

---

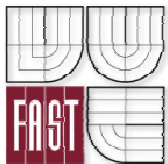
# Konstrukční uspořádání koleje

Vzestupnice

---

Otto Plášek, doc. Ing. Ph.D.

Ústav železničních konstrukcí a staveb



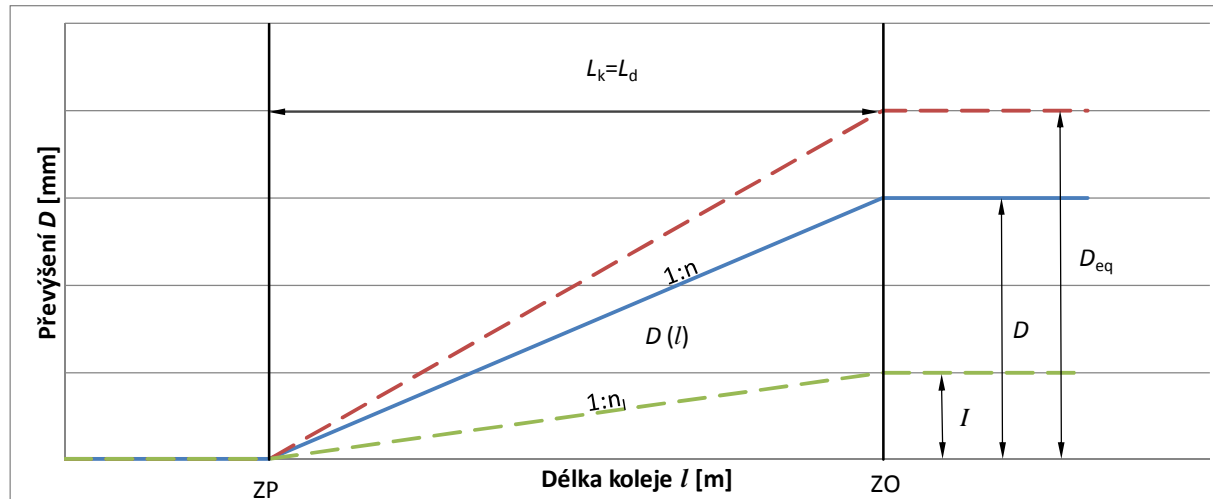
Tato prezentace byla vytvořen pro studijní účely studentů 3. ročníku bakalářského studia oboru „Konstrukce a dopravní stavby“ na Fakultě stavební VUT v Brně a nesmí být použita k žádným jiným účelům. Některé snímky prezentace bez vysvětlení na přednášce mohou být méně srozumitelné.

Vzestupnice

# Vzestupnice

- Vzestupnice je úsek koleje, v němž se plynule mění převýšení.
- Pro výškový přechod mezi úsekem koleje bez převýšení a úsekem koleje s převýšením má být projektována krajní lineární vzestupnice.
- Pokud není možné navrhnout krajní lineární vzestupnici, je možné navrhnout krajní nelineární Blossovu vzestupnici
  
- Mezi úseky koleje s rozdílnými hodnotami převýšení (při stejném smyslu křivosti) má být projektována lineární mezilehlá vzestupnice
- U oblouků opačných směrů bez mezilehlé přímé koleje se projektuje lineární vzestupnice s bodem obratu.
  
- Vzestupnice je popsána svou délkou  $L_d$  (resp.  $l_{vz}$  v případě, že je použita přechodnice tvaru kubické paraboly) a svým sklonem, definovaným maximální hodnotou časové změny převýšení  $dD/dt$  nebo ekvivalentně maximální hodnotou poměru nárůstu převýšení v závislosti na délce vzestupnice 1:n.
  
- Minimální délka vzestupnice je vypočtena z maximální hodnoty sklonu vzestupnice 1:n nebo ekvivalentně z časové změny převýšení  $dD/dt$ .

