



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Bezstyková kolej

Teorie a zřizování

Registrační číslo: CZ.1.07/2.3.00/45.0029
Název projektu: Věda pro život, život pro vědu

Datum: 7.1.2015



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Bezстыková kolej

Teorie

Ing. Miroslava Hruzíková, Ph.D.

Ústav železničních konstrukcí a staveb

Fakulta stavební

Vysoké učení technické v Brně

Registrační číslo: CZ.1.07/2.3.00/45.0029

Název projektu: Věda pro život, život pro vědu

Datum: 7.1.2015

STYKOVANÁ KOLEJ

- volná dilatace kolejnic
- umožnění teplotní změny délky kolejnic
- šířka dilatační spáry 20 mm
 - > dynamické rázy
 - > hluk
 - > rozpad geometrických parametrů koleje
 - > snížení životnosti kolejové jízdní dráhy



www.szdc.cz

- dokonalejší součásti železničního svršku → menší dilatace kolejnic
- vhodná technologie svařování



BEZSTYKOVÁ KOLEJ

- odstranění kolejnicových styků
 - > zvýšení bezpečnosti jízdy vlaků
 - > zvýšení komfortu jízdy
 - > snížení hluku
 - > snížení nákladů na údržbu
 - > snížení dynamického namáhání koleje
 - > zvýšení stability geometrických parametrů koleje
 - > zvýšení životnosti koleje a konstrukce vozidel



HISTORIE BEZSTYKOVÉ KOLEJE

- 1933 až 1935 – první experimentální pokusy s dlouhými kolejnicovými pásy (USA)
- 1938 – návrh koleje beze spár předložen technické veřejnosti v ČR
- 1954 – první úsek bezстыkové koleje (Nepomuk – Pačejov, 1275 m)

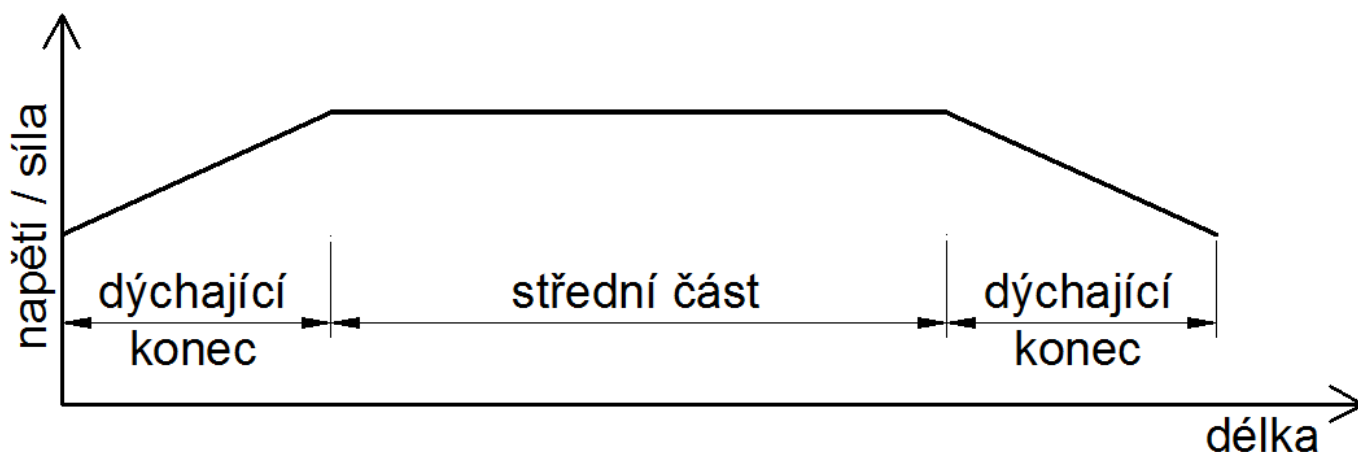
rok	délka BK	rok	délka BK
1954	5,8 km	1962	3819 km
1955	72,4 km	1963	4464 km
1956	220,4 km	1964	4700 km
1957	374,1 km	1965	4997 km
1958	641,2 km	1966	5462 km
1959	1281,5 km	1967	5917 km
1960	2173,0 km	1969	6762 km
1961	3102,0 km		

Podle konstrukce železničního svršku a podle místních teplotních podmínek se vyvinuly tři typy bezстыkové koleje:

- kolej s plným napětím od teplotních změn
 - zřizuje se v libovolných délkách
 - ukončena normálními kolejnicovými styky
- kolej s částečně regulovaným napětím
 - v délkách po 800 m
 - na konci úseků se vkládají tři vyrovnávací pole, jejichž kolejnice se na jaře a na podzim vyměňují
- kolej s dilatačním zařízením na konci
 - dilatační zařízení na koncích bezстыkové koleje

Bezстыková kolej je kolej s kolejnicovými pásy v kolejích a výhybkách (bez kolejnicových styků) o délce 150 m a větší. Kolejnicové pásy musejí být upnuty při dovolené upínací teplotě. Kolej s kratšími kolejnicovými pásy se za bezстыkovou kolej nepovažuje. [SŽDC S3/2]

Bezстыková kolej má dva **dýchající konce** a **střední část**, nebo jen dva dýchající konce.

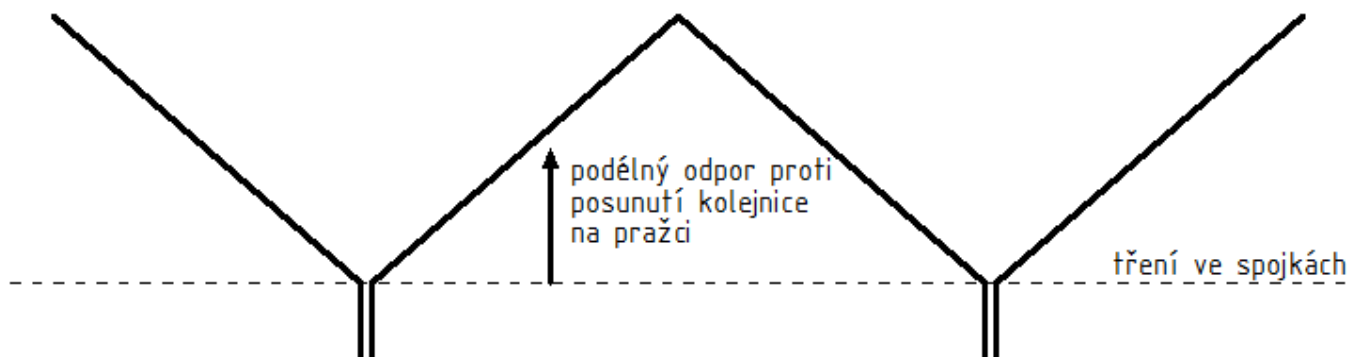


Fyzikální zákon o roztažitelnosti kolejnicové oceli platí jen pro kolejnice volně uložené.

