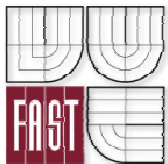

Konstrukční uspořádání koleje

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

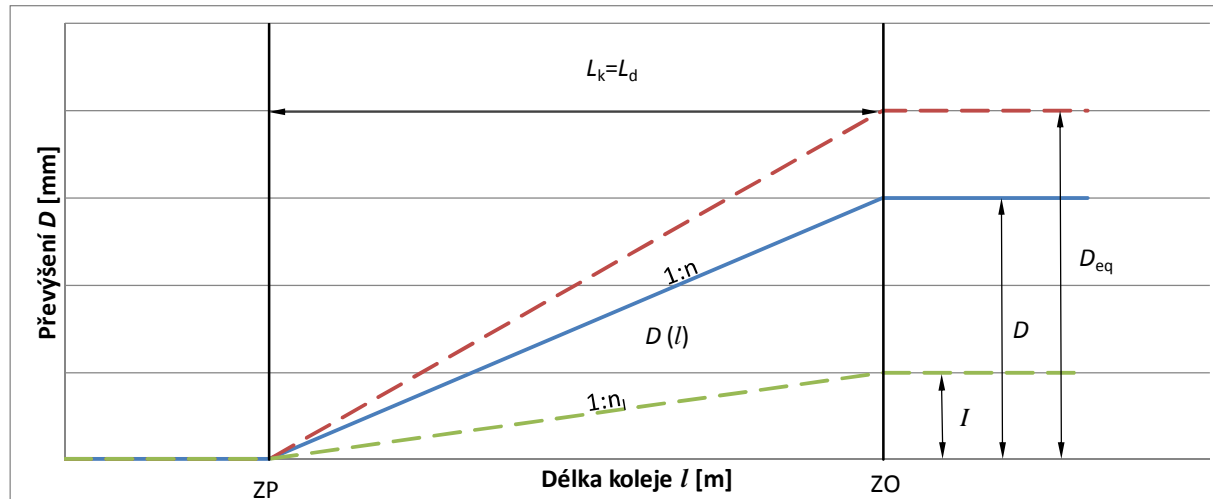
- Vzestupnice je úsek koleje, v němž se plynule mění převýšení.
- Pro výškový přechod mezi úsekem koleje bez převýšení a úsekem koleje s převýšením má být projektována krajní lineární vzestupnice.
- Pokud není možné navrhnout krajní lineární vzestupnici, je možné navrhnout krajní nelineární Blossovu 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):

$$D(l) = \frac{D \cdot l}{L_d} \quad \frac{1000}{n} = \frac{D}{L_d} \quad \frac{1000}{n_1} = \frac{I}{L_d}$$

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 vzešupnice

| Rychlostní pásmo | Součinitel sklonu vzešupnice 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 ^a | 46,30 ^a | 6.V ^b | 46,30 ^b |
| 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 | | | | | | |

^a Současně sklon lineární vzešupnice nemá být větší než 1:445.
^b Současně sklon lineární vzešupnice nesmí být větší než 1:400.

Pro přepočet změny převýšení v čase dD/dt na součinitel sklonu vzešupnice 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 vzešupnice 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.

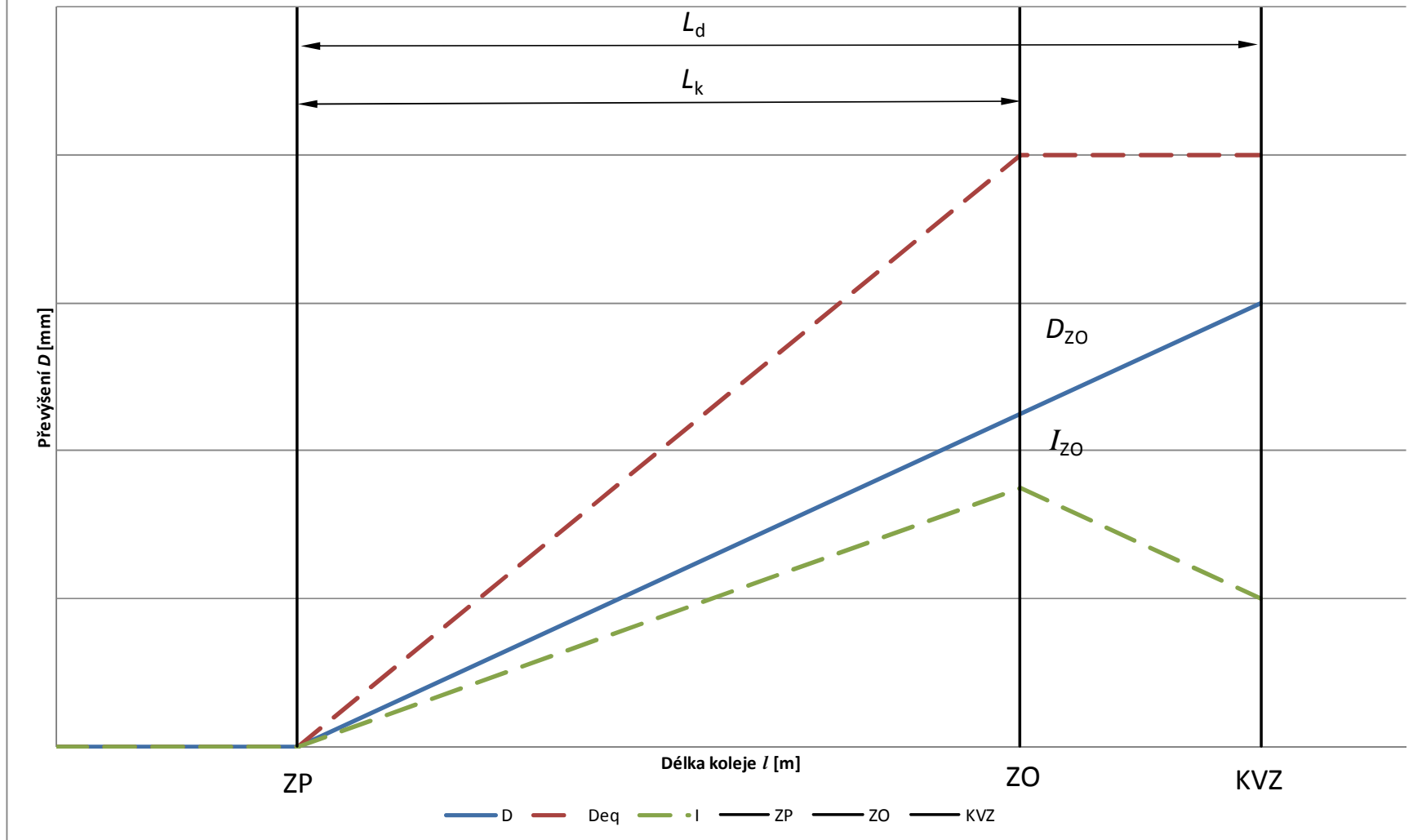
Upřednostňuje se, aby celá vzestupnice ležela v přímé, pokud to není možné, pak aby 2/3 délky vzestupnice ležely v přímé koleji a 1/3 délky vzestupnice v kružnicovém oblouku; pokud ani to není možné, musí být alespoň dodrženy podmínky $D_{ZO} \leq 100$ mm a zároveň $I_{ZO} \leq 100$ mm.

