

ŽELEZNIČNÍ STAVITELSTVÍ

(příprava přednášek)

Obsah

1	ŽELEZNIČNÍ STAVBY	3
1.1	Základní železniční názvosloví	3
1.2	Rozdělení drah	4
1.3	Geometrické uspořádání koleje	5
1.3.1	Rozchod koleje	5
1.3.1.1	Rozšíření rozchodu koleje	6
1.3.2	Převýšení koleje	7
1.3.3	Vzestupnice	8
1.4	Průjezdny průřez a obrys vozidla	11
2	Směrové oblouky	13
2.1	Kružnicový oblouk s přechodnicemi	13
2.2	Přechodnice	15
2.2.1	Přechodnice ve tvaru kubické paraboly	15
2.3	Vytyčovací prvky kružnicového oblouku s přechodnicemi	18
3	Sklonové poměry	21
4	Konstrukce železniční tratě	23
4.1	Železniční spodek	24
4.1.1	Konstrukční vrstvy železničního spodku	24
4.1.2	Odvodnění tělesa železničního spodku	26
4.2	Železniční svršek	27
4.2.1	Konstrukce koleje	27
4.2.2	Kolejnice	30
4.2.2.1	Tvary kolejnic ČD	31
4.2.2.2	Délky kolejnic	32
4.2.3	Kolejnicové podpory (pražce)	33
4.2.4	Upevnění kolejnic	38
5	Výhybky	43
5.1	Geometrické uspořádání výhybek	43
5.1.2	Jednoduchá výhybka	43
5.2	Kolejové křižovatky	48
6	Stanice a uzly	52
6.2	Vybavení železničních stanic	54
6.3	Sdělovací a zabezpečovací zařízení	55
6.4	Vlečky	56

1 ŽELEZNIČNÍ STAVBY

1.1 Základní železniční názvosloví

Kolej jsou dvě kolejnice upevněné na pražcích na vzdálenost, která se nazývá rozchod koleje.

Kolejové pole je smontovaná kolej na délku kolejnice (obvykle 25 m).

Kolejový pás tvoří za sebou upevněné kolejnice v koleji.

Železniční trať je jedna nebo více kolejí včetně všech zařízení pro železniční provoz.

Širá trať je část trati mezi vjezdovými návěstidly dvou sousedních stanic.

Drážní pozemek vymezený mezníky ohraničuje plochu, ve které musí být zajištěn bezpečný provoz dráhy na zemním tělese včetně příslušných staveb.

Železniční spodek je především konstrukce zemního tělesa železniční tratě (výkop, násep, odřez). Tento pojem zahrnuje dále odvodňovací zařízení (příkopy, trativody), objekty v zemním tělese (zdi, propustky, mosty, tunely), nástupiště, rampy a další účelová zařízení a vybavení tratí a stanic.

Železniční svršek tvoří nosnou a vodicí dráhu pro železniční vozidla.

Hmotnost na nápravu je hmotnost, jíž působí jedna náprava železničního vozidla na kolej. U ČD se počítá s maximální hmotností 22 t.

Průjezdny průřez vymezuje volný prostor podél koleje pro bezpečný průjezd železničních vozidel.

Obrys pro vozidla (ložná míre) jsou nejvýše přípustné rozměry vozidel a nákladu (šířka a výška) v rovině kolmé k ose koleje. Je vždy menší než průjezdny průřez.

Zhlaví je rozvětvení kolejí pomocí výhybek.

Námezník je vodorovný trámec mezi dvěma sbíhajícími se kolejemi. Označuje místo, kam až může být jedna kolej obsazena vozidly, aniž je ohrožena jízda vozidel po sousední koleji.

Traťový odpor je souhrn odporů proti tažné síle lokomotivy a je závislý na sklonových a směrových poměrech trati.

Jízdní odpory proti tažné síle lokomotivy jsou souhrnem tření v ložiskách vozidel, tření kola o kolejnici a odporem prostředí (vzduchu).

Návěstní a dopravní předpisy jsou ustanovení, podle kterých se řídí provoz na trati a ve stanicích.

Traťové hospodářství je služební odvětví oboru železniční dopravy, která pečuje o řádný a bezporuchový stav tratí a staveb.

Železnice je dopravní cesta s kolejnicemi, určená pro pohyb železničních vozidel.

Železniční doprava je zaměřena na organizované přemísťování vozů, dopravních prostředků a na všechny úkony, které s tím přímo souvisejí (obsluha výhybek, sestavování vlaků, chod vlaků apod.).

Železniční přeprava je vlastní přemísťování osob a zboží a zahrnuje všechny práce s tím související, jako např. výdej cestovních jízdenek, přijímání cestovních zavazadel k přepravě atd.

1.2 Rozdělení drah

Dráhy se rozdělují z různých hledisek:

a) podle zákona,

Dráhy definuje zákon č. 266/1994 Sb. o drahách. Dráhou je cesta určená k pohybu drážních vozidel včetně pevných zařízení potřebných k zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy.

Rozdělení drah podle zákona o drahách:

- železniční
 - celostátní
 - regionální
 - vlečka
 - speciální dráha
- tramvajová
- trolejbusová
- lanová

Zákon se nevztahuje na dráhy:

- důlní
- průmyslové a přenosné
- lyžařské vleky

b) podle rozchodu koleje se dráhy dělí na:

- normálního rozchodu, s rozchodem v přímé 1 435 mm,
- úzkorozchodné, s rozchodem menším než 1 435 mm (např. u ČD trať Jindřichův Hradec - Obrataň). Pro dráhy polní, lesní, důlní atd. jsou normalizovány rozchody 1 000 mm a 760 mm,
- širokorozchodné, s rozchodem větším než 1 435 mm (např. 1 524 milimetrů v Rusku a Finsku).

c) podle trakce (pohonu):

- parní,
- elektrické,
- motorové.

d) podle provedení vodící dráhy:

- adhezní,
- ozubnicové.