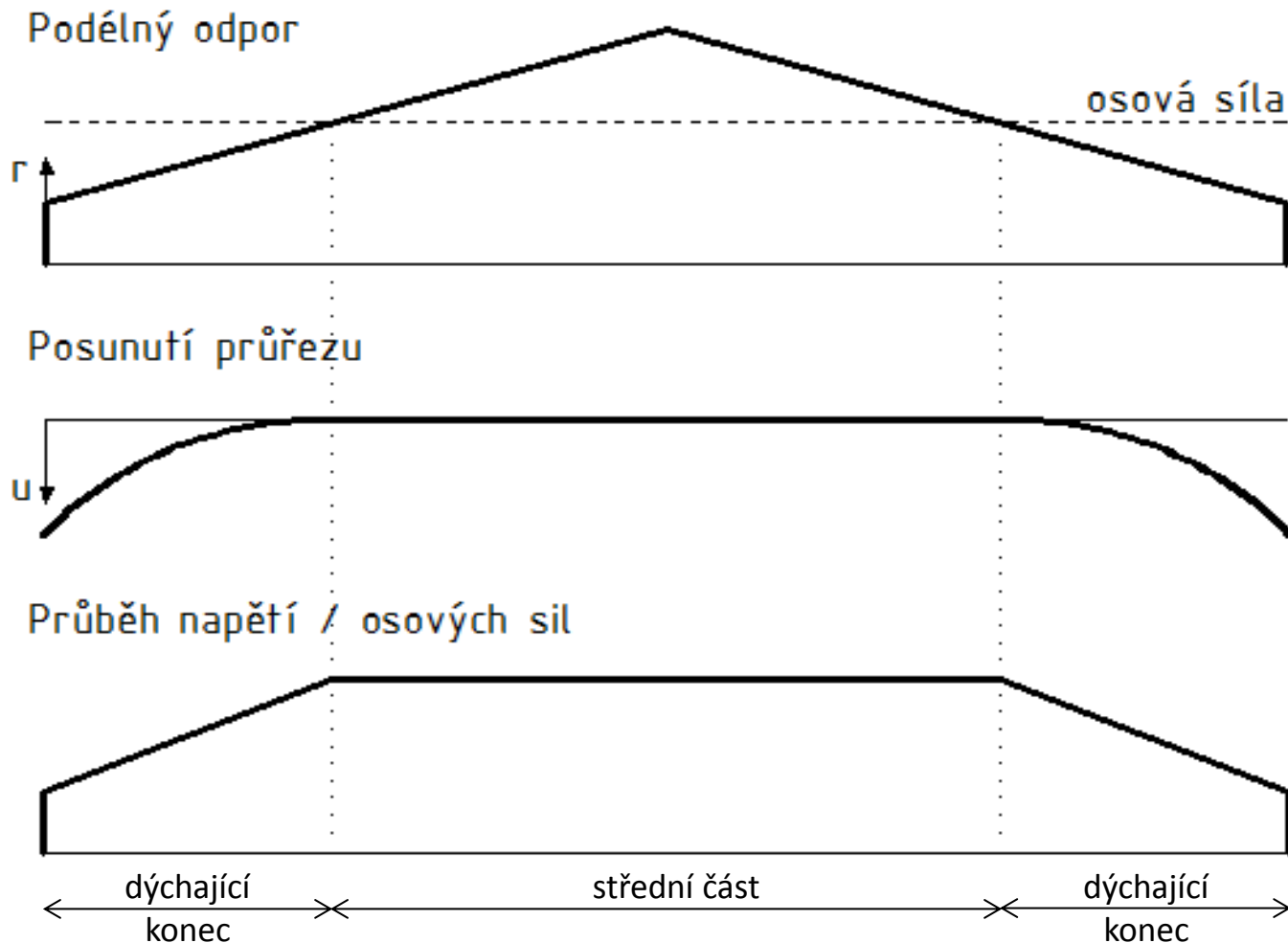
$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta T = \alpha \cdot l \cdot (T - T_N)$$

Změna délky kolejnice se uplatní až po překonání podélného odporu v místě upevnění kolejnice na pražcích a v kolejnicových spojkách.

Podélné odpory narůstají od konců kolejnic k jejímu středu.



TEORIE BEZSTYKOVÉ KOLEJE



Podélný odpor koleje je odpor proti posunutí koleje ve směru její podélné osy.

Na jeho velikost má vliv zejména:

- a) odpor proti posunutí kolejnic v uzlech upevnění
 - závisí na konstrukci upevnění, stavu podložek pod patu kolejnice, svěrné síle svěrek nebo spon a na osově vzdálenosti uzlů upevnění
- b) odpor proti podélnému posunutí kolejového roštu v kolejovém loži
 - závisí zejména na hmotnosti kolejového roštu (na hmotnosti a druhu pražců), na velikosti boční plochy pražců a na parametrech a stavu kolejového lože (na tloušťce, profilu, vlastnostech kameniva a míře stabilizace)

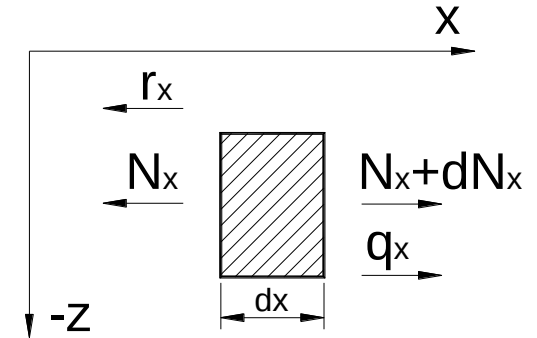
V provozované koleji se při dobrém udržovacím stavu koleje dosahuje nejméně následujících **hodnot podélných odporů**:

- 1) 7 kN proti podélnému posunutí kolejnice na podkladnici nebo pražci v jednom uzlu upevnění kolejnice.
- 2) 10 kN na 1 m koleje proti podélnému posunutí kolejového roštu v kolejovém loži, tj. 6 kN na 1 příčný pražec při rozdělení „u“.

Elementární analýza prutu

$$\frac{dN_x}{dx} = r_x - q_x \quad \varepsilon = \frac{du}{dx} - \alpha_t \cdot (T - T_N) \Rightarrow \frac{du}{dx} - \alpha_t \cdot (T - T_N) = \frac{N_x}{EA}$$

Základní diferenciální rovnice: $EA \frac{d^2 u}{dx^2} = r_x - q_x$



Hookův zákon: $\sigma = E \cdot \varepsilon$

Poměrné délkové prodloužení: $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$

Změna délky kolejnice při změně teploty: $\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta T$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{\Delta l}{l} = E \cdot \frac{\alpha \cdot l \cdot \Delta T}{l} = E \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$N = A \cdot \sigma = A \cdot E \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Osová síla a napětí ve střední části bezstykové koleje:

$$N_x = EA\alpha_t(T_N - T) \quad \sigma_x = E\alpha_t(T_N - T) \quad T_N \dots \text{neutrální teplota kolejnice } [^{\circ}\text{C}]$$

Neutrální teplota je teplota kolejnic, při níž jsou kolejnice bez podélného napětí od teplotních změn.

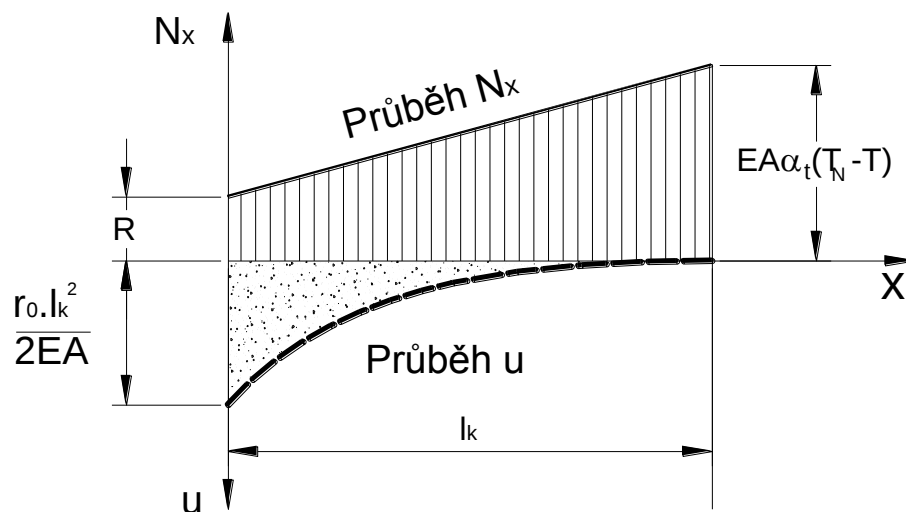
Délka dýchajícího konce:

$$l_k = \frac{EA\alpha_t(T_N - T) - R}{r_x}$$

r_x podélný odpor [N]