# Lineární vzestupnice



Vzorec pro výpočet lineární vzestupnice mezi úsekem koleje bez převýšení a úsekem s převýšením (krajní vzestupnice):

$$D(l) = \frac{D \cdot l}{L_d} \quad \frac{1000}{n} = \frac{D}{L_d} \quad \frac{1000}{n_I} = \frac{I}{L_d}$$

Vzorec pro výpočet lineární vzestupnice mezi úsekem koleje s převýšením  $D_1$  a úsekem s převýšením  $D_2$  (mezilehlá vzestupnice), kde  $D_1 < D_2$ :

$$D(l) = D_1 + \frac{(D_2 - D_1) \cdot l}{L_d}$$

# Sklon lineární vzesstupnice

Rychlostní pásmo	Součinitel sklonu vzesstupnice $n$ [ - ] Časová změna převýšení $(dD/dt)$ [mm/s]					
	Standardní		Mezní		Maximální / minimální	
	$n_n$	$(dD/dt)_n$	$n_{lim}$	$(dD/dt)_{lim}$	$n_{min}$	$(dD/dt)_{max}$
$V \leq 80$ km/h	10. V	27,78	6.V <sup>a</sup>	46,30 <sup>a</sup>	6.V <sup>b</sup>	46,30 <sup>b</sup>
80 km/h < $V \leq 120$ km/h			7.V	39,68	6.V	46,30
120 km/h < $V \leq 160$ km/h			8.V	34,72	7.V	39,68
160 km/h < $V \leq 200$ km/h	12. V	23,15	10.V	27,78	8.V	34,72
200 km/h < $V \leq 300$ km/h						

<sup>a</sup> Současně sklon lineární vzesstupnice nemá být větší než 1:445.  
<sup>b</sup> Současně sklon lineární vzesstupnice nesmí být větší než 1:400.

Pro přepočet změny převýšení v čase  $dD/dt$  na součinitel sklonu vzesstupnice  $n$ , je-li  $n=k \cdot V$ , platí:

$$k = \frac{277,8}{dD/dt} \qquad \frac{dD}{dt} = \frac{dD}{dl} \cdot \frac{dl}{dt} = \frac{dD}{dl} \cdot v = \frac{D}{L_d} \cdot \frac{V}{3,6} = \frac{1000}{n} \cdot \frac{V}{3,6}$$

Délka krajní lineární vzesstupnice se vypočte podle vzorce:

$$L_d = \frac{n \cdot D}{1000} \qquad L_d = \frac{V \cdot D}{3,6 \cdot dD/dt}$$

# Umístění vzestupnice

Pokud oblouk nemá přechodnice, lze navrhnout vzestupnici ležící zcela v přímé, popř. částečně v přímé a částečně v oblouku, popř. zcela v přímé nebo zcela v oblouku. Toto řešení lze navrhnout jen:

- v ostatních staničních kolejích;
- ve stísněných poměrech v kolejích hlavních staničních nebo průběžných traťových s rychlostí nejvýše 60 km/h včetně, a to pouze se souhlasem vlastníka infrastruktury.