Adhezní dráhy využívají tření při valení kola po kolejnici, které se projevuje jako odpor hnacích kol na vodící dráze při přenosu tažné (brzděné) síly. Velikost adheze závisí na materiálu kol a kolejnici, na hmotnosti lokomotivy, na druhu trakce atd.

Na horských úsecích trati nepostačí již k pohybu vlaku jen tření mezi kolem a kolejnici. V ose koleje se umístí ozubená ocelová pásnice - ozubnice. Do ozubnice zapadají ozubená hnací kola na spodku lokomotivy, přičemž pojezdová kola lokomotivy se pohybují po normální

kolejnicí (např. trať Tanvald - Polubný - Kořenov, která používá ozubnice jen v úsecích se stoupáním přes 40%).

Protože železniční doprava má mezinárodní charakter, musí se řídit mezinárodními úmluvami, které jsou zapracovány do předpisů a norem.

1.3 Geometrické uspořádání koleje

Geometrické uspořádání koleje je dáno normou ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha, Část 1: Projektování. Kolej je vytvořena ze dvou kolejnic určitého rozchodu a skládá se z úseků:

- přímých směrových a výškových
- směrových oblouků kružnicových
- přechodnic pro přechod ze směrově přímé do kružnicového oblouku
- ze zaoblovacích úseků pro přechod z jednoho výškového sklonu do jiného

Pro účely geometrického uspořádání se tratě rozdělují do čtyř rychlostních pásem (RP) podle nejvyšší traťové rychlosti V (km/h), která má podstatný vliv na konstrukční uspořádání koleje:

- RP1 $V \leq 60$ km/h
- RP2 $60 \text{ km/h} \leq V \leq 90$ km/h
- RP3 $90 \text{ km/h} \leq V \leq 120$ km/h
- RP4 $120 \text{ km/h} \leq V \leq 160$ km/h

1.3.1 Rozchod koleje

Podrobnosti návrhu řešení viz článek 6 Rozchod a rozšíření rozchodu koleje ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha, Část 1: Projektování.

Rozchod koleje je vzdálenost vnitřních ploch hlav (pojízdných hran) kolejnic měřená:

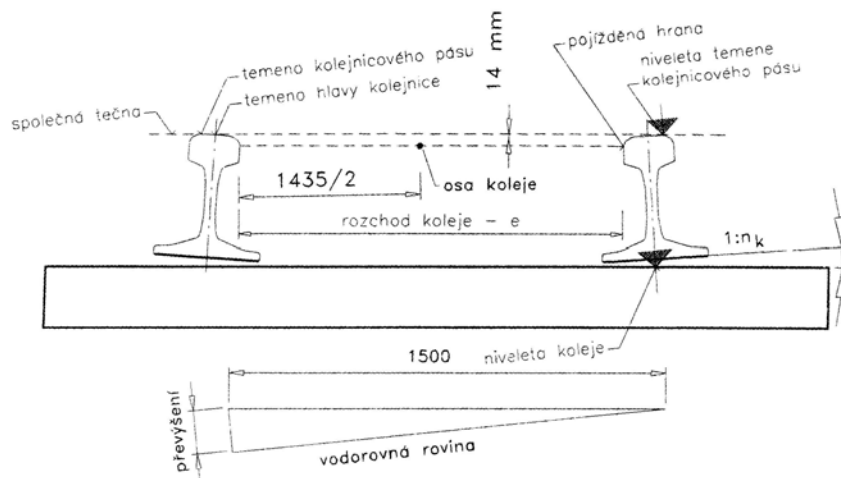
- u širokopatných kolejnic 14 mm pod jejich temeny
- u žlábkových kolejnic 9 mm pod jejich temeny

Normální rozchod je 1435 mm. Byl zaveden G. Stephensonem a byl odvozen z rozměrů anglických silničních vozidel. S používáním anglických lokomotiv při začátku budování železnic se tento rozchod ujal ve většině států. Ve světě se využívá přes 130 druhů rozchodů, praktický a rozhodující význam má však méně než 30 druhů rozchodů.

Úzký rozchod: 600, 610, 750, 760, 800, 914, 1000, 1067 mm

Široký rozchod: 1524, 1600, 1670, 1676 mm

V ČR jsou kromě normálního rozchodu normalizovány ještě rozchody 600, 760, 900 a 1000 mm pro důlní, průmyslové, příp. regionální dráhy.



Obr. 1.1 Grafické zobrazení rozchodu koleje

1.3.1.1 Rozšíření rozchodu koleje

Rozšíření rozchodu koleje v kružnicovém oblouku se provádí pro poloměr $r < 275$ m, a to pouze pro širokopatní kolejnice. V oblouku se žlábkovými kolejnicemi se rozšíření rozchodu koleje neprovádí.

Rozšíření rozchodu se provede posunutím vnitřního kolejnicového pásu dovnitř (ke středu) směrového oblouku, a to o hodnotu

$$\Delta e = \frac{7150}{r} - 26 \quad [\text{mm}]$$

Vychází-li hodnota rozšíření větší než 16 mm, provede se oblouk s rozšířením $\Delta e = 16$ mm.