R osová síla v koncovém průřezu

(třecí odpor kolejnicových spojek) [N]



R osová síla v koncovém průřezu (třecí odpor kolejnicových spojek) [N]

r_x podélný odpor [N]

$$r_x = 0 \quad \text{pro } u = 0$$

$$r_x = r_0 \cdot \text{sign}(T_N - T) \quad \text{pro } u \neq 0 \quad \begin{cases} (T_N - T) > 0 & r_x = r_0 \\ (T_N - T) < 0 & r_x = -r_0 \end{cases}$$

$$R = 0 \quad \text{pro } u = 0$$

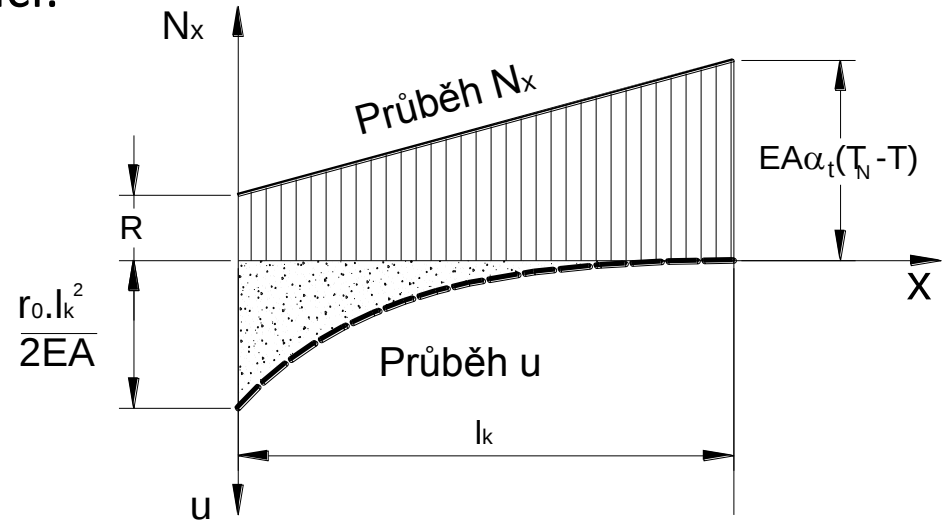
$$R = R_s \cdot \text{sign}(T_N - T) \quad \text{pro } u \neq 0 \quad \begin{cases} (T_N - T) > 0 & R = R_s \\ (T_N - T) < 0 & R = -R_s \end{cases}$$

Osová síla a napětí v dýchajícím konci:

$$N_x = r_x \cdot x + R$$

$$\sigma_x = \frac{r_x \cdot x + R}{A}$$

$$R + \int_0^{l_k} r_x dx = EA\alpha_t(T_N - T)$$



Posun v dýchajícím konci:

$$EA \frac{d^2 u}{dx^2} = r_x - q_x \Rightarrow u = \frac{r_x}{2EA} (x - l_k)^2$$

- **Bezstyková kolej** je kolej s kolejnicovými pásy v kolejích a výhybkách (bez kolejnicových styků) o délce 150 m a větší.
- **Dýchající konec** je část na začátku a konci bezstykové koleje. V dýchajícím konci dochází v důsledku teplotních změn k dilatačnímu pohybu kolejnic, který se projeví změnou velikosti koncové dilatační spáry. Délka dýchajícího konce závisí na velikosti podélného odporu koleje. Dýchající konec se uvažuje v délce 75 m.
- **Neutrální teplota** je teplota kolejnic, při níž jsou kolejnice bez podélného napětí od teplotních změn.
- **Podélný odpor** proti posunutí koleje zahrnuje zejména odpor proti posunutí kolejnic v uzlech upevnění a odpor proti podélnému posunutí kolejového roštu v kolejovém loži.

- Napětí a osová síla ve střední části bezстыkové koleje je přímo úměrná teplotnímu přírůstku a nezávisí na délce bezстыkové koleje

$$N_x = EA\alpha_t(T_N - T) \quad \sigma_x = E\alpha_t(T_N - T)$$

- Délka dýchajícího konce je přímo úměrná teplotnímu rozdílu a nepřímo úměrná podélnému odporu koleje.

$$l_k = \frac{EA\alpha_t(T_N - T) - R}{r_x}$$

- Posun dýchajícího konce bezстыkové koleje je nepřímo úměrný podélnému odporu koleje a roste se čtvercem teplotního rozdílu.

$$u = \frac{r_x}{2EA}(x - l_k)^2$$

Při zřizování a udržování bezстыkové koleje musejí být dodrženy podmínky pro:

- a) konstrukci železničního svršku kolejí a výhybek podle předpisu SŽDC S3 Železniční svršek
- b) kvalifikované řízení a kontrolu prací
- c) kvalifikovaný dozor objednatele a dohled Správce trati při realizaci a přejímání prací
- d) dokladování a evidenci údajů o zřizování a udržování bezстыkové koleje, stanovených tímto předpisem

PODMÍNKY ZŘIZOVÁNÍ BK

Bezстыková kolej se smí zřídit, pokud konstrukce železničního svršku v dostatečné míře zajišťuje potřebnou rámovou tuhost a stabilitu koleje.

Bezстыková kolej se nesmí zřizovat na neúnosném železničním spodku, v úsecích se silně znečištěným a zbahnělým kolejovým ložem, v úsecích ohrožených svážením nebo poklesy půdy a dále v kolejích se škvárovým nebo pískovým kolejovým ložem.

Železniční svršek - kolejnice

Bezстыková kolej se smí zřizovat z nových, regenerovaných i užitých kolejnic tvaru S 49 (49 E1), T, UIC 60 (60 E2, 60 E1) a R 65.

Nepřípustné vady, nevyhovující svary a deformované konce kolejnic se musí odstranit.

V kolejích 5. a 6. řádu lze na základě rozhodnutí vedoucího Správce trati bezстыkovou kolej zřídit i z užitých kolejnic jiných tvarů.

Bezстыková kolej se zpravidla zřizuje z kolejnic stejného tvaru. Podmínky pro přechod z jednoho tvaru kolejnic na jiný tvar řeší předpis SŽDC S3.

Pro použití přechodu tvaru kolejnic UIC 60/R 65 žádná omezení neplatí. Pro použití přechodu tvarů kolejnic UIC 60/S 49, R 65/S 49 (tvaru A a podobných tvarů) platí další omezení.

Železniční svršek - kolejnice

Pro použití přechodu tvarů kolejnic UIC 60/S 49, R 65/S 49 (tvaru A a podobných tvarů) v bezстыkové koleji platí tato další omezení:

1. Přechod není dovoleno použít v obloucích, v nichž musejí být použity pražcové kotvy.
2. V ostatních případech se povoluje použít přechod za těchto podmínek:
 - do vzdálenosti nejméně 50 m od místa změny tvaru kolejnic budou použity pružné svěrky v koleji s kolejnicemi o větší hmotnosti
 - do vzdálenosti 50 m od místa změny tvaru kolejnic budou osazeny pražcové kotvy v koleji s kolejnicemi menší hmotnosti, a to na každém 2. pražci u dřevěných a na každém 3. pražci u betonových pražců (podle článku 80). Ve výhybkách se v tomto případě osazují kotvy jen ve výměnové části. Při změně tvaru kolejnic uvnitř tunelu se pražcové kotvy neosazují.

