srozumitelné.

Základní pojmy

ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha –
Část 1: Projektování

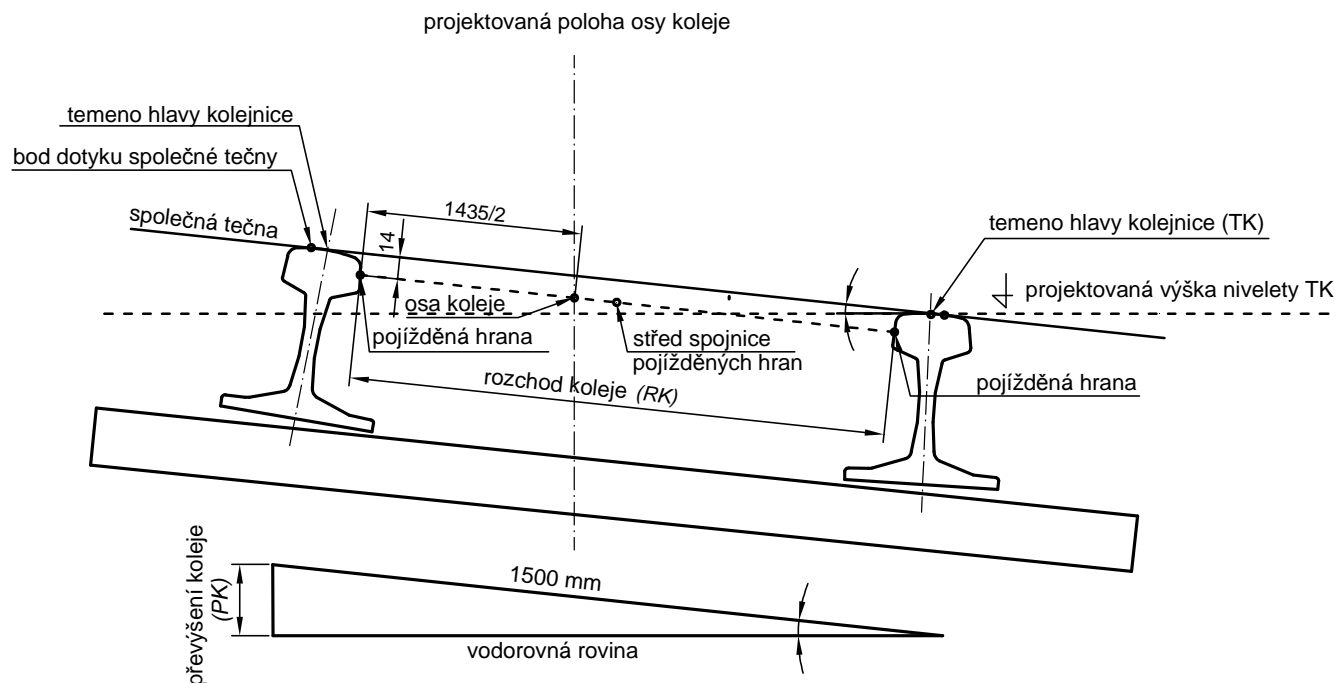
- **geometrické parametry koleje (GPK)** – konstrukční uspořádání koleje, geometrické uspořádání koleje a prostorová poloha koleje:
 - **konstrukční uspořádání koleje** – rozchod koleje, vzájemná výšková poloha kolejnicových pásů (převýšení, sklon vzesupnice, vzájemný sklon kolejnicových pásů – zborcení koleje);
 - **geometrické uspořádání koleje** – směr, podélná výška a podélný sklon koleje;
 - **prostorová poloha koleje** – množina bodů osy koleje jednoznačně určených v projektu polohopisnými souřadnicemi a nadmořskou výškou. Pokud jsou tyto prostorové souřadnice vztaženy k absolutnímu referenčnímu souřadnicovému systému, jedná se o absolutní polohu koleje.

Všeobecné zásady

ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha –
Část 1: Projektování

- Návrhové hodnoty parametrů konstrukčního a geometrického uspořádání koleje jsou stanoveny s ohledem na příslušné rychlosti na dané trati. Podle konkrétních parametrů je nutno dále zohlednit skladbu a druh provozované dopravy. Návrhové hodnoty parametrů jsou podle jejich významu definovány v těchto hladinách:
 - **Standardní hodnota (H_n)** – tato hodnota shora (nebo zdola) vymezuje interval doporučených hodnot k projektování. Pokud tomu nebrání místní nebo jiná omezení, mají být tyto hodnoty dodržovány. Použití těchto hodnot zaručuje splnění požadavků na komfort jízdy i vhodnou míru nákladů na údržbu trati.
 - **Mezní hodnota (H_{lim})** – tato hodnota nemá být překračována. Překročení těchto hodnot je možné například z důvodu omezení nebo vyloučení místního snížení projektované rychlosti. Při překročení těchto hodnot dochází k omezení komfortu cestujících a/nebo ke zvýšení nákladů na údržbu trati. Použití vyšších/nížších než mezních hodnot musí být odsouhlaseno vlastníkem infrastruktury, může být v některých případech omezeno dalšími podmínkami (například podmínka provozu schválených vozidel, jejichž konstrukce odpovídá dotčeným hodnotám).
 - **Maximální (minimální) hodnota (H_{max} / H_{min})** – tato hodnota nesmí být překročena. Maximální nebo minimální hodnoty veličin se použijí jen v nezbytných případech, kdy není možné nalézt jiné řešení.