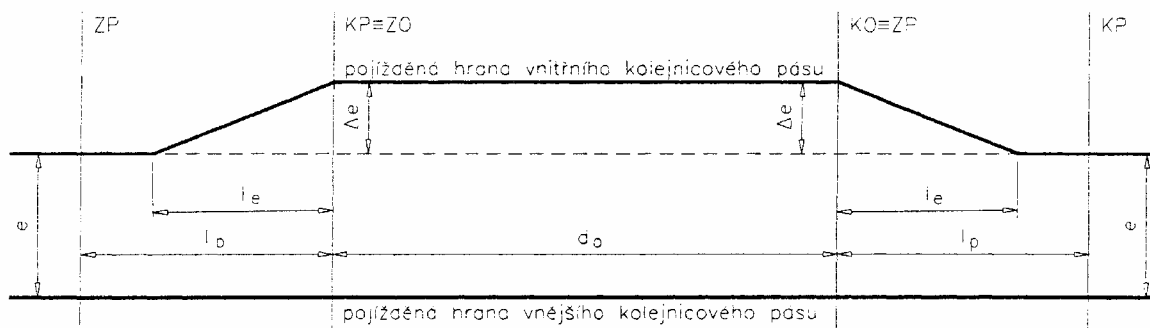
Změna rozchodu se provádí rovnoměrně o 1 mm na 1 m délky koleje, nejvýše však o 2 mm na 1 m délky, výjimečně pro rychlosti do 50 km/h o 3 mm na 1 m délky koleje.

Umístění výběhu rozchodu koleje:

Plné hodnoty rozšíření rozchodu koleje má být dosaženo již na začátku kružnicové části oblouku.

- u oblouků s přechodnicemi se provádí výběh rozchodu koleje takto:
 - v krajní přechodnici kružnicového oblouku v části přechodnice přiléhající ke kružnicovému oblouku
 - v mezilehlé přechodnici u složených kružnicových oblouků
- u oblouků bez přechodnic se provádí výběh rozchodu koleje takto:
 - v přilehlé části přímé tak, aby na začátku kružnicového oblouku mělo rozšíření rozchodu koleje určenou hodnotu Δe

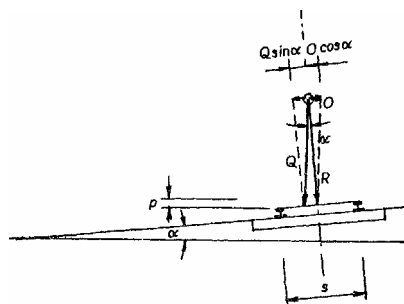
- u složeného kružnicového oblouku bez mezilehlé přechodnice v oblouku o větším poloměru tak, aby na začátku kružnicového oblouku o menším poloměru mělo rozšíření rozchodu koleje určenou hodnotu Δe



Obr. 1.2 Rozšíření rozchodu koleje Δe u oblouku s krajní přechodnicí

1.3.2 Převýšení koleje

Pohybuje-li se vozidlo ve směrovém kružnicovém oblouku, působí na něj odstředivá síla. Ke snížení účinků odstředivé síly se v koleji oblouku zřizuje převýšení koleje. Zvyšuje se vnější kolejnicový pás v oblouku. Niveleta koleje je pak určena výškou povrchu pražce pod vnitřním kolejnicovým pásem.



Obr. 1.3 Převýšení koleje

Teoretické převýšení p_t se vypočítá pro daný poloměr oblouku r [m] a konkrétní rychlost V [km/h]

$$p_t = \frac{11,8 \cdot V^2}{r} \quad [\text{mm}]$$

Projektované převýšení p se navrhne v hodnotě vypočteného teoretického převýšení pro rychlost, kterou projíždí v daném traťovém úseku většina vlaků (traťová rychlost):

$$p = p_t$$

Vyjde li hodnota teoretického převýšení $p_t < 20$ mm, provede se kolej bez převýšení.

Největší projektované hodnota převýšení je **150 mm**. U kolejí v nově zřizovaných a rekonstruovaných nástupištích má být převýšení do 60 mm a nesmí překročit 100 mm.

Vlaky, které projíždějí v daném traťovém úseku v kružnicovém oblouku větší rychlostí, než pro jakou je stanovena hodnota projektovaného převýšení p , projíždějí obloukem s využitím nedostatku převýšení : $I = p_t - p$ [mm]. Standardní dovolená hodnota nedostatku převýšení je 80 mm, maximálně 100 mm, výjimečně 130 mm.

Vlaky, které projíždějí v daném traťovém úseku v kružnicovém oblouku menší rychlostí, než pro jakou je stanovena hodnota projektovaného převýšení p , projíždějí obloukem s využitím přebytku převýšení : $E = p - p_t$ [mm]. Standardní dovolená hodnota přebytku převýšení je 50 mm, maximálně 70 mm, výjimečně 100 mm.

V traťových kolejích se smíšeným provozem osobních a nákladních vlaků se navrhuje doporučené převýšení p_{d1} a p_{d2} podle vzorců:

$$\text{pro } V \leq 120 \text{ km/h} \quad p_{d1} = \frac{7,1 \cdot V^2}{r}$$

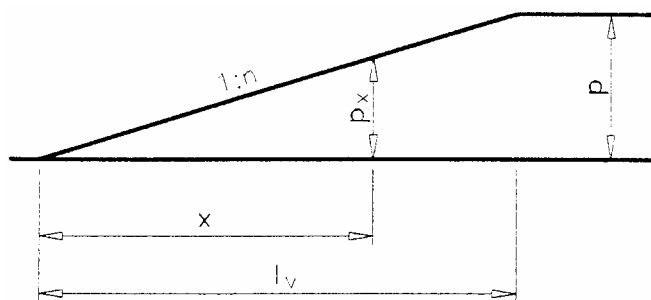
$$\text{pro } 120 \text{ km/h} \leq V \leq 160 \text{ km/h} \quad p_{d2} = \frac{6,5 \cdot V^2}{r}$$

V obloucích, kde vlaky často zastavují nebo v nichž většina vlaků nedosahuje traťové rychlosti, navrhuje se převýšení o hodnotě mezi doporučeným převýšením p_d a nejmenším převýšením p_{min} podle vzorce s maximální hodnotou nedostatku převýšení $I = 100$ mm.

$$p_{min} = \frac{11,8 \cdot V^2}{r} - I \quad [\text{mm}]$$

1.3.3 Vzestupnice

Vzestupnice se navrhuje k umožnění plynulého přechodu koleje z úseku bez převýšení do úseku s převýšením.