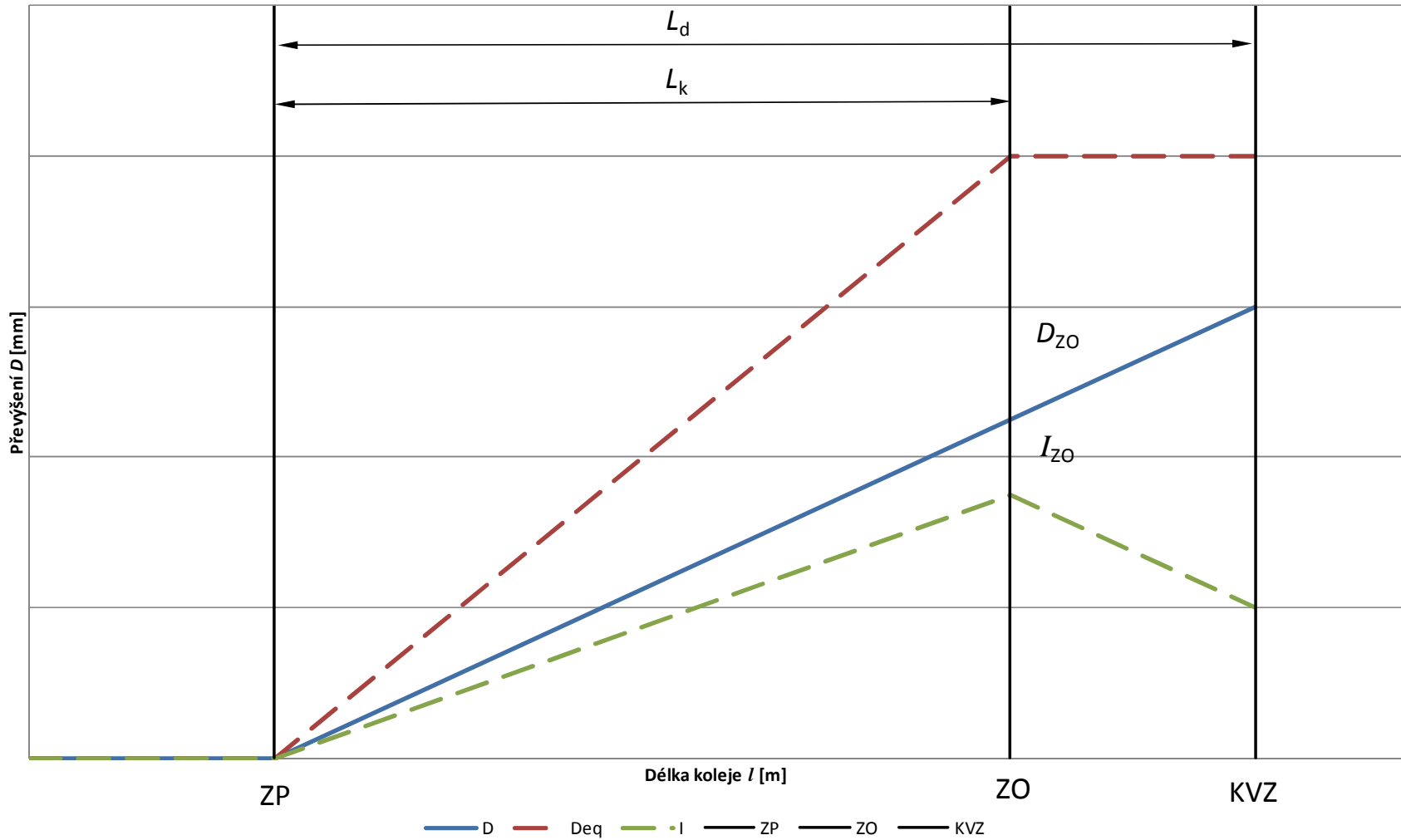
Upřednostňuje se, aby celá vzestupnice ležela v přímé, pokud to není možné, pak aby 2/3 délky vzestupnice ležely v přímé koleji a 1/3 délky vzestupnice v kružnicovém oblouku; pokud ani to není možné, musí být alespoň dodrženy podmínky  $D_{ZO} \leq 100$  mm a zároveň  $I_{ZO} \leq 100$  mm.

U oblouků s přechodnicemi má být lineární vzestupnice projektována v délce přechodnice. Začátek vzestupnice se vloží do místa začátku přechodnice a konec přechodnice se vloží do místa konce přechodnice (začátku kružnicového oblouku). Na začátku kružnicového oblouku má lineární vzestupnice dosáhnout stanovené hodnoty převýšení koleje.

