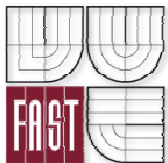

Konstrukční uspořádání koleje

Převýšení koleje

Otto Plášek, doc. Ing. Ph.D.

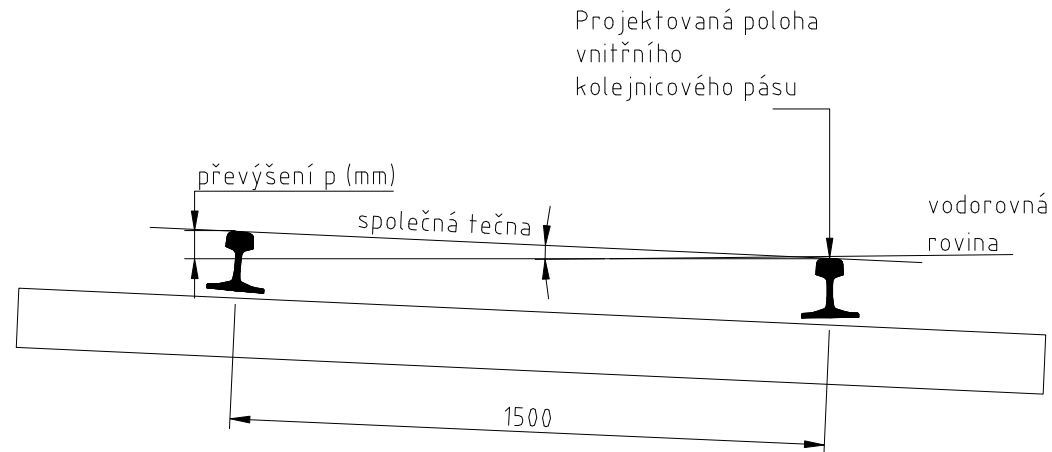
Ústav železničních konstrukcí a staveb



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.

Definice převýšení koleje

dle ČSN 73 6360-1



Převýšení koleje (*superelevation, cant*) **D**: výškový rozdíl kolejnicových pásů daný úhlem, který svírá spojnice temen protilehlých kolejnicových pásů a vodorovná rovina, udává se délkou kratší odvěsny pravoúhlého trojúhelníka, jehož přepona má délku 1 500 mm

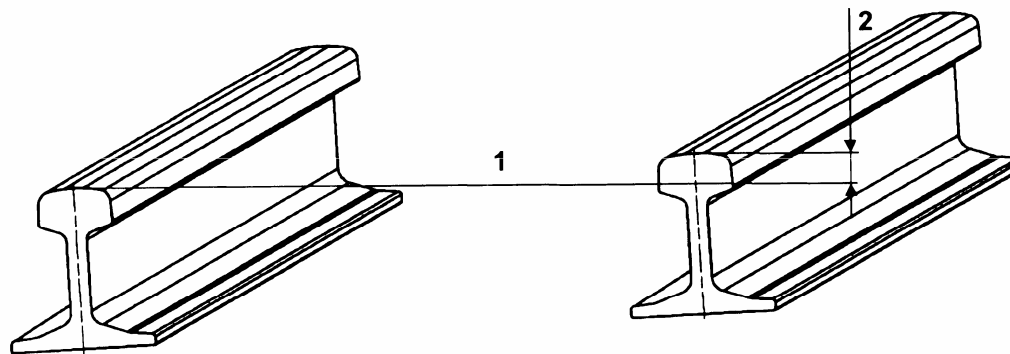
ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje a její prostorová poloha. Část 1 - Projektování

Definice převýšení koleje

dle ČSN EN 13232-1

převýšení (*cant (superelevation)*) **D** – výškový rozdíl dvou kolejnicových pásů jedné koleje vztažený k vodorovné rovině v určitém místě (příčném řezu koleje), měřený mezi osami hlav kolejnic

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



- 1 Vodorovná rovina
- 2 Převýšení

Základní podmínky

V přímé koleji se převýšení nezřizuje kromě případu, kdy je vzešupnice umístěna v části přímé přilehlé k oblouku s převýšením bez přechodnice a těchto případů:

- a) v desinfekční koleji se zřizuje převýšení 60 mm
- b) v kolejových rozvětveních, nejvíce 80 mm, výjimečně 100 mm, u výhybek, jež druhou větví leží v oblouku s převýšením a k nim přilehlé přímé.

Ke snížení účinků příčné odstředivé síly se v kružnicových obloucích zřizuje převýšení koleje, a to zvýšením polohy vnějšího kolejnicového pásu. Výškovou polohu koleje udává výška temene nepřevýšeného kolejnicového pásu. Převýšení koleje musí vyhovovat rychlosti všech vlaků, které jedou po dané koleji. V oblouku hlavní koleje se projektuje převýšení pro traťovou rychlost, v ostatních kolejích pro největší dovolenou rychlost.