Obr. 1.4 Lineární vzestupnice

Vzestupnice se provádí v tom kolejnicovém pásu, jehož výšková poloha se mění:

- u jednoduchého kružnicového oblouku nebo u složených oblouků stejnosměrných se vzestupnice provádí ve vnějším kolejnicovém pásu.

- mezi kružnicovými oblouky opačných směrů s přechodnicemi bez mezilehlé přímé koleje má být projektována vzestupnice v obou kolejnicových pásech na celou délku stýkajících se přechodnic.

Vzestupnice může být navržena jako:

- *lineární*, která má v celé své délce stejný sklon $1:n$, kde součinitel $n = 10 \cdot V$ a $n \geq 400$, (V je rychlost v km/h).
- *nelineární* - Blossova v případě použití přechodnice podle Blossa – používá se u vozů s naklápěcí skříň pro vyšší traťové rychlosti.

Délka lineární vzestupnice:

- délka krajní vzestupnice se vypočte podle vzorce s dosazením převýšení p v mm

$$l_v = \frac{n \cdot p}{1000} \quad [\text{m}]$$

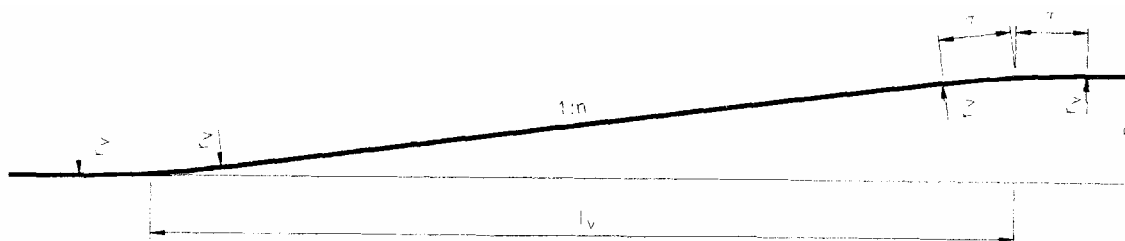
- délka mezilehlé lineární vzestupnice mezi dvěma stejnosměrnými oblouky po dosazení převýšení $p_2 > p_1$ (mm) se vypočte podle vzorce:

$$l_v = \frac{n \cdot (p_2 - p_1)}{1000} \quad [\text{m}]$$

- délka vzestupnice mezi kružnicovými oblouky opačných směrů s přechodnicemi bez mezilehlé přímé koleje se po dosazení převýšení p_1 a p_2 v mm vypočte podle vzorce:

$$l_v = \frac{n \cdot (p_1 + p_2)}{1000} \quad [\text{m}]$$

Vypočtená délka vzestupnice se zaokrouhlí na celé metry nahoru. Vzhledem k tomu, že při použití přechodnic se navrhuje vzestupnice na délku přechodnice, je nutno vždy porovnat vypočtenou délku vzestupnice l_v s délkou přechodnice l_p a použít pro délku vzestupnice větší z obou hodnot. Lomy na začátku a na konci vzestupnice se zaoblují jako u lomů nivelety (viz obr. 1.5).

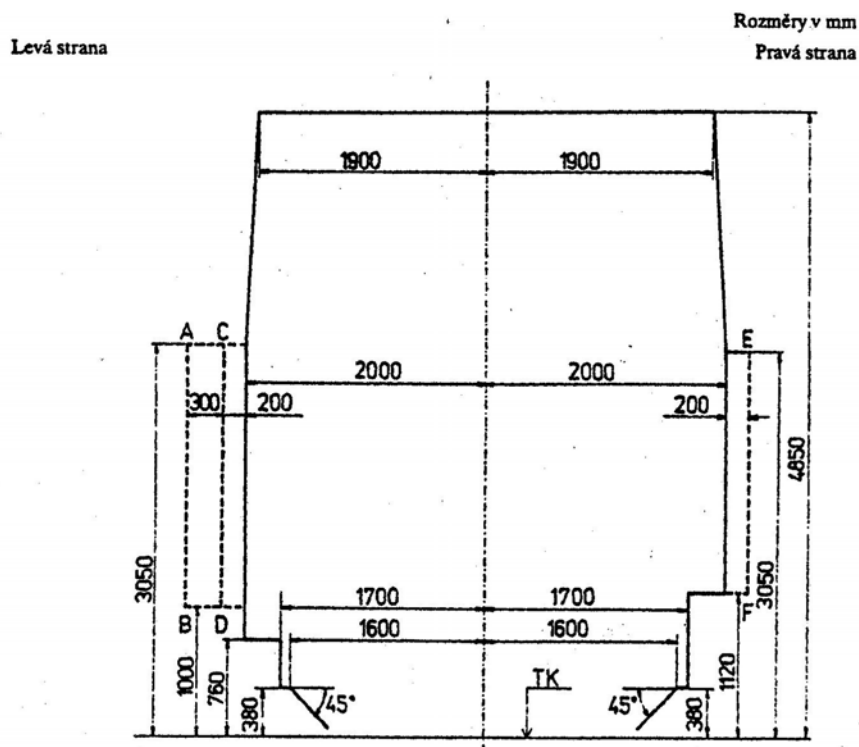


Obr. 1.5 Zaoblení vzestupnice

1.4 Průjezdny průřez a obrys vozidla

Rozměry železničních vozidel a obrysy nákladů přepravovaných po železnici jsou omezeny do šířky i do výšky nad temenem kolejnic průjezdným obrysem pro vozidla. Průjezdny obrys musí být dodržen, aby vozidla mohla jezdit po trati bezpečně, nedotýkala se předmětů nebo staveb umístěných vedle koleje a nad kolejí.