Ve stísněných poměrech pro rychlosti  $V \leq 80$  km/h může být lineární vzestupnice projektována delší než odpovídající přechodnice. Začátek vzestupnice se vloží do místa začátku přechodnice, ale konec vzestupnice leží v kružnicovém oblouku. V konci přechodnice jsou převýšení a nedostatek převýšení úměrné poměru délek přechodnice a vzestupnice podle vzorců:

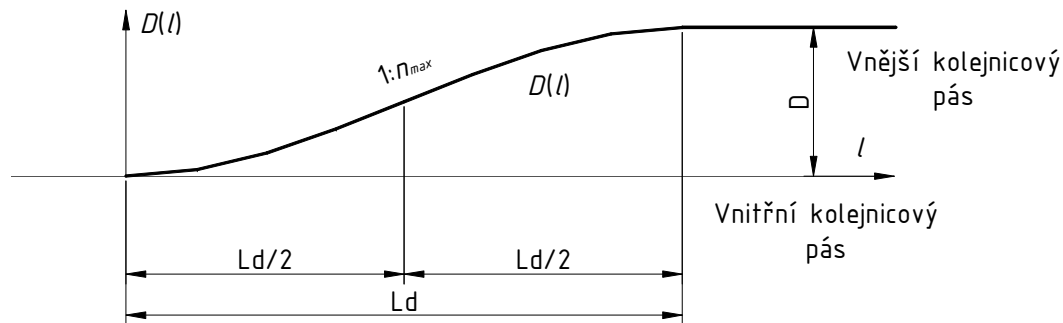
$$D_{ZO} = D \cdot \frac{L_k}{L_d} \quad I_{ZO} = \frac{11,8 \cdot V^2}{R} - D_{ZO} \quad L_K \leq \frac{I_{ZO} \cdot n_I}{1000}$$

### Délka vzestupnice větší než délka přechodnice



Vzestupnice

# Nelineární vzestupnice – dle Blossa



Rovnice vzestupnice (převýšení v libovolném bodě vzestupnice ve vzdálenosti  $l$  od začátku vzestupnice) :

$$D(l) = D \cdot \left[ 3 \cdot \left( \frac{l}{L_d} \right)^2 - 2 \cdot \left( \frac{l}{L_d} \right)^3 \right]$$

Vzájemný sklon kolejnicových pásů v libovolném bodě délky vzestupnice:

$$D'(l) = \frac{6 \cdot D}{1000} \cdot \left( \frac{l}{L_d^2} - \frac{l^2}{L_d^3} \right)$$

Poměr vzájemného sklonu kolejnicových pásů uprostřed délky vzestupnice (maximum sklonu nelineární vzestupnice) :

$$1:n_{max} = \frac{3 \cdot D}{2000 \cdot L_d}$$

# Nelineární vzestupnice – dle Blossse

Hodnoty součinitele „n“ určujícího sklon nelineární vzestupnice a časové změny převýšení  $dD/dt$  ve středu její délky

Rychlostní Pásmo	Součinitel sklonu vzestupnice $n$ [ - ]					
	Časová změna převýšení $dD/dt$ [mm/s]					
	Standardní		Mezní		Maximální / minimální	
	$n_n$	$(dD/dt)_n$	$n_{lim}$	$(dD/dt)_{lim}$	$n_{min}$	$(dD/dt)_{max}$
$V \leq 100$ km/h	-	-	$5 \cdot V^a$	$55,55^a$	$4 \cdot V^b$	69,44
$100$ km/h $< V \leq 300$ km/h	-	-	$5 \cdot V$	55,55	$4 \cdot V^c$	$69,44^b$

<sup>a</sup> Současně sklon nelineární Blossovy vzestupnice nemá v maximu sklonu nalézajícím se uprostřed její délky překročit pro rychlost vyšší než hodnotu 1 : 500.

<sup>b</sup> Současně sklon nelineární Blossovy vzestupnice nesmí v maximu sklonu nalézajícím se uprostřed její délky překročit hodnotu 1 : 400.