Železniční svršek - kolejnice

Pro zřizování bezстыkové koleje z nových a regenerovaných kolejnic musí být použity neděrované kolejnice.

U užitých kolejnic mohou být otvory pro spojkové šrouby. Osová vzdálenost krajního otvoru od čela kolejnice nesmí být menší než 100 mm.

O výjimečném použití nových kolejnic s vrtanými konci pro zřízení bezстыkové koleje rozhodne vedoucí Správce trati. V tomto případě může být nejkratší osová vzdálenost otvoru od čela kolejnice:

- 85 mm u kolejnic tvaru UIC 60 a R 65
- 100 mm u kolejnic tvaru S 49 a T

Pro svařování musejí být konce kolejnic děleny v souladu se schváleným technologickým postupem svařování.

Železniční svršek - upevňovadla

Pro zřizování BK jsou přípustné bezpodkladnicové systémy upevnění a upevnění se žebrovými i rozponovými podkladnicemi s těmito omezeními:

- a) kolejnice tvaru R 65 nesmějí být upevněny na rozponových podkladnicích, s výjimkou ostatních staničních kolejí
- b) nesmí být použito svřek ŽS 3
- c) od konce koleje s ocelovými pražci Y musí být v přilehlé koleji s příčnými pražci do vzdálenosti nejméně 25 m použity pružné svěrky

Železniční svršek - pražce

Bezстыková kolej s příčnými pražci se smí zřizovat bez ohledu na profil kolejového lože:

1) v kolejích 1. až 5. řádu:

- s dřevěnými pražci o rozdělení nejméně „d“ (610 mm) a hustším
- s betonovými pražci o rozdělení nejméně „c“ (675 mm) a hustším

2) v kolejích 6. řádu s dřevěnými a betonovými pražci o rozdělení nejméně „c“ (675 mm) a hustším

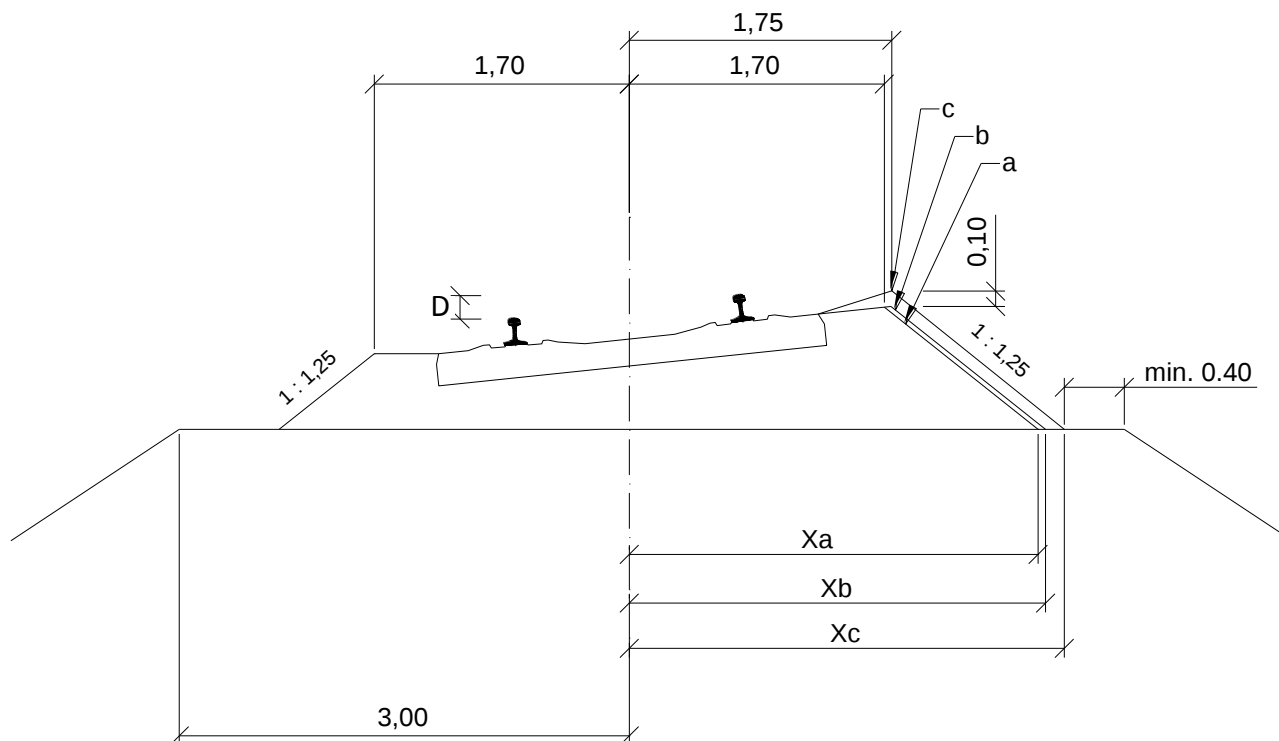
Bezстыková kolej s ocelovými pražci Y se smí zřizovat jen v kolejích traťové třídy C3/80 podle ČSN EN 15528 a s nižším účinkem:

1) o rozdělení pražců „l“ (se vzdáleností os míst podepření kolejnic 600 mm / 230 mm) jen v kolejích 5. a 6. řádu

2) o rozdělení pražců „k“ (se vzdáleností os míst podepření kolejnic 650 mm / 230 mm) jen v kolejích 6. řádu

Železniční svršek – kolejové lože

Bezстыkovou kolej lze zřizovat v přímé a v obloucích se zapuštěným i otevřeným kolejovým ložem.



Tab. 1 Směrové poměry pro zřizování bezстыkové koleje

Pražce	Kolej- nice	Nejmenší dovolený poloměr oblouku R [m] pro kolej :					
		s profilem kol.lože podle Obr. 1a	s profilem kol.lože podle Obr. 1b	s profilem kol.lože podle Obr. 1c			
				bez pražc. kotev	s pražcovými kotvami na každém		
					3.pražci	2.pražci	pražci
1	2	3	4	5	6	7	8
Dřev.	S49, T	600	500	400	330	290	230
	UIC60, R65		550	500	400	360	280
Beton.	S49, T	500	420*	280*	230*	210* ²⁾	170*
			450**	320**	260**	240** ²⁾	190**
	UIC60 R65	550*	480*	320*	260*	240*	200*
		600**	520**	360**	300**	270**	230**
Ocel. Y	S49	170 ¹⁾	pražcové kotvy se nepoužívají, rozšíření a nadvýšení kol.lože se neprovádí				

Pozn. : * při rozdělení pražců „d“ a hustším

** při rozdělení pražců „c“

1) poloměr $150 \text{ m} \leq R < 170 \text{ m}$ pouze se souhlasem OTH

2) v menším poloměru směrového oblouku musí mít vrcholové zakružovací oblouky lomu sklonu poloměr nejméně 3000 m

Železniční svršek – kolejové lože

Při použití ocelových pražců Y:

- musí být kolejové lože v plném profilu konsolidováno před zřízením závěrných svarů dynamickým stabilizátorem s řízeným poklesem
- je možno ponechat původní šířku koruny kolejového lože 2 600 mm pouze v případě oprav a údržby regionálních drah s kolejemi 6. řádu
- se nadvýšení a rozšíření kolejového lože neprovádí

Směrové a sklonové poměry

Začátek a konec bezстыkové koleje nesmí být umístěn ve směrovém oblouku malého poloměru, včetně jeho přilehlých přechodnic.