Průjezdny průřez (viz obr. 1.6) je obrys obrazce v rovině kolmé k ose koleje, jehož osa prochází středem koleje, kterým je vymezen volný prostor pro bezpečný průjezd železničních vozidel. Odvozuje se z něj prostorové uspořádání tratí.



Obr. 1.6

V obrázku platí:

- levá strana
 - pro traťové koleje (i na zastávkách),
 - pro hlavní koleje ve stanicích a výhybnách,
 - pro hlavní koleje v manipulačních kolejištích vleček,
 - pro dopravní koleje pojížděné vlaky pro přepravu cestujících,
 - A-B pro zařízení a stavby na vnější straně krajních kolejí,
 - C-D pro zařízení mezi kolejemi,
- pravá strana
 - pro ostatní koleje ve stanicích a výhybnách,
 - pro ostatní koleje v manipulačních kolejištích vleček,
 - E-F pro všechny stavby a zařízení.

Základní tvar průjezdního průřezu platí pro přímou kolej a kolej v oblouku do $r = 250$ m. Pro menší poloměry pak postup podle normy.

Na mostě platí mostní průjezdní průřez a v tunelu pak tunelový průjezdní průřez.

Ze základního tvaru průjezdního průřezu je odvozena normální osová vzdálenost kolejí:

- v širé trati v přímé a v oblouku při $r \geq 350$ m, - rozchod 4000 mm
- v železničních stanicích v přímé a v oblouku při $r \geq 350$ m, – rozchod 5000 mm
- v oblouku o poloměru $r < 350$ m, - rozchod se zvětší dle normy

2 Směrové oblouky

2.1 Kružnicový oblouk s přechodnicemi

Kružnicové oblouky mají mít co největší poloměry, aby nedocházelo k omezení největší traťové rychlosti. Oblouky o velkých poloměrech vykazují malý odpor v oblouku při průjezdu vozidla, tím i malé boční ojetí kolejnic a menší náklady na údržbu koleje.

Nejmenší poloměr oblouku v trase musí vyhovovat nejvyšší dovolené rychlosti:

- na hlavních kolejích na celostátní dráze $r_{\min} = 500$ m, výjimečně lze snížit až na 300 m.
- na tratích regionálních s traťovou rychlostí max. 50 km/h se připouští $r_{\min} = 190$ m.
- na vlečkách $r_{\min} = 150$ m.

V kružnicové části oblouku, kde mají jezdit vlaky přibližně traťovou rychlostí, se zřizuje teoretické převýšení podle vzorce:

$$p_t = \frac{11,8v^2}{r}; [mm]$$

V oblouku hlavní koleje se zřizuje převýšení pro traťovou rychlost, což je největší rychlost, kterou smí být trať pojížděna vzhledem k jejímu konstrukčnímu uspořádání a vybavení.

V kružnicové části oblouku, v němž jezdí vlaky různými rychlostmi, se zřizuje normální převýšení p_n .

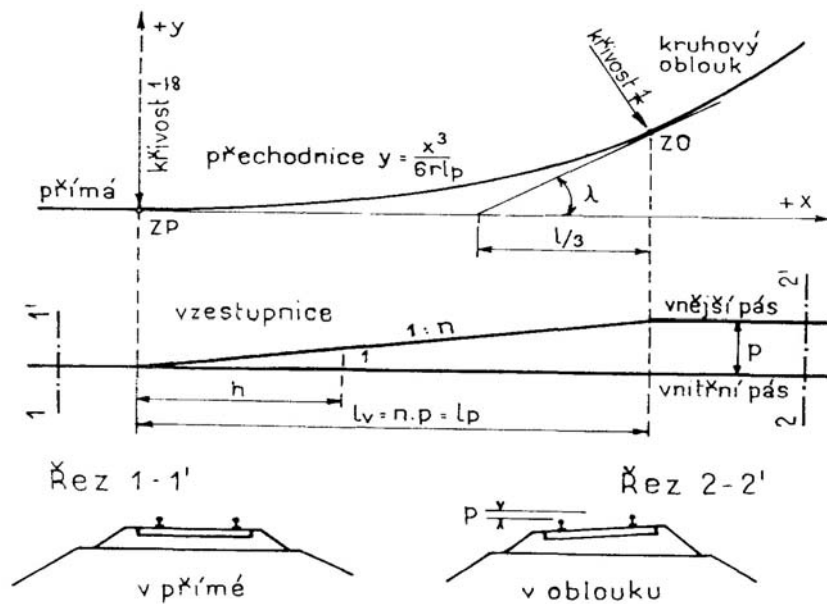
Převýšení větší než normální až do hodnoty teoretického převýšení se má zřídit:

- v oblouku, v němž většina vlaků jezdí přibližně stejnou rychlostí,
- v krátké části složeného oblouku, jejíž poloměr je větší než poloměr delších částí sousedních.