Parametry konstrukčního uspořádání koleje dle ČSN 73 6360-1



Rovina příčného řezu: svislá rovina, v půdorysu kolmá k ose koleje,

Temeno hlavy kolejnice (TK): průsečík horní pojížděné plochy hlavy kolejnice s osou symetrie kolejnicového profilu

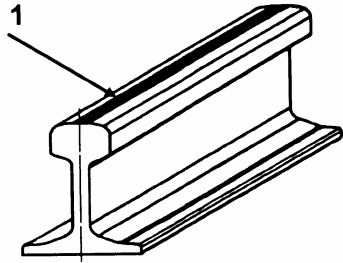
Spojnice temen kolejnicových pásů (*running plane, plane of running table, plane of rail heads*): společná tečna k horním plochám obou hlav protilehlých kolejnicových pásů, ležící v rovině příčného řezu,

Pojížděná hrana kolejnicových pásů (*gauge corner of rail, running edge of rail*): průsečnice (prostorová čára) průsečnice (prostorová čára) vnitřní pojížděné plochy hlavy kolejnice s rovinou vedenou ve vzdálenosti 14 mm (9 mm pro tvar kolejnice NP4) pod spojnicí temen kolejnicových pásů

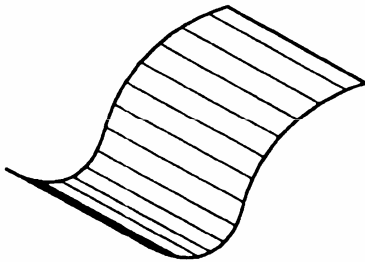
Rozchod koleje a rozšíření rozchodu

Termíny vztažené k rozchodu koleje

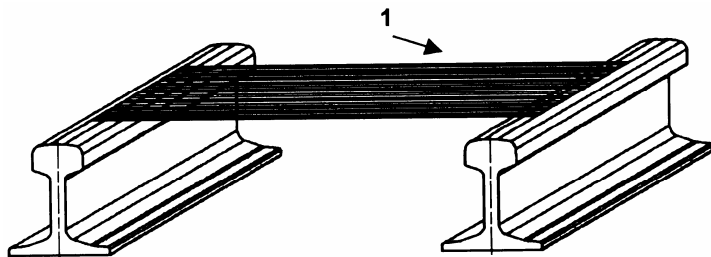
ČSN EN 13232-1



horní pojížděná plocha (*running table*) – vrchní pojížděná část plochy hlavy kolejnice (kolejnicového pásu)



jízdní povrch (*running surface*) – zakřivená plocha definovaná posouváním (v podélném směru koleje) přímkou kolmé k ose koleje a tečné k oběma horním pojížděným plochám

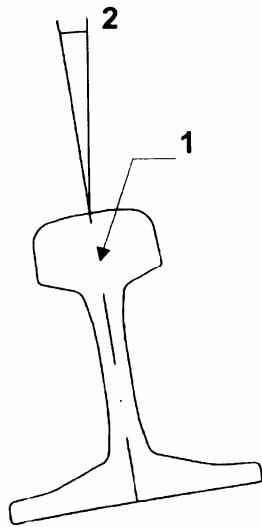


jízdní rovina I (*running plane*) – rovina tečná k jízdnímu povrchu v uvažovaném bodě

ČSN EN 13232-1 Železniční aplikace – Kolej – Výhybky a výhybkové konstrukce – Část 1: Definice

Termíny vztažené k rozchodu koleje

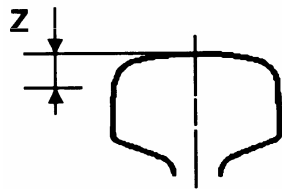
ČSN EN 13232-1



kolej s úklonem kolejnic (*inclined track*) – kolej s osami obou pojížděných kolejnic skloněnými k ose koleje (1:20 nebo 1:40)

kolej bez úklonu kolejnic (*vertical track*) – osy obou pojížděných kolejnic jsou rovnoběžné, jejich úklon je nulový

změna úklonu kolejnice (*rail twist*) – změna úklonu kolejnice (např. z 1:20 na kolejnice bez úklonu)



vztažná rovina rozchodu koleje (*gauge reference plane*) – rovina, která je rovnoběžná s jízdním povrchem a leží pod ní ve vzdálenosti „z“; míra „z“ činí všeobecně 14 mm. Tato rovina se používá pro všechny konstrukční práce, opracování a měření