V kolejích, které nejsou hlavní, **se neprojektuje převýšení** pro:

$V = 30 \text{ km.h}^{-1}$ pro $R \geq 150 \text{ m}$	$V = 40 \text{ km.h}^{-1}$ pro $R \geq 190 \text{ m}$
$V = 50 \text{ km.h}^{-1}$ pro $R \geq 295 \text{ m}$	$V = 60 \text{ km.h}^{-1}$ pro $R \geq 425 \text{ m}$
$V = 80 \text{ km.h}^{-1}$ pro $R \geq 755 \text{ m}$	$V = 100 \text{ km.h}^{-1}$ pro $R \geq 1180 \text{ m}$

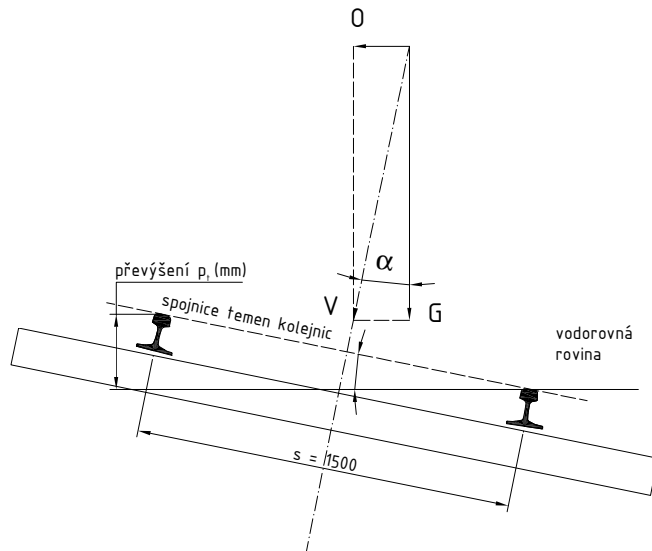
Pokud je zřízeno převýšení koleje, je obvyklé doporučené rozmezí hodnot pro projektování převýšení koleje s ohledem na návrhovou rychlost všech skupin vlaků a na hospodárnost provozu a údržby koleje od **20 mm** až do hodnoty mezního převýšení koleje, které je pro kolej mimo výhybky a výhybkové konstrukce s provozním zatížením do 20 milionů t/rok $D_{lim} = 150 \text{ mm}$ a s provozním zatížením nad 20 milionů t/rok $D_{lim} = 120 \text{ mm}$. Maximální hodnota převýšení koleje je $D_{max} = 160 \text{ mm}$, tuto hodnotu lze použít pouze pro koleje mimo výhybky a výhybkové konstrukce a zároveň pro poloměr oblouku $R \geq 290 \text{ m}$, v obloucích s poloměrem $R < 290 \text{ m}$ musí být menší než

$$D \leq \frac{R - 50}{1,5}$$

Velikost převýšení v obou větvích **výhybky** včetně části se společnými pražci je shodná, má být menší než $D_{lim} = 80 \text{ mm}$ a musí být menší než $D_{max} = 120 \text{ mm}$.

Teoretické převýšení

Teoretické převýšení (*equilibrium cant*) D_{eq} – převýšení pro stanovenou rychlost, při kterém výslednice svísele orientované síly vyvolané hmotností vozidla a síly odstředivé působí kolmo k jízdni rovině



$$O = m \cdot \frac{v^2}{r}; \quad G = m \cdot g$$

O ... odstředivá síla [N]

m ... hmotnost [kg]

v ... rychlost [m.s⁻¹]

V ... rychlost [km.h⁻¹]

r ... poloměr oblouku [m]

g ... gravitační zrychlení, hodnota 9,81 [m.s⁻²]

D_{eq} ... teoretické převýšení [mm]

s ... vzdálenost styčných kružnic, hodnota 1500 [mm]

$$\tan \alpha = \frac{O}{G} = \frac{v^2}{r \cdot g} = \frac{V^2}{12,96 \cdot r \cdot g}; \quad \sin \alpha = \frac{D_{eq}}{s}$$

$$\tan \alpha = \sin \alpha; \quad \frac{V^2}{12,96 \cdot r \cdot g} = \frac{D_{eq}}{s}; \quad D_{eq} = \frac{11,8 \cdot V^2}{r}$$

Vypočtená hodnota se zaokrouhlí na celý mm nahoru. Vychází-li hodnota D_{eq} menší nebo rovna 20 mm, projektuje se kolej bez převýšení.