Bezстыková kolej se smí zřizovat v kolejích:

a) s příčnými pražci:

- s otevřeným kolejovým ložem v přímé a v obloucích podle tabulky 1 předpisu SŽDC S3/2
- se zapuštěným kolejovým ložem:
 - ✓ bez převýšení koleje v přímé a v obloucích až do poloměru $R \geq 170$ m
 - ✓ s převýšením koleje v obloucích až do poloměru (s případným osazením pražcových kotev) podle tabulky 1 předpisu SŽDC S3/2

Rozšíření a nadvýšení zapuštěného kolejového lože se neprovádí.

Směrové a sklonové poměry

Bezstyková kolej se smí zřizovat v kolejích:

a) s příčnými pražci:

...

b) s ocelovými pražci Y:

- v přímé a v obloucích až do poloměru uvedeného v tabulce 1
- ve vrcholovém zakružovacím oblouku lomu sklonu nivelety o poloměru 3500 m a větším
- s maximálním převýšením koleje 100 mm

Tab. 1 Směrové poměry pro zřizování bezстыkové koleje

Pražce	Kolej- nice	Nejmenší dovolený poloměr oblouku R [m] pro kolej :					
		s profilem kol.lože podle Obr. 1a	s profilem kol.lože podle Obr. 1b	s profilem kol.lože podle Obr. 1c			
				bez pražc. kotev	s pražcovými kotvami na každém		
					3.pražci	2.pražci	pražci
1	2	3	4	5	6	7	8
Dřev.	S49, T	600	500	400	330	290	230
	UIC60, R65		550	500	400	360	280
Beton.	S49, T	500	420*	280*	230*	210* ²⁾	170*
			450**	320**	260**	240** ²⁾	190**
	UIC60 R65	550*	480*	320*	260*	240*	200*
		600**	520**	360**	300**	270**	230**
Ocel. Y	S49	170 ¹⁾	pražcové kotvy se nepoužívají, rozšíření a nadvýšení kol.lože se neprovádí				

Pozn. : * při rozdělení pražců „d“ a hustším

** při rozdělení pražců „c“

1) poloměr $150 \text{ m} \leq R < 170 \text{ m}$ pouze se souhlasem OTH

2) v menším poloměru směrového oblouku musí mít vrcholové zakružovací oblouky lomu sklonu poloměr nejméně 3000 m

Registrační číslo: CZ.1.07/2.3.00/45.0029

Název projektu: Věda pro život, život pro vědu

Pražcové kotvy

Pražcové kotvy se používají v kolejích s příčnými pražci:

- s otevřeným kolejovým ložem podle tabulky 1
- se zapuštěným kolejovým ložem s převýšením koleje podle sloupců 6 až 8 v tabulce 1

V přechodnicích se pražcové kotvy montují až do místa, kde křivost odpovídá příslušnému poloměru ve z tabulky 1.

Pokud je před začátkem výhybky oblouk, který pokračuje do výhybky a osazují-li se v tomto oblouku pražcové kotvy podle tabulky 1, osadí se tyto kotvy obdobně i ve výměnové části jednoduché výhybky, a to ve střední části pražce.

Pražcové kotvy

Pražcové kotvy se montují:

- ve směrovém oblouku do střední části pražců, excentricky směrem k vnitřnímu kolejnicovému pásu, vždy mimo pracovní prostor pěchů automatické strojní podbíječky
- v přímé do střední části pražce vystřídaně s ohledem na funkční plochy kotev

Při montáži pražcové kotvy se odhrne štěrk v sousedních mezipražcových prostorech do potřebné hloubky pod úložnou plochu pražce. Po namontování pražcové kotvy se doplní kolejové lože, pražce se řádně podbijí, homogenizuje se prostor z obou stran lopatky kotvy a doplní se kolejové lože do předepsaného profilu.

Bezстыková kolej na poddolovaném území

Bezстыková kolej se smí zřizovat na poddolovaném území s doznívajícími účinky důlní činnosti a nárůstem relativních poklesů, nepřesahujícím 200 mm za rok.

V hlavních kolejích smí být bezстыková kolej zřízena na základě rozhodnutí vedoucího Správce trati, v ostatních staničních kolejích na základě rozhodnutí určeného zaměstnance Správce trati.

Pro zřízení a udržování bezстыkové koleje musejí být dále dodrženy podmínky:

- Správce trati má informace o projevech důlní činnosti a o výhledových záměrech revíru
- měření dilatačních spar a vyhodnocení měření, příp. kontrola stavu upevňovadel a prostorové polohy koleje
- podmínky směrové a výškové úpravy koleje viz S3/2
- pravidelná měření poklesů, evidence udržovacích zásahů

Bezстыková kolej v tunelech

S ohledem na teplotní změny a na změny velikosti podélných a příčných odporů koleje v oblasti portálů tunelů je dovoleno v tunelech a přilehlé koleji zřizovat průběžnou bezстыkovou kolej za těchto podmínek:

- a) při délce tunelu do 300 m (mezi portály) je dovolená upínací teplota $+17^{\circ}\text{C}$ až $+23^{\circ}\text{C}$ jako v běžné koleji
- b) při délce tunelu větší než 300 m (mezi portály) mohou být kolejnice upnuty při upínací teplotě od $+5^{\circ}\text{C}$ až do $+23^{\circ}\text{C}$ podle vzdálenosti od portálu tunelu (viz S3/2)

Zasahuje-li do tunelu oblouk o poloměru uvedeném v tabulce 1, osazují se pražcové kotvy uvnitř tunelu pouze do 50 m od portálu.

Bezстыková kolej na mostech se provádí dle ustanovení předpisu SŽDC S3.

PORUCHY BEZSTYKOVÉ KOLEJE

Na rozložení podélných osových sil v bezстыkové koleji má vliv:

- stav štěrkového lože
- závady na železničním spodku
- provozní účinky, brždění a rozjíždění vlakových souprav
- nerovnoměrné teplotní zatížení – různé oslunění či zastínění mraky či okolím, tunely, mosty, ...

Působící teplotní zatížení v závislosti na podélném odporu koleje, konstrukci železničního svršku apod. může vést ke koncentraci napětí a sil v částech bezстыkové koleje a vytvářet tak potenciálně nebezpečná místa.

Teplotní zatížení kolejnic: -30°C až $+60^{\circ}\text{C}$

PORUCHY BEZSTYKOVÉ KOLEJE

Dvě základní kategorie poruch konstrukce bezстыkové koleje

- vybočení koleje
- lom kolejnice



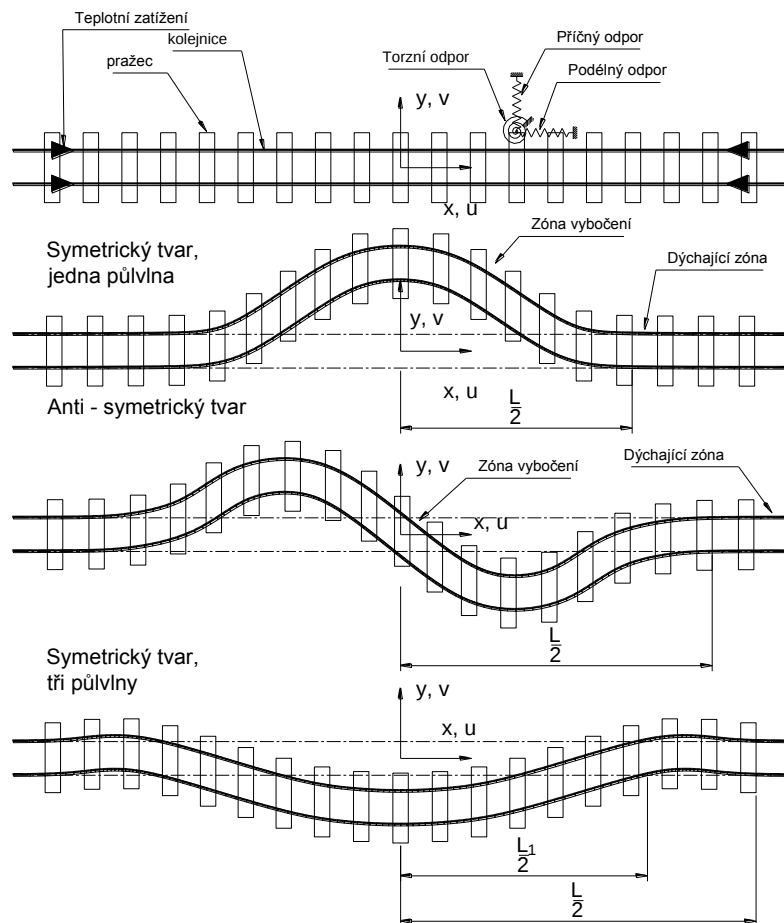
Při **tlakovém namáhání** kolejnic, které nastává při kladném teplotním přírůstku, je kolejový rošt namáhán na vzpěr a hrozí **ztráta** jeho **stability** a následně **vybočení** bezstykové koleje.