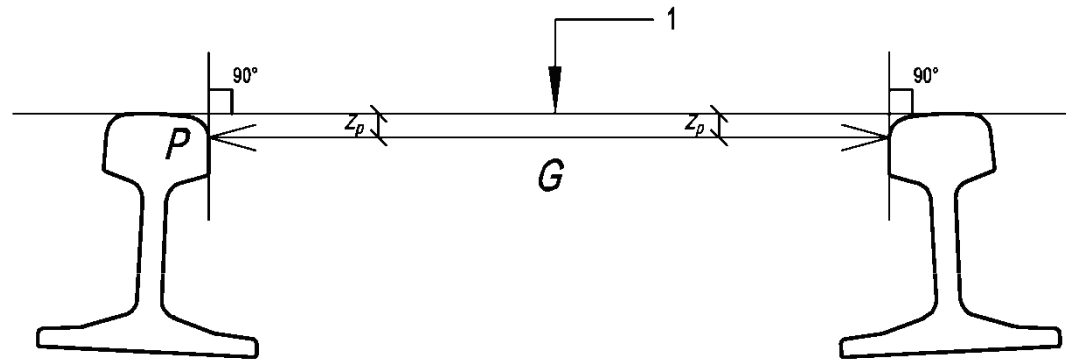
pojížděná hrana kolejnice (*running edge*) – průsečnice vztažné roviny rozchodu koleje s vnitřní stranou hlavy kolejnice

rozchod koleje (*track gauge*) – vzdálenost mezi příslušnými pojížděnými hranami obou kolejnicových pásů; měří se na kolmici k ose koleje

Definice rozchodu

ČSN EN 13848-1 Železniční aplikace – Kolej – Geometrická kvalita koleje – Část 1: Popis geometrie koleje

Rozchod koleje pro nové kolejnice



1 jízdní plocha

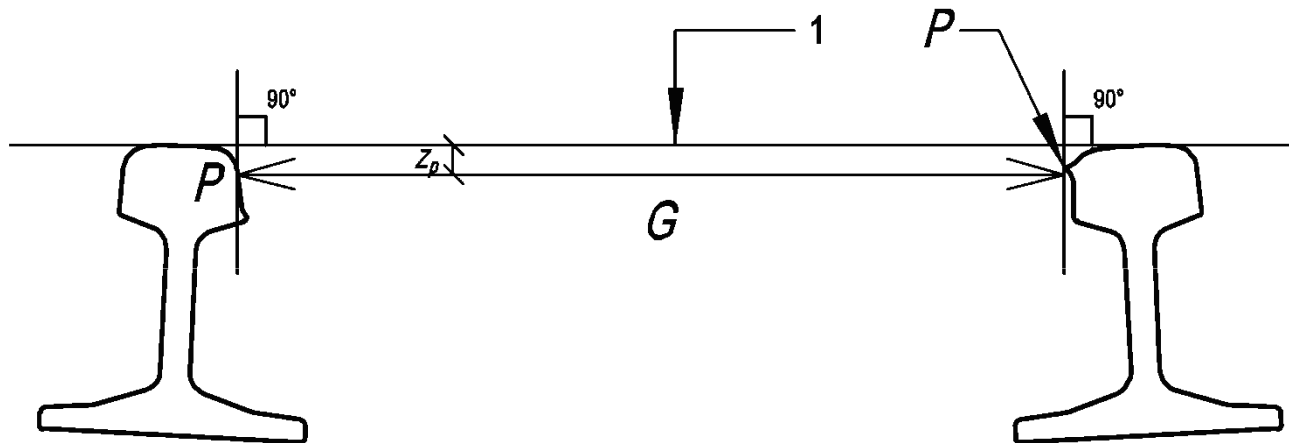
G rozchod koleje (v ČSN 73 6360-1 „u“)

Rozchod koleje je nejmenší vzdálenost mezi kolmicemi k jízdní ploše protínající každou hlavu kolejnice v bodě P v rozsahu od 0 do Z_p pod jízdní plochou. Z_p je vždy 14 mm. Za předpokladu nové neopotřebované hlavy kolejnice bude bod P na mezi Z_p pod temenem kolejnice

Definice rozchodu

ČSN EN 13848-1 Železniční aplikace – Kolej – Geometrická kvalita koleje – Část 1: Popis geometrie koleje

Rozchod koleje pro kolejnice s ojetím



1 jízdní plocha

Rozchod koleje G je nejmenší vzdálenost mezi kolmicemi k jízdní ploše protínající každou hlavu kolejnice v bodě P v rozsahu od 0 do Z_p pod jízdní plochou. Z_p je vždy 14 mm. Za předpokladu nové neopotřebované hlavy kolejnice bude bod P na mezi Z_p pod temenem kolejnice