Doporučené převýšení

$$D_{N1} = \frac{7,1 \cdot V^2}{R} \quad [\text{mm}] \quad \text{pro } V \leq 120 \text{ km/h}$$

$$D_{N2} = \frac{6,5 \cdot V^2}{R} \quad [\text{mm}] \quad 120 \text{ km/h} < V \leq 160 \text{ km/h}$$

$$D_{N3} = \frac{5,9 \cdot V^2}{R} \quad [\text{mm}] \quad \text{pro } 160 \text{ km/h} < V \leq 200 \text{ km/h}$$

Nedostatek a přebytek převýšení

Nedostatek převýšení (*cant deficiency*) I – rozdíl mezi teoretickým převýšením a skutečným převýšením pro stanovenou rychlost V , skutečné převýšení je menší než teoretické

Přebytek převýšení (*cant excess*) E - rozdíl mezi skutečným převýšením a teoretickým převýšením pro stanovenou rychlost V , skutečné převýšení je větší jak teoretické

Vlaky, jedoucí rychlostí vyšší než rychlostí V , projíždějí oblouk s využitím nedostatku převýšení I , vlaky jedoucí rychlostí nižší využívají přebytku převýšení E . Tyto hodnoty se vypočtou

$$V > \sqrt{\frac{D_{eq} \cdot R}{11,8}} \Rightarrow I = \frac{11,8 \cdot V^2}{R} - D > 0$$

$$V < \sqrt{\frac{D_{eq} \cdot R}{11,8}} \Rightarrow E = D - \frac{11,8 \cdot V^2}{R} > 0$$

Nedostatek převýšení I ani přebytek převýšení E nemůže nabývat záporných hodnot.

Mezní hodnota přebytku převýšení je $E_{lim} = 80$ mm, **maximální hodnota přebytku** převýšení je $E_{max} = 110$ mm.

Nevyrovnané boční zrychlení

Nedostatku případně přebytku převýšení odpovídá hodnota nevyrovnaného příčného zrychlení. Jeho hodnota se vypočte podle vztahu

$$a_q = \frac{V^2}{12,96 \cdot R} - \frac{D}{153}$$

$$a_q = a_o - a_p = \frac{v^2}{R} - a_p = \frac{V^2}{12,96 \cdot R} - \frac{D}{153}$$

$$\frac{a_p}{g} = \frac{D}{s}; \quad a_p = \frac{D \cdot g}{s} = \frac{D}{153}$$

$$\frac{a_q}{g} = \frac{I}{s}; \quad a_q = \frac{I \cdot g}{s} = \frac{I}{153}$$

Nedostatek převýšení v běžné koleji

Hodnoty standardního, mezního a maximálního nedostatku převýšení v kolejích, ve kterých je hodnota nedostatku převýšení konstantní nebo plynule se měnící a ve kterých neleží výhybky a výhybkové konstrukce

Rychlost [km/h]	Standardní hodnota I_n [mm]	Mezní hodnota I_{lim} [mm]	Maximální hodnota I_{max} [mm]
$V \leq 80$	80	100	100 (130 ^c)
$80 < V \leq 230$			130 (150 ^b)
$230 < V \leq 250$	60		130 (150 ^{a,b})
$250 < V \leq 300$		80	130

^a Lze pouze pro vozidla s omezenými silovými účinky na trať (maximální hmotnost na nápravu 18 t)