- boční výchylky 0,5 – 0,75 m
- vlnová délka poruchy 8 – 20 m (v závislosti na konstrukci koleje)

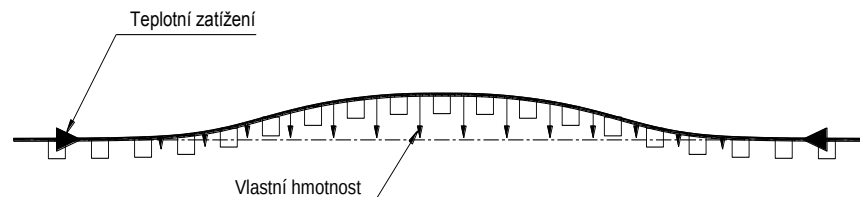
K vybočení dochází zpravidla **ve vodorovné rovině**, **ve svislé rovině** je méně časté. Tvar výsledné deformační křivky je závislý na průběhu počátečních imperfekcí geometrické polohy koleje.

VYBOČENÍ KOLEJE

Vybočení ve vodorovné rovině



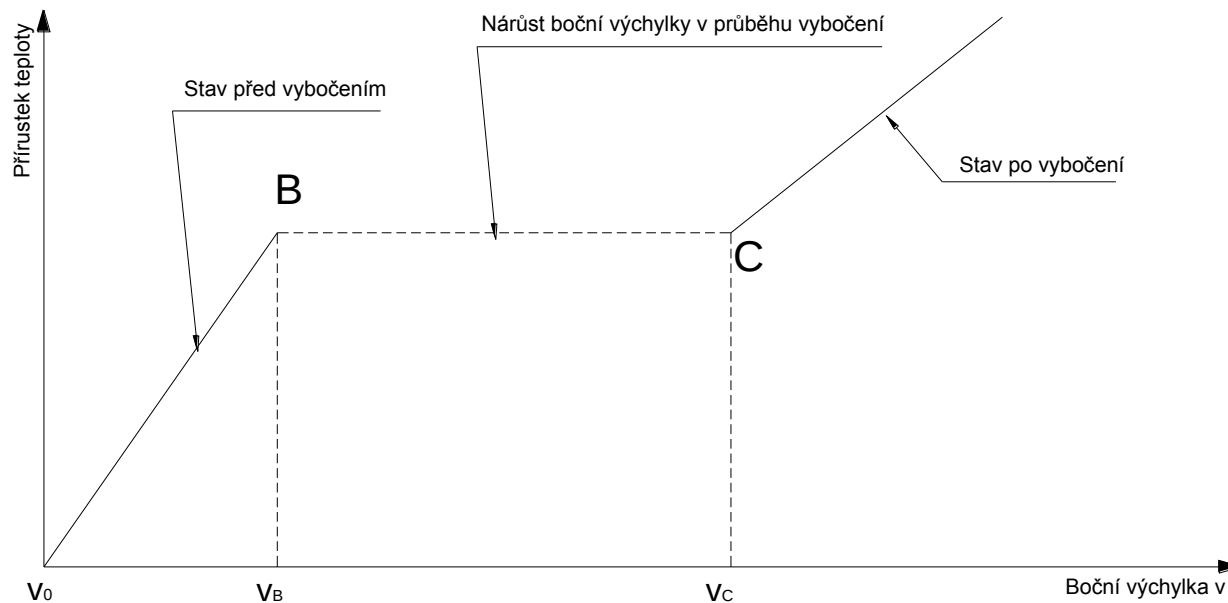
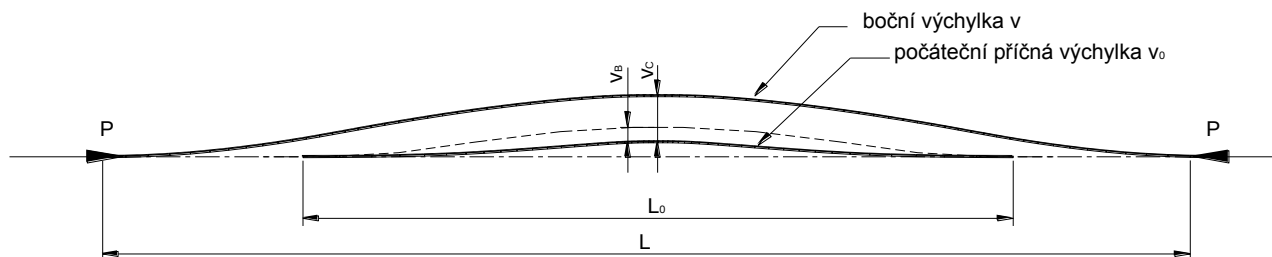
Vybočení ve svislé rovině



V ideálně přímých úsecích příčné síly vyvolané změnou teploty na kolejový rošt nepůsobí. Teprve při směrovém vychýlení koleje nebo v zakřivených úsecích nabývají příčné síly větších hodnot.

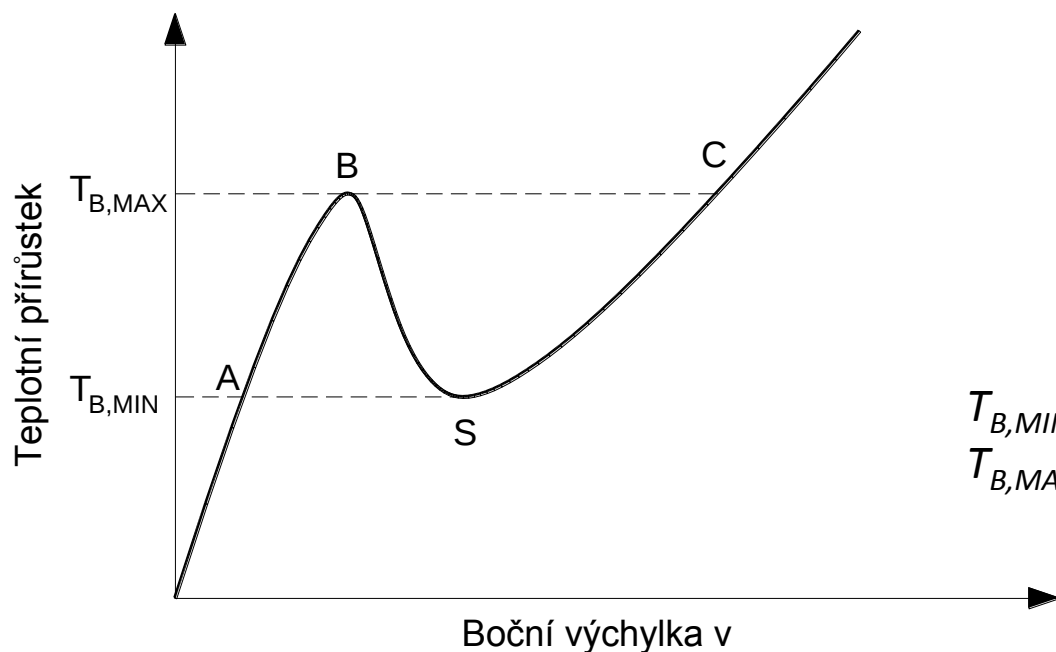
Podstatný vliv na vybočení koleje mají počáteční příčné odchylky od ideální geometrické polohy koleje.