Měření rozchodu koleje – rozchodky



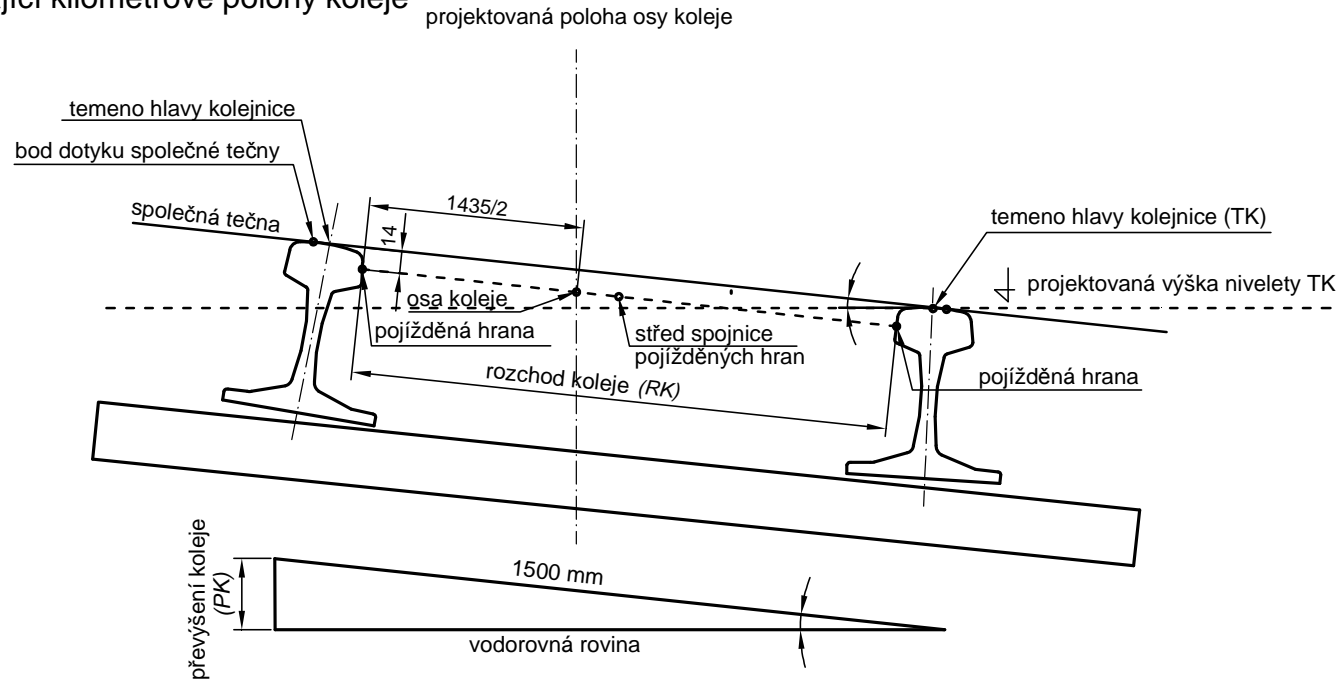
Ruční rozchodka (výhybková)

Další definice

Dle ČSN 73 6360-1

osa koleje (*centre-line of track*) – množina bodů, ležících v rovinách příčných řezů na spojnici pojížděných hran protilehlých kolejnicových pásů, v oblouku vzdálená o polovinu hodnoty normálního rozchodu koleje od vnějšího kolejnicového pásu, v přímé od pásu přilehlého k zajišťovacím značkám

pravý (levý) kolejnicový pás (*right, left rail*): kolejnicový pás ležící vpravo (vlevo) od osy koleje ve směru stoupající kilometrové polohy koleje



vnější kolejnicový pás (*high-side rail*) – u koleje v oblouku, kolejnice s větším poloměrem oblouku, tj. s poloměrem oblouku v ose koleje zvětšeném o polovinu normálního rozchodu koleje

vnitřní kolejnicový pás (*low-side rail*) – u koleje v oblouku, kolejnice s menším poloměrem

Rozchod koleje a rozšíření rozchodu

Rozchod koleje

Měření a hodnota

Rozchod koleje musí být měřen u širokopatných kolejnic 14 mm, u žláblových kolejnic podle tvaru 4 mm nebo 9 mm pod temeny hlav kolejnic:

- a) 14 mm u kolejnic tvaru S49, UIC60, R65;
- b) 4 mm u kolejnic tvaru NP3, NP3a;
- c) 9 mm u kolejnic tvaru NP4, TV60, TV65, NT1, NT2, T58, T62, 180S, Ri59, Ri60, Ph37, B1.

Normální rozchod (*standard gauge*) je 1435 mm (4'8,5") a je rozšířený ve většině států (asi 60%), je standardizován pro železniční dráhy v České republice.

Dále se používá přes 20 druhů různých rozchodů kolejí rozhodujícího významu. Pokud je rozchod menší než normální, je úzký, větší než normální je široký.

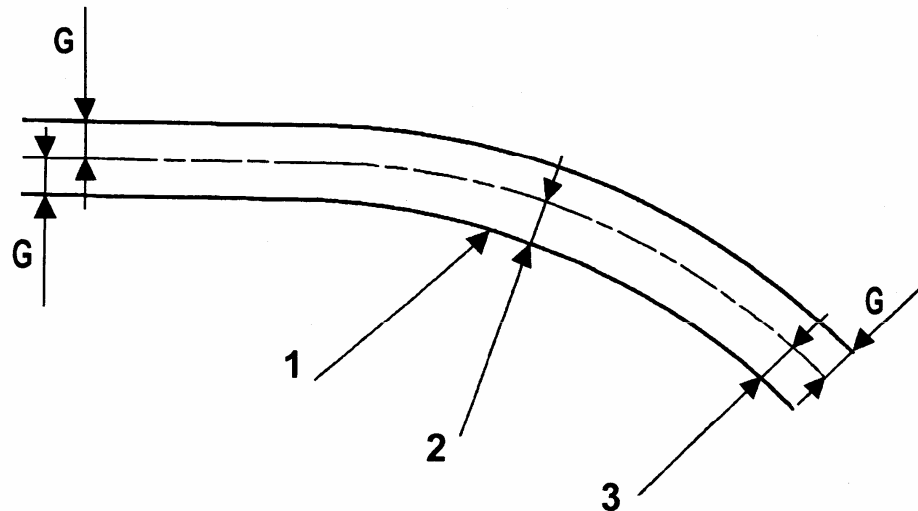
Úzký rozchod (*narrow gauge*) [mm]: (asi 21%) 600, 750,
760 – Jindřichův Hradec – Obrataň, Jindřichův Hradec – Bystřice, Třemešná – Osoblaha
1000 – alpské úzkorozchodné dráhy
1067 tzv. kapský rozchod – Jihoafrická republika, Japonsko