V některých případech se zřizuje převýšení menší než normální až do hodnoty sníženého převýšení:

- v oblouku před nebo za stanicí nebo zastávkou, v níž většina vlaků zastavuje, pokud je oblouk při zastavování nebo rozjíždění vlaků pojížděn rychlostí menší než traťovou,
- v oblouku hlavní koleje ve stanici nebo zastávce, jestliže většina vlaků zde zastavuje,
- v oblouku na dvoukolejně nebo vícekolejně trati s velkým sklonem, v koleji pojížděné pravidelně do stoupání.

Dále je dovoleno zřídit převýšení menší než normální v oblouku u nástupiště v krátké části složeného oblouku.



Obr. 2.1

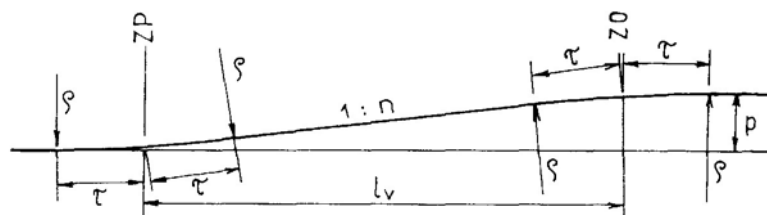
Vzestupnice (lineární) má v celé délce jednotný sklon (obr. 2.1), určený poměrem $1:n$, který se upravuje v závislosti na rychlosti. Součinitel n má mít hodnotu $10v$. Ve stísněných poměrech a v případech ekonomicky odůvodněných je dovoleno užít menšího součinitele n , a to až do hodnoty součinitele zmenšeného dle tab. 1. Součinitel nesmí však být menší než 400, a na vlečkách menší než 300.

Tab. 1 Hodnoty součinitele n určujícího sklon lineární vzestupnice

Dovolená rychlost (rychlostní pásmo) [km/h]	Součinitel sklonu vzestupnice n [-]		
	normální	zmenšený	zmenšený ¹⁾
RP1 $V \leq 60$	$10.V$	400	-
RP2 $60 < V \leq 90$		$6.V$	-
RP3 $90 < V \leq 120$		$8.V$	-
RP4 $120 < V \leq 160$		$8.V$	$7.V^{1)}$

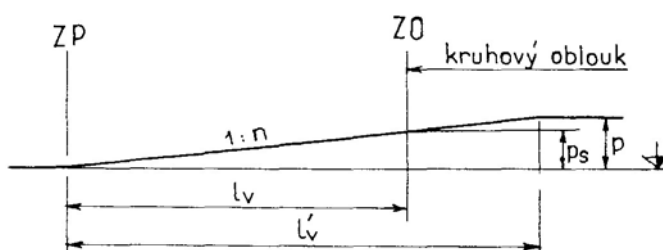
¹⁾ Hodnota je podmíněna souhlasem Drážního úřadu.

Délka vzestupnice se zpravidla zaokrouhluje na nejbližší vyšší metr. Pro oblouk s převýšením a s přechodnicemi se vzestupnice zřídí na délku přechodnice. Vzestupnice se zaobljuje na začátku a konci zakružovacími oblouky (obr. 2.2).



Obr. 2.2

Ve stísněných poměrech a ekonomicky odůvodněných případech smí vzestupnice zasahovat do kružnicového oblouku. V takovém případě nemá být převýšení na začátku kružnicového oblouku menší než snížené převýšení (obr. 2.3).



Obr. 2.3

2.2 Přechodnice

U ČD se používá přechodnice ve tvaru:

- kubické paraboly při použití lineární vzestupnice
- přechodnice podle Blossse při použití nelineární vzestupnice podle Blossse

2.2.1 Přechodnice ve tvaru kubické paraboly

Přechodnice ve tvaru kubické paraboly (viz obr. 2.4) je křivka ve tvaru podle rovnice:

$$y = a \cdot x^3;$$

$$\text{kde součinitel } a = \frac{1}{6 \cdot r \cdot l_p};$$

takže rovnici přechodnice lze zapsat ve tvaru: $y = \frac{x^3}{6 \cdot r \cdot l_p};$

K vyjádření skutečné křivosti přechodnice se používá opravný součinitel $\gamma = \frac{1}{\cos \lambda};$

který je odvozen z podmínky, že kolmice spuštěná ze středu odsunutého kružnicového oblouku pŕl ũsečku dĕlky přechodnice l_p a kde λ je ũhel smĕrnice tečny v koncovĕm bodĕ přechodnice.

Přechodnice ve tvaru kubické paraboly se pak u ČD používá dle citované ČSN ve tvaru:

$$y = \gamma \cdot \frac{x^3}{6 \cdot r \cdot l_p};$$

kde l_p je dĕlka přechodnice a r je polomĕr oblouku.

Dĕlka přechodnice l_p se stanoví:

- pro kružnicové oblouky s převýšením pro lineární vzestupnici v závislosti na rychlosti V a hodnotĕ nedostatku převýšení I podle vzorce:

$$l_p = \frac{10 \cdot V \cdot I}{1000};$$

- pro kružnicové oblouky bez převýšení v závislosti na rychlosti V a poloměru r podle vzorce:

$$l_p = \frac{V^3}{8 \cdot r};$$

Ve stísněných poměrech je možné použít kratší délku přechodnice viz ČSN. Přitom nejmenší délka přechodnice se pro lineární vzestupnici určí ze vzorce:

$$l_p = 0,7 \cdot \sqrt{r} \quad (\text{zaokrouhlit na celé metry nahoru})$$

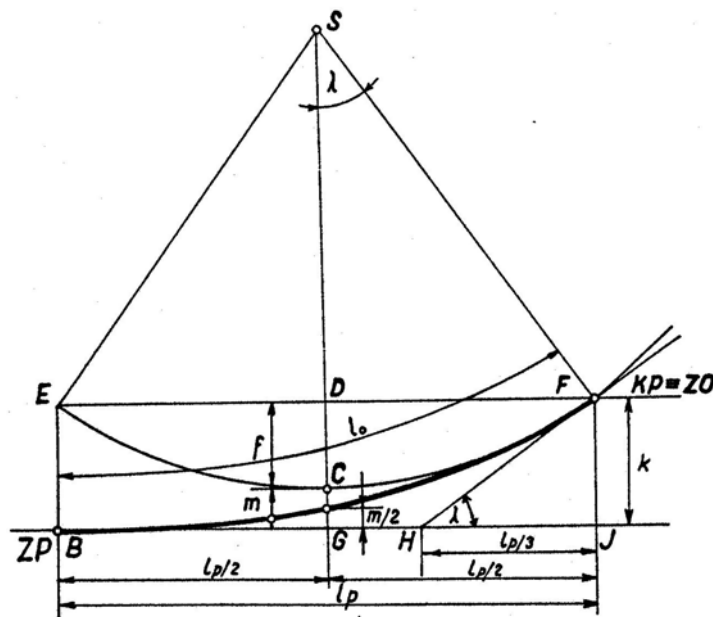
Vzhledem k tomu, že délka vzestupnice l , musí souhlasit s délkou přechodnice l_p , je nutno obě hodnoty porovnat a použít větší z obou hodnot. Přechodnice se vkládá v hlavních kolejích a v ostatních kolejích pojížděných rychlostí $V \geq 60$ km/h:

- mezi přímou a oblouk s převýšením vždy
- mezi přímou a oblouk bez převýšení, je-li jeho poloměr $r < 0,25 \cdot V^2$
- mezi dva oblouky stejného směru, je-li $r_x < 0,25 \cdot V^2$,

$$\text{kde } r_x = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 - r_2};$$

když $r_1 > r_2$;

- mezi dva oblouky opačného směru, je-li $r_x < 0,25 \cdot V^2$, kde $r_x = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}$;



Obr. 2.4

Přechodnice se vkládá jednak v hlavních kolejích, jednak v jiných kolejích pojížděných rychlostí 60 km/h a větší a to:

- u oblouku s převýšením vždy,
- u oblouku bez převýšení tehdy, je—li jeho poloměr: $r < \frac{v^2}{4}; [m]$

Přechodnici je dovoleno vynechat ve stísněných poměrech:

- v hlavních a jiných kolejích pojížděných rychlostí 60 km/h a větší u oblouku bez převýšení, je—li poloměr (m), se souhlasem Drážního úřadu,
- v ostatních kolejích, je—li poloměr oblouku $r \geq 0,118 v^2$ (m).

Délka přechodnice u oblouku bez převýšení má být: $l_p = \frac{v^3}{12,5r}; [m]$

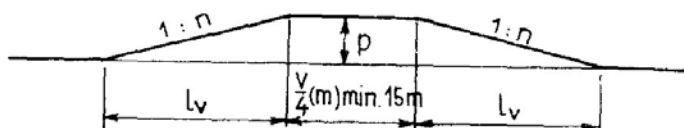
Ve stísněných poměrech je dovoleno vložit přechodnici kratší délky až do hodnoty:

$$l_p = \frac{v^3}{20r}; [m]$$

Délka přechodnice se zaokrouhluje zpravidla na nejbližší vyšší metr.

Jestliže délka přechodnice je kratší než $l_p = 0,7\sqrt{r}$ [m], prodlouží se přechodnice na tuto délku zaokrouhlenou zpravidla na nejbližší vyšší metr.

Kruhová část oblouku mezi dvěma vzestupnicemi musí mít délku nejméně $v/4$ [m], při rychlostí menší než 60 km/h však nejméně 15 m (obr. 2.5).



Obr. 2.5

Je—li sklon vzestupnice strmější než $1:8v$, musí mít kruhová část oblouku délku nejméně $v/2$ [m].

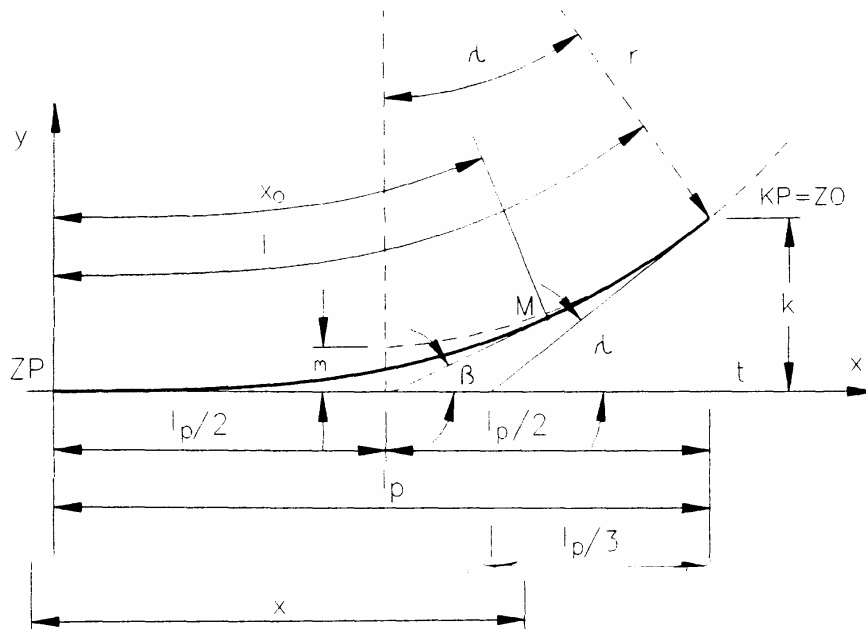
V oblouku bez převýšení musí mít kružnicová část oblouku nejmenší délku $v/4$ [m], nejméně však 15 m.