TEORIE STABILITY BEZSTYKOVÉ KOLEJE



Většina vybočení bezstykové koleje připadá na vrub dynamického vybočení.

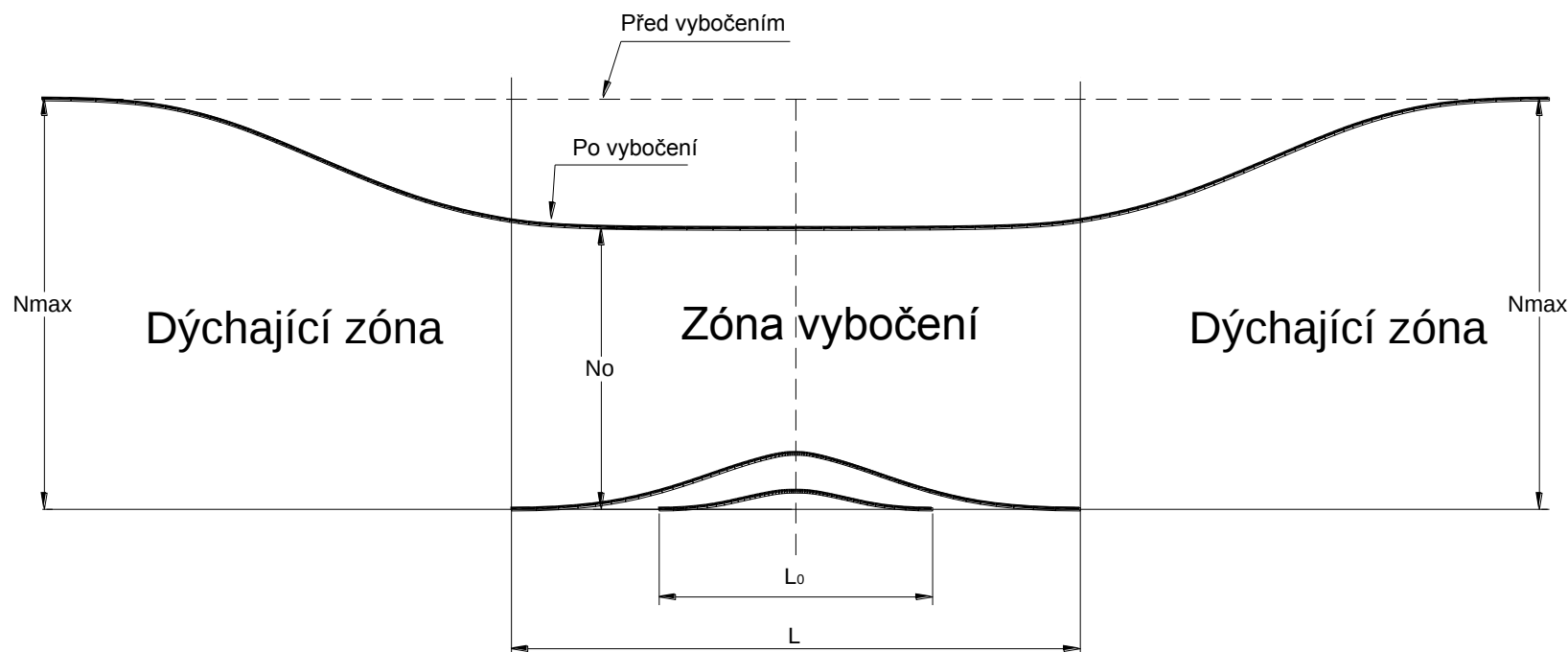
Při nárůstu teploty z bodu A křivky může po dosažení této teploty kolej vybočit při dostatečném vnějším impulzu (např. zatížení vozidly). Kolej bez přispění vnějších sil vybočení v bodě B při dosažení $T_{B,MAX}$.



$T_{B,MIN}$... minimální teplota vybočení
 $T_{B,MAX}$... maximální teplota vybočení

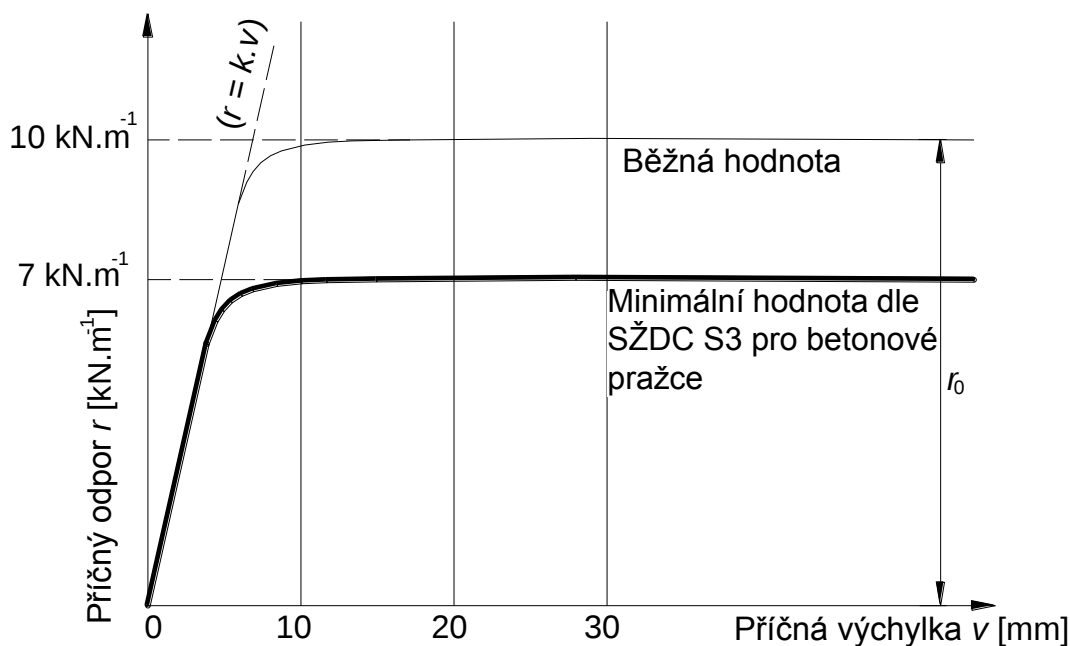
TEORIE STABILITY BEZSTYKOVÉ KOLEJE

Při vybočení koleje dojde k poklesu osových sil v zóně vybočení, okolní zóny mají chování dýchajících konců.



TEORIE STABILITY BEZSTYKOVÉ KOLEJE

Příčný odpor koleje je odpor proti směrovému posunutí koleje. Na jeho velikost má vliv zejména hmotnost a tuhost kolejového roštu (hmotnost a druh kolejnicových podpor), parametry a stav kolejového lože (tloušťka, profil, vlastnosti kameniva a míra homogenizace).