Široký rozchod (*broad gauge*) [mm]: asi 19%
1524 (5'), 1520 – státy bývalého Sovětského svazu, Finsko, Mongolsko
1600 – Austrálie, Brazílie, Irsko
1668 – Portugalsko, Španělsko
1676 – Indie, Pakistán, Chile

V České republice jsou normalizovány rozchody 600, 760, 900, 1000 mm pro důlní, průmyslové, polní a lesní dráhy.

Rozšíření rozchodu koleje

Rozšíření rozchodu koleje (*gauge widening*) – zamýšlené rozšíření rozchodu koleje; poloměr oblouku vnitřního kolejnicového pásu je zmenšen a vzdálenost mezi osou koleje a vnitřního kolejnicového pásu je zvětšena o hodnotu rozšíření rozchodu koleje.



- 1 Rozšíření rozchodu koleje v obloucích malého poloměru
- 2 717,5 + rozšíření rozchodu koleje
- 3 717,5 + rozšíření rozchodu koleje
- G Normální rozchod koleje / 2

V kružnicovém oblouku o poloměru menším než 275 m (u výhybek u poloměru menším než 190 m) musí být normální rozchod koleje zvětšen o hodnotu **rozšíření rozchodu koleje** podle vzorce

$$\Delta u_1 = \frac{7150}{R} - 26 \quad [\text{mm}]$$

Ve zdůvodněných případech a se souhlasem vlastníka infrastruktury pro rychlosti do 40 km/h včetně při délce kružnicové části oblouku do 50 m včetně lze v obloucích o poloměru 250 m a menším projektovat rozšíření rozchodu koleje dle vzorce:

$$\Delta u_2 = \frac{7000}{R} - 28 \quad [\text{mm}]$$

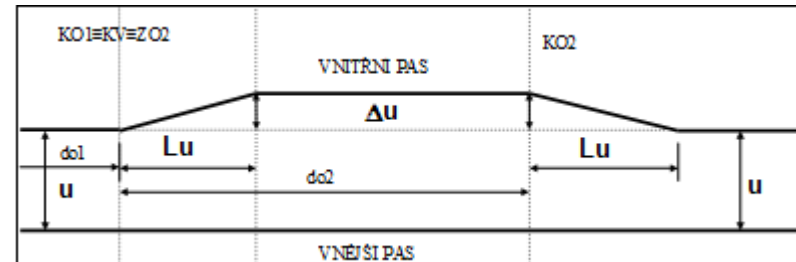
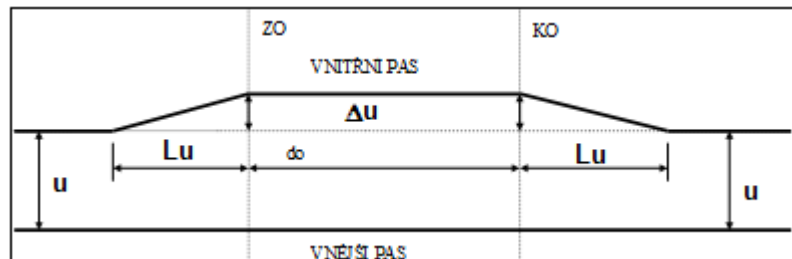
Nejvyšší hodnota rozšíření je 16 mm. Rozšíření rozchodu koleje má mít stanovenou hodnotu již na začátku kružnicové části oblouku. V oblouku se žlábkovými kolejnicemi se rozchod koleje nezvětšuje.

Výběh rozšíření rozchodu koleje

1/3

Standardní hodnota projektované změny rozchodu koleje je **1 mm na 1 m** délky koleje, **mezní hodnota** projektované změny rozchodu koleje je **2 mm na 1 m** délky koleje. **Maximální projektovaná změna rozchodu** koleje je **3 mm na 1 m** délky koleje, její použití je omezeno pro rychlost nejvýše 50 km/h a zároveň pro oblouk bez přechodnice. Při návrhu délky výběhu rozšíření rozchodu je třeba vzít v úvahu konstrukční možnosti jednotlivých součástí železničního svršku.