<sup>c</sup> Současně sklon nelineární Blossovy vzestupnice nesmí v maximu sklonu nalézajícím se uprostřed její délky překročit pro rychlost vyšší než hodnotu 1 : 600.

Délka krajní nelineární Blossovy vzestupnice odpovídající sklonu 1:n se stanoví podle vzorce:

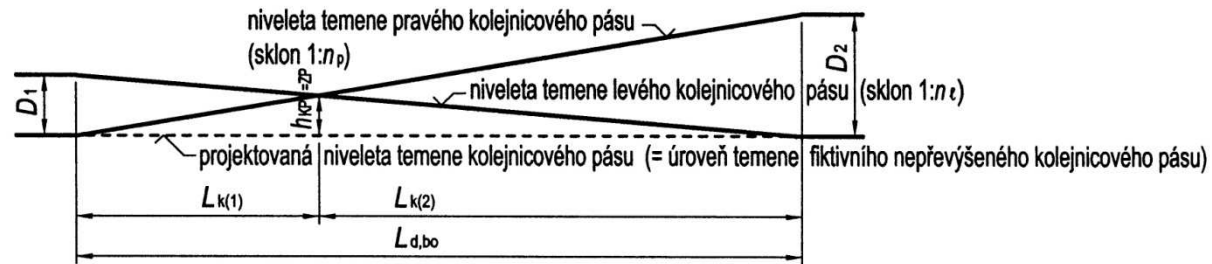
$$L_d = \frac{1,5 \cdot n \cdot D}{1000}$$

$$L_d = \frac{V \cdot D}{2,4 \cdot dD/dt}$$



# Inflexní motiv

## VZESTUPNICE LINEÁRNÍ



Vzájemný sklon kolejnicových pásů  $1:n$ ;  $n = L_{k(1)} \cdot 1000/D_1 = L_{k(2)} \cdot 1000/D_2 = L_{d,bo} \cdot 1000/(D_1 + D_2)$

$$D_1/D_2 = L_{k(1)}/L_{k(2)}$$

$$n_t = (L_{k(1)} + L_{k(2)}) \cdot 1000/D_1$$

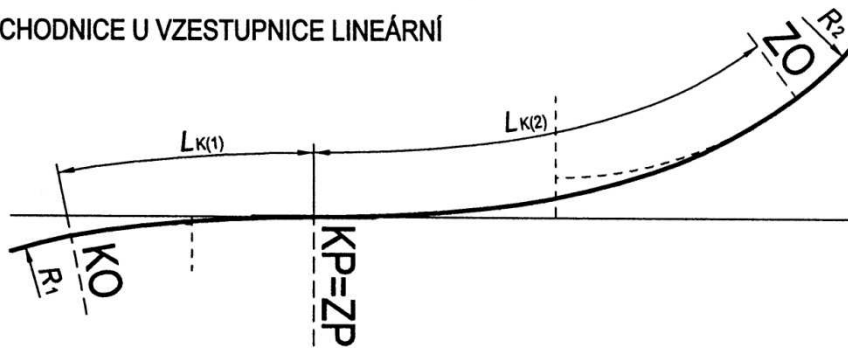
$$n_p = (L_{k(1)} + L_{k(2)}) \cdot 1000/D_2$$

Platí pro  $D_1 \neq 0 \text{ mm}$ ,  $D_2 \neq 0 \text{ mm}$ . Pokud  $D_1 = 0 \text{ mm}$  nebo  $D_2 = 0 \text{ mm}$ , navrhne se vzetupnice jen v přechodnici, přiléhající k oblouku s převýšením.

## NEDOSTATEK PŘEVÝŠENÍ V LINEÁRNÍ VZESTUPNICI



## PŘECHODNICE U VZESTUPNICE LINEÁRNÍ



---

## 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