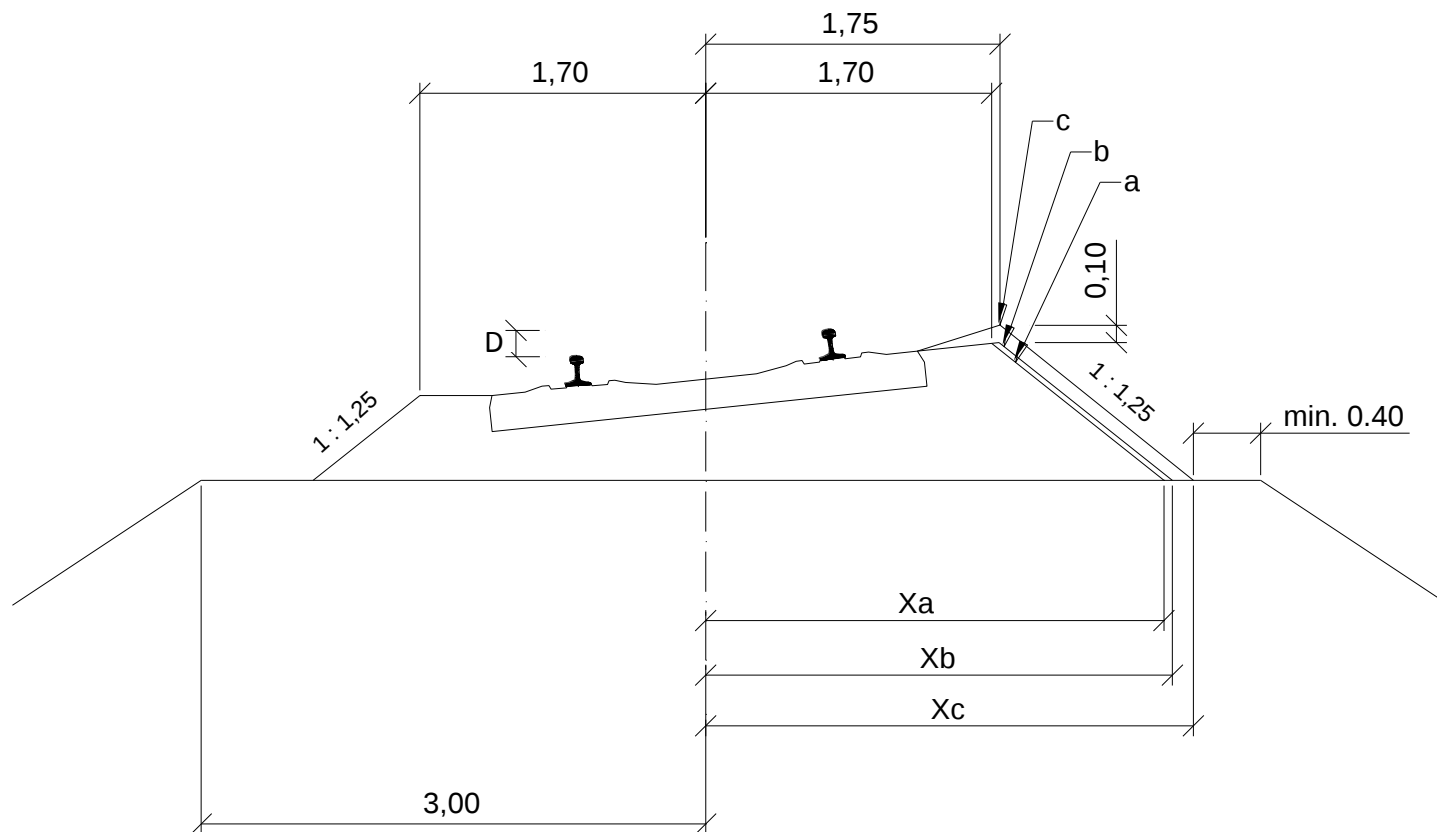
Typický průběh příčného odporu v závislosti na příčné výchylce koleje

Průměrné **hodnoty příčných odporů** proti směrovému posunutí kolejového roštu v otevřeném kolejovém loži v provozované koleji:

- 1) 7 kN na 1 m koleje u koleje s betonovými pražci, tj. 4,2 kN na 1 pražec (odpovídá pražcům typové řady SB),
- 2) 5 kN na 1 m koleje u koleje s dřevěnými pražci, tj. 3 kN na 1 pražec,
- 3) osazením pražcové kotvy se zvýší příčný odpor pražce nejméně o 10 kN, tj. na 14,2 kN u betonového a na 13 kN u dřevěného pražce.
- 4) 11,1 kN na 1 ocelový pražec Y, tj. 8,9 kN při rozdělení pražců „I“ a 8,4 kN při rozdělení pražců „k“ na 1 m koleje

Podíl rámové tuhosti kolejového roštu na velikosti odporu proti směrovému posunutí koleje se v literatuře neuvádí. Rámová tuhost závisí na dodržení podmínek pro konstrukci železničního svršku.

PODMÍNKY ZŘIZOVÁNÍ BK



Tab. 1 Směrové poměry pro zřizování bezстыkové koleje

Pražce	Kolej-nice	Nejmenší dovolený poloměr oblouku R [m] pro kolej :					
		s profilem kol.lože podle Obr. 1a	s profilem kol.lože podle Obr. 1b	s profilem kol.lože podle Obr. 1c			
				bez pražc. kotev	s pražcovými kotvami na každém		
					3.pražci	2.pražci	pražci
1	2	3	4	5	6	7	8
Dřev.	S49, T	600	500	400	330	290	230
	UIC60, R65		550	500	400	360	280
Beton.	S49, T	500	420*	280*	230*	210* ²⁾	170*
			450**	320**	260**	240** ²⁾	190**
	UIC60 R65	550*	480*	320*	260*	240*	200*
		600**	520**	360**	300**	270**	230**
Ocel. Y	S49	170 ¹⁾	pražcové kotvy se nepoužívají, rozšíření a nadvýšení kol.lože se neprovádí				

Pozn. : * při rozdělení pražců „d“ a hustším

** při rozdělení pražců „c“

1) poloměr $150\text{ m} \leq R < 170\text{ m}$ pouze se souhlasem OTH

2) v menším poloměru směrového oblouku musí mít vrcholové zakružovací oblouky lomu sklonu poloměr nejméně 3000 m

Při záporném teplotním přírůstku jsou kolejnice vystaveny **tahovým silám**. Tyto síly mohou způsobit lom kolejnice, který nastává v místech metalurgických nebo jiných vad.

Vzniklá spára po lomu kolejnice je zpravidla malá, asi **75 mm**.

Vliv na velikost spáry má podélný odpor koleje (držebnost upevňovadel, kolejové lože).

Lom kolejnice zpravidla nezpůsobí vykolejení vozidla a v koleji s kolejovými obvody je na dálku **detekovatelné**. Proto se rozmezí upínacích teplot posouvá směrem k vyšším teplotám, aby se zamezilo nebezpečnému vybočení koleje.

- [1] SŽDC S3. *Železniční svršek. Změna č. 2*. Schváleno dne 27. 8. 2014 pod č.j. S 34271/2014-O13, účinnost od 1. 10. 2014
- [2] SŽDC (ČD) S3/2. *Bezстыková kolej*. Schváleno generálním ředitelem SŽDC dne 24. 5. 2013 pod č.j. S11167/2013-OTH 2013, účinnost od 1. 9. 2013
- [3] PLÁŠEK, O., ZVĚŘINA, P., SVOBODA, R., MOCKOVČIAK, M. *Železniční stavby. Železniční spodek a svršek*. 1. vyd., Brno: CERM, 2004. 291 str. ISBN 80-214-2621-7
- [4] ESVELD, C. *Modern Railway Track*. Second Edition. Delft, MRT – Production, 2001, 2nd ed. 654 p. ISBN 90-800324-3-3



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Děkuji za pozornost

Ing. Miroslava Hruzíková, Ph.D.

Ústav železničních konstrukcí a staveb
Vysoké učení technické v Brně

hruzikova.m@fce.vutbr.cz
+420 541 147 326