U oblouku bez přechodnice má mít rozšíření rozchodu koleje stanovenou hodnotu již na začátku kružnicové části oblouku. Změna rozchodu koleje v oblouku bez přechodnic má být uskutečněna **v přilehlé přímé koleji**. Není-li to možné (např. jde-li o oblouk u výhybky), smí být výběh rozšíření umístěn **z části v přímé koleji a z části v oblouku**, nebo **jen v oblouku**. Nestačí-li délka oblouku na uskutečnění změny rozchodu koleje, smí být zřízeno dosažitelné menší rozšíření rozchodu koleje.



$$L_{U1,2} = 0,5 \cdot \Delta u$$

Výběh rozšíření rozchodu koleje

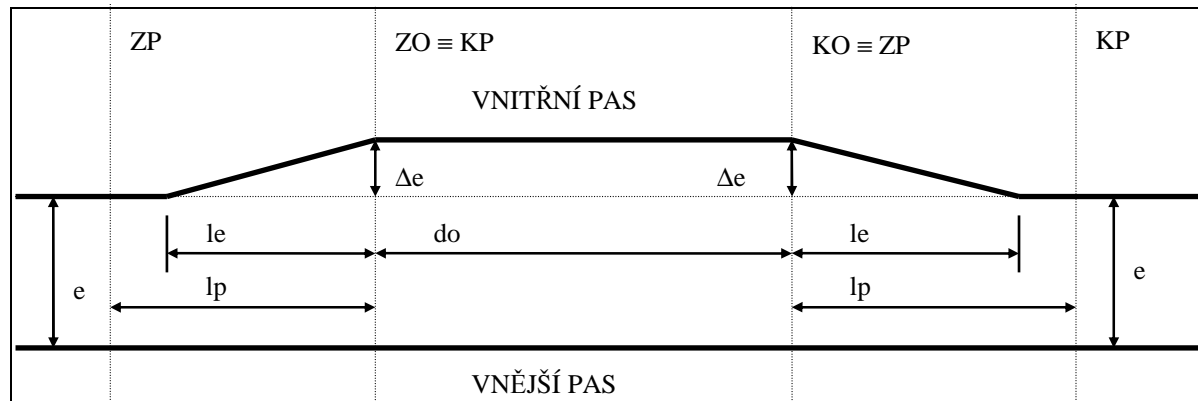
2/3

U oblouku s krajní přechodnicí má být změna rozchodu koleje uskutečněna v části přechodnice navazující na kružnicový oblouk. Výběh rozšíření rozchodu koleje ($L_{u1,2}$) je délka, na kterou se uskutečňuje změna rozchodu koleje. Délka výběhu rozšíření rozchodu koleje se určí podle vzorce:

$$L_{u1} = L_k \cdot \left(1 - \frac{R}{275}\right) \quad [\text{m}] \qquad L_{u2} = L_k \cdot \left(1 - \frac{R}{250}\right) \quad [\text{m}]$$

Zaokrouhlí se na celý metr nahoru. Jestliže vychází délka L_u tak, že by uskutečněná změna rozšíření rozchodu koleje byla větší než 2 mm na 1 m délky koleje, upraví se výběh rozšíření rozchodu koleje v délce podle vzorce:

$$L_{u1,2} = 0,5 \cdot \Delta u \quad [\text{m}]$$

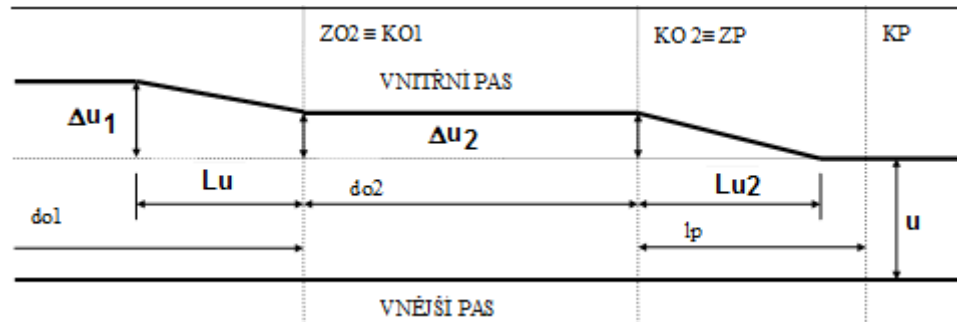


Pozn.: V obrázcích je uvedeno starší značení $le = L_{u1,2}$; $\Delta e = \Delta u$

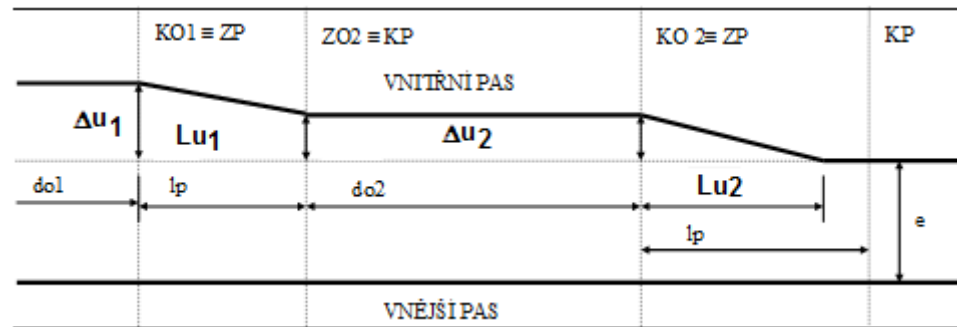
Výběh rozšíření rozchodu koleje

3/3

Rozšíření rozchodu koleje u složeného oblouku bez mezilehlé přechodnice



Rozšíření rozchodu koleje u složeného oblouku s mezilehlou přechodnicí, kde $R_1 < 275$ (250) m, $R_2 < 275$ (250) m



$$L_{u1} = L_k \cdot \left(1 - \frac{R_2}{275}\right) \cdot \frac{1}{1 - R_2/R_1} \quad [\text{m}]$$