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:

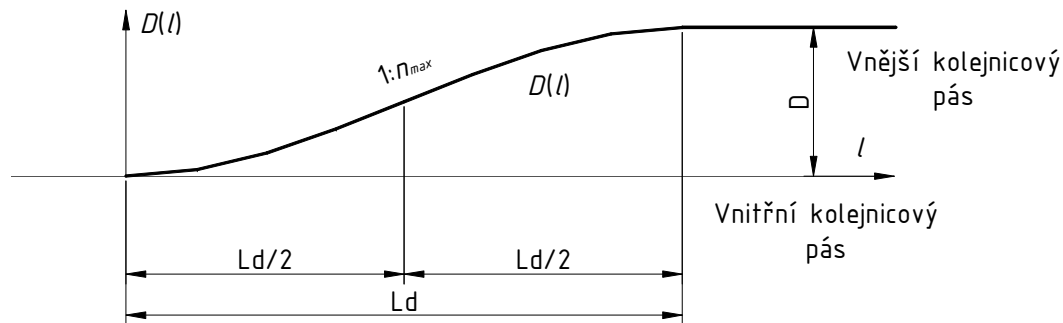
$$D_{ZO} = D \cdot \frac{L_k}{L_d} \qquad I_{ZO} = \frac{11,8 \cdot V^2}{R} - D_{ZO} \qquad L_K \leq \frac{I_{ZO} \cdot n_I}{1000}$$

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 | $4 \cdot V^c$ | $69,44^b$ |

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

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

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

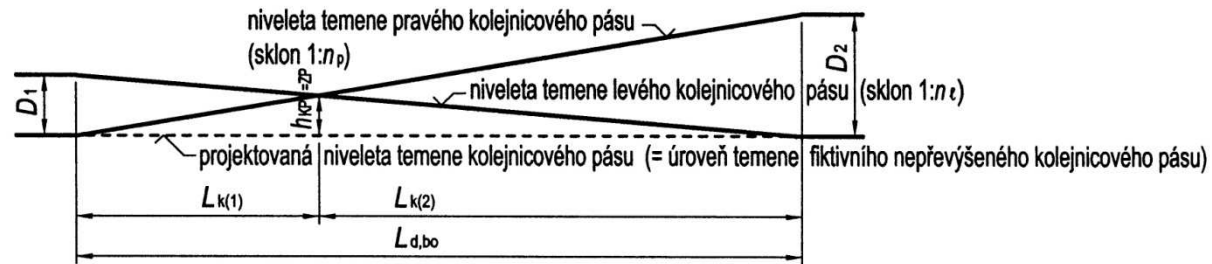
Délka krajní nelineární Blossovy vzestupnice odpovídající sklonu 1:n se stanoví podle vzorce:

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

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

Inflexní motiv

VZESTUPNICE LINEÁRNÍ



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

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

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

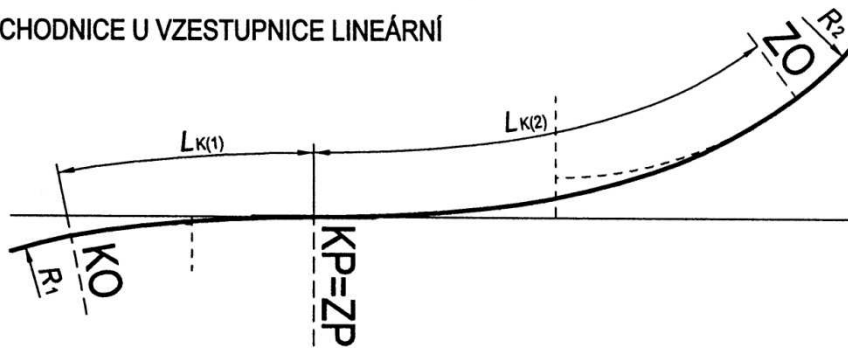
$$n_p = (L_{k(1)} + L_{k(2)}) \cdot 1000/D_2$$

Platí pro $D_1 \neq 0$ mm, $D_2 \neq 0$ mm. Pokud $D_1 = 0$ mm nebo $D_2 = 0$ 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