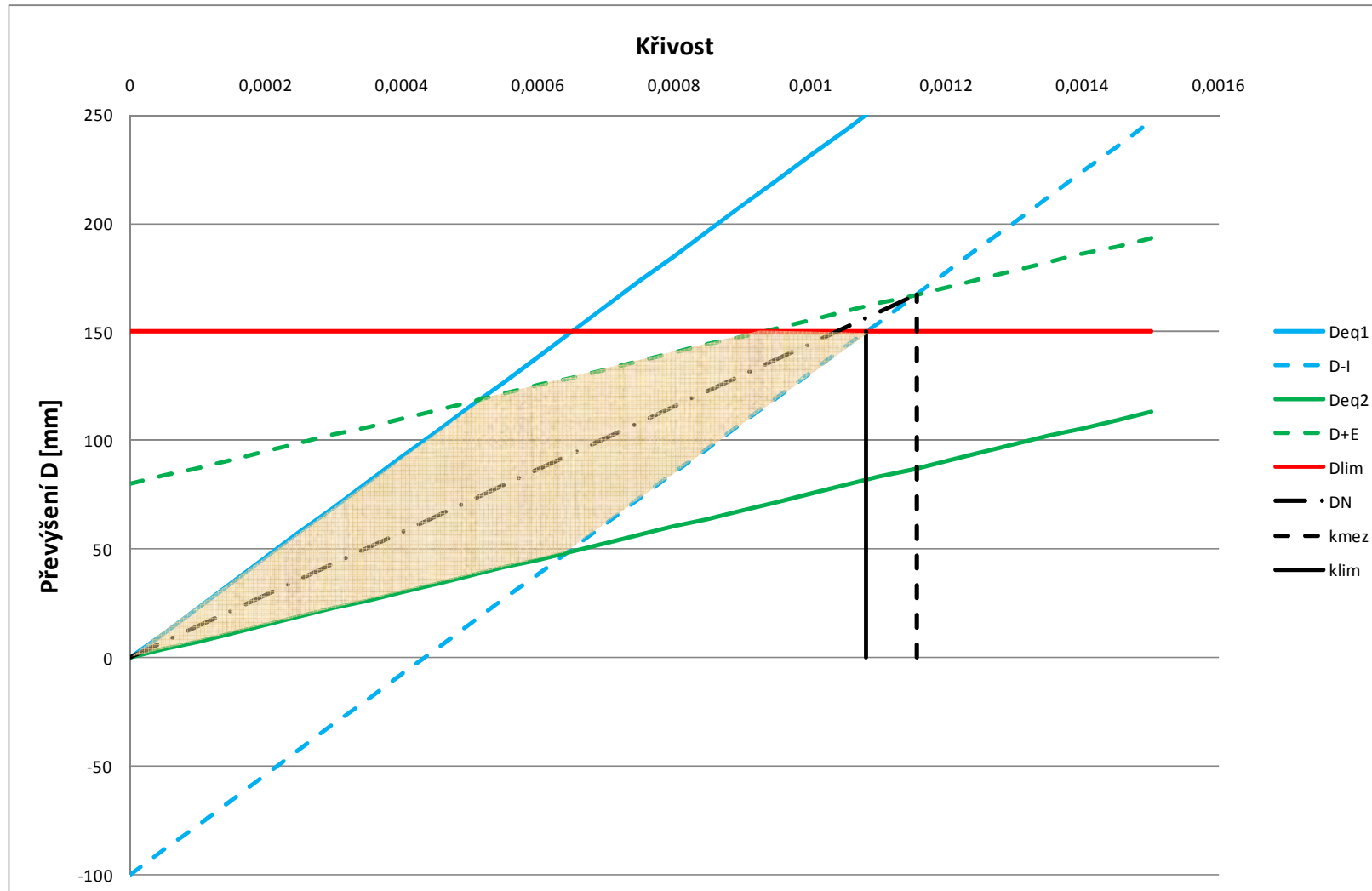
^b Lze pouze pro vozidla vlaků osobní dopravy

^c Lze pouze pro poloměr směrového oblouku $R \geq .$ V poloměrech $R <$ lze projektovat $I_{max} =$ pouze pro vozidla s omezenými silovými účinky na trať (maximální hmotnost na nápravu 18 t)

Hodnoty nedostatku převýšení vyšší než 100 mm lze navrhovat pouze v případě bezstykové koleje.

Hodnoty nedostatků převýšení z platí pro konvenční vozidla. Hodnoty nedostatků převýšení vyšší než mezní mohou využívat jen vozidla pro vyšší odpovídající hodnoty schválená, příslušná rychlost se označuje jako V_{130} (popř. V_{150}). Z tohoto důvodu musí být vždy stanovena v dokumentaci i rychlost s využitím hodnot nedostatku převýšení nepřevyšujících mezní hodnoty označená jako V .

Nedostatek a přebytek převýšení



Převýšení koleje

Nedostatek převýšení ve výhybkách a výhybkových konstrukcích

Typ konstrukce železničního svršku		V ≤ 160 [km/h]		160 < V ≤ 200 [km/h]		200 < V ≤ 300 [km/h]
		Mezní hodnoty	Maximální hodnoty	Mezní hodnoty	Maximální hodnoty	Maximální hodnoty
		I_{lim} [mm]	I_{max} [mm]	I_{lim} [mm]	I_{max} [mm]	I_{max} [mm]
Pevné jednoduché srdcovky	a	85	110 ^d	60	90	Vyloučen o
	b		100		60	
Jednoduché srdcovky s pohyblivými částmi		100	130 ^d	100	120	60
Dilatační zařízení ^c		100		80	60	60

^a Přerušená pojížděná hrana kolejnicového pásu je na vnitřní straně výhybkového oblouku

^b Přerušená pojížděná hrana kolejnicového pásu je na vnější straně výhybkového oblouku

^c Pro rychlosti $V >$ je v oblouku přípustné pouze malé dilatační zařízení

^d Pro rychlosti do 120 lze pouze pro poloměr směrového oblouku $R \geq 1000$ m. V poloměrech $R < 1000$ m lze projektovat $I_{max} =$ pouze pro vozidla s omezenými silovými účinky na trať (maximální hmotnost na nápravu 18 t), pro ostatní vozidla platí $I_{max} = 100$ mm.

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