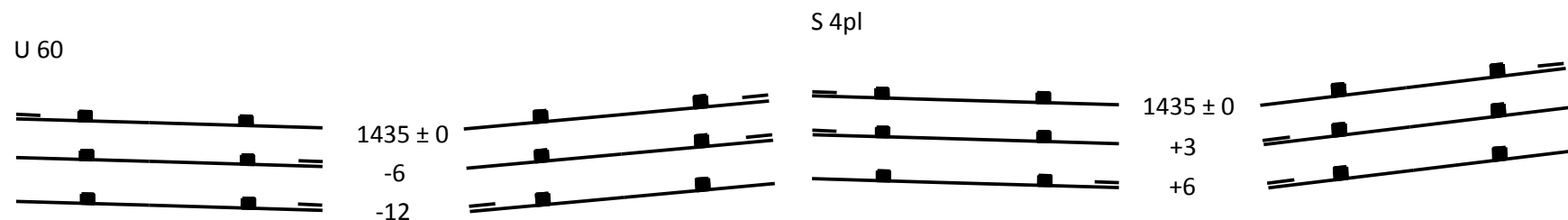
$$L_{u2} = L_k \cdot \left(1 - \frac{R_2}{250}\right) \cdot \frac{1}{1 - R_2/R_1} \quad [\text{m}]$$

Odstupňování rozšíření rozchodu koleje

Odstupňování a realizovaná hodnota rozšíření rozchodu koleje je dána konstrukcí pražce a upevnění. Pro všechny typy upevnění schválené pro dřevěné pražce je možno realizovat projektované rozšíření rozchodu koleje prakticky bez problémů. Hodnoty rozšíření rozchodu koleje lze na každém pražci dosáhnout odpovídajícím navrtáním otvorů pro vrtule.

Žebrová podkladnice R4pl na betonovém pražci rozšíření rozchodu koleje neumožňuje.

Žebrová podkladnice S4pl do roku výroby 1993 teoreticky umožňuje rozšíření rozchodu koleje 10 mm při odstupňování po 5 mm. Žebrová podkladnice S4pl od roku výroby 1994 teoreticky umožňuje rozšíření rozchodu koleje 6 mm při odstupňování po 3 mm. Větších a plynule odstupňovaných rozšíření rozchodu koleje lze u žebrových podkladnic dosáhnout atypickým vrtáním (zmenšením vzdáleností otvorů pro vrtule od vodícího žebra).



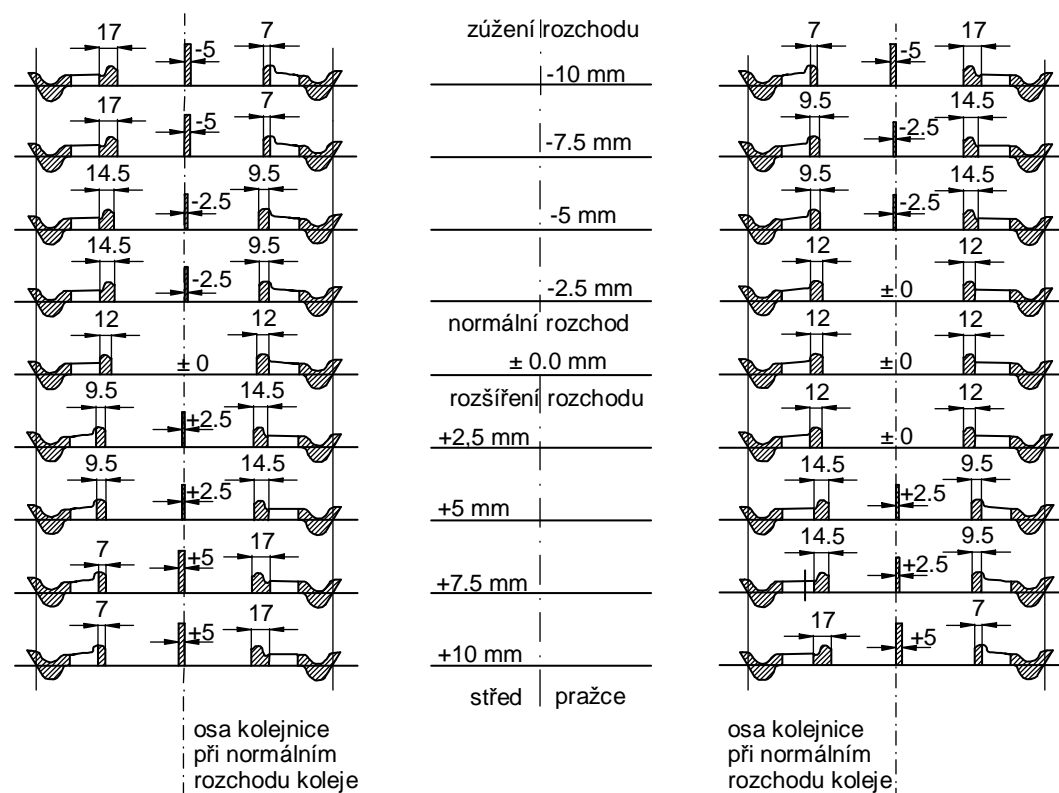
Úprava rozchodu koleje při upevnění kolejnic tv. UIC 60 na betonových pražcích SB 8P s žebrovými plochými podkladnicemi U 60.

Úprava rozchodu koleje při upevnění kolejnic tv. S 49 na betonových pražcích SB 8P s žebrovými plochými podkladnicemi S 4pl.

Výstupek na konci podkladnice na schematickém zobrazení podkladnic označuje jejich konce s plastickou značkou výrobce a roku výroby. Úpravu rozchodu na žebrových podkladnicích lze výjimečně provést také použitím plastových klínových podložek podle TN 774. Při této úpravě však dojde zároveň ke změně úklonu kolejnice. Klínové podložky pro úpravu rozchodu je možno používat v kolejích s rychlostí $V \leq 80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Odstupňování rozšíření rozchodu koleje

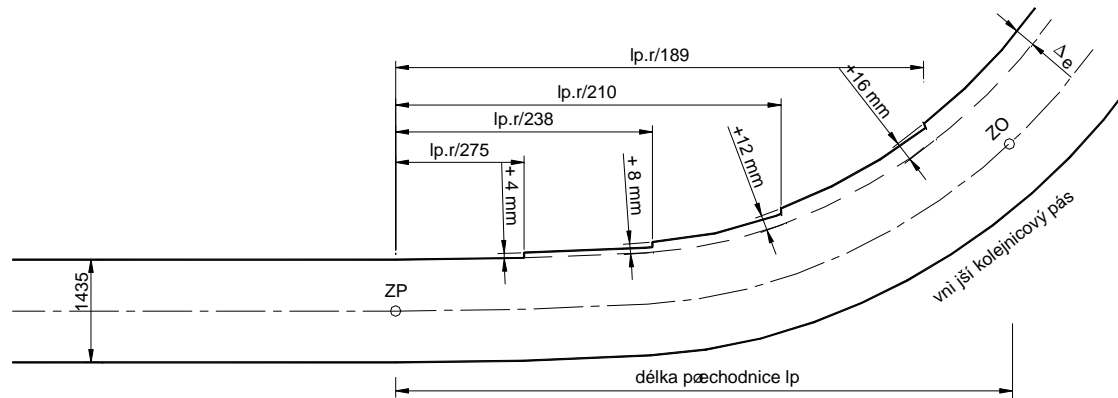
Bezpodkladnicové upevnění **W firmy Vossloh** s pružnou svěrkou Skl 14 na pražcích B70, U 94 a B 91 umožňuje max. rozšíření rozchodu koleje ± 10 mm při odstupňování po 2,5 mm (podmínkou je použití úhlových vložek pěti různých velikostí).



Rozchod koleje a rozšíření rozchodu

Odstupňování rozšíření rozchodu koleje

Upevnění kolejnic na rozponových podkladnicích umožňuje změnu rozchodu po 4 mm, maximálně 16 mm.



Polohy svěrek ve vnějším kolej. pásu		Úprava rozchodu [mm]	Polohy svěrek ve vnitřním kolej. pásu	
vně	uvnitř		uvnitř	vně
T 6 12/16	T 5 4/0	-4	T 5 0/4	T 6 16/12
T 6 16/12	T 5 0/4	0	T 5 0/4	T 6 16/12
T 5 0/4	T 6 16/12	+4	T 5 4/0	T 6 12/16
T 6 16/12	T 5 0/4	+8	T 6 16/12	T 5 0/4
T 6 16/12	T 5 0/4	+12	T 6 12/16	T 5 4/0
T 5 0/4	T 6 16/12	+16	T 6 16/12	T 5 0/4

Polohy svěrek ve vnějším kolej. pásu		Úprava rozchodu [mm]	Polohy svěrek ve vnitřním kolej. pásu	
vně	uvnitř		uvnitř	vně
T 5 4/0	R 1 0/4	0	R 1 0/4	T 5 4/0
T 5 4/0	R 1 0/4	+4	T 5 4/0	R 1 0/4
T 5 4/0	R 1 0/4	+8	T 5 0/4	R 1 4/0
R 1 0/4	T 5 4/0	+12	T 5 0/4	R 1 4/0
R 1 4/0	T 5 0/4	+16	T 5 0/4	R 1 4/0

Úprava rozchodu koleje v upevnění s rozponovými podkladnicemi TR 5 a T 8 soustavy R 65

Použitá a doporučená literatura

- [1] ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha. Část 1: Projektování
- [2] ČSN EN 13848-1 Železniční aplikace – Kolej – Geometrická kvalita koleje – Část 1: Popis geometrie koleje
- [3] Předpis SŽDC S3 Železniční svršek