Kružnicový oblouk o malém středovém úhlu má mít tak velký poloměr, aby nebylo třeba ani převýšení ani přechodnice. Základní vytyčovací parametry přechodnice jsou zobrazeny na obr. 2.6.

2.3 Vytyčovací prvky kružnicového oblouku s přechodnicemi

Směrové poměry se vypočítají pro největší dovolenou rychlost v [km/h], zjištěný (určený) vrcholový úhel α a navržený poloměr oblouku r [m] (obr. 2.7 a 2.8).

Vytyčovací prvky se vypočítají ve sledu uvedeném v tab. 2.

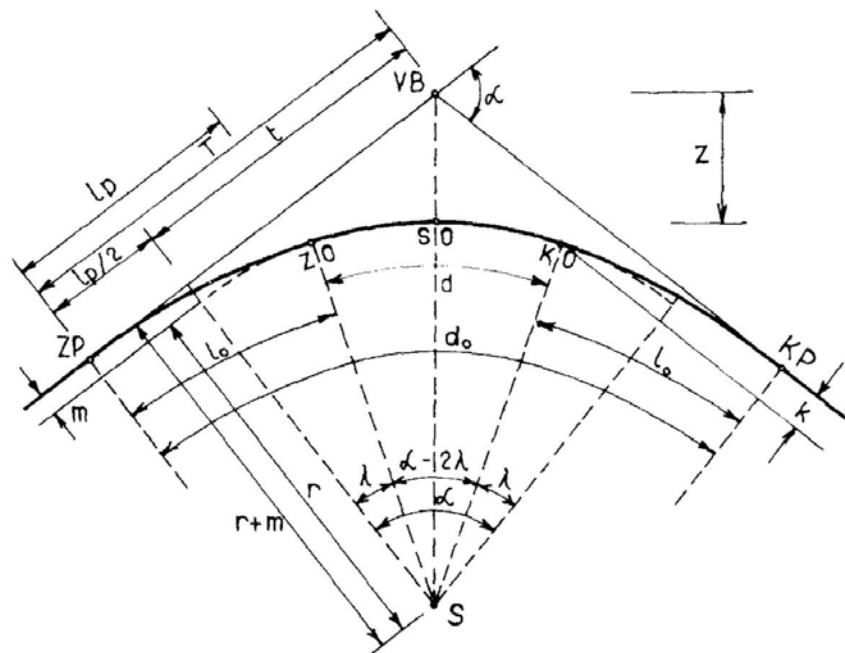


Obr. 2.6

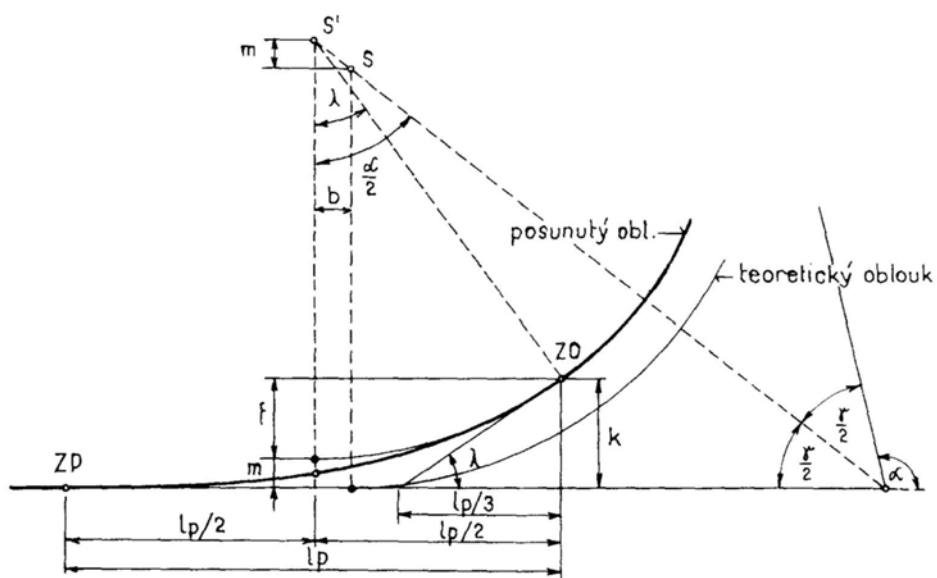
Tab. 2 Vytyčovací prvky kružnicového oblouku s přechodnicemi

pořadnice y libovolného bodu přechodnice (ve vzdálenosti x od ZP)	$y = \gamma \frac{x^3}{6rl_p} = \frac{tg\lambda}{3} \cdot \frac{x^3}{l_p^2} = k \cdot \left[\frac{x}{l_p} \right]^3$
tečnový úhel λ v koncovém bodě přechodnice (ZO)	$\sin \lambda = \frac{l_p}{2r}$
opravný součinitel γ	$\gamma = \frac{1}{\cos \lambda}$
pořadnice koncového bodu přechodnice k	$k = \gamma \cdot \frac{l_p^2}{6r} = \frac{l_p}{3} \cdot tg\lambda$
odsazení kružnicového oblouku m	$m = k - r(1 - \cos \lambda)$
délka l_o přechodnice, měřená v ose koleje	$l_o = l_p + \Delta l_o = l_p + \gamma^2 \cdot \frac{l_p^3}{40r^2};$ $l_o = l_p + tg^2 \lambda \cdot \frac{l_p}{10};$
délka malé tečny t	$t = (r + m) \cdot tg \frac{\alpha}{2}$
délka velké tečny T	$T = t + \frac{l_p}{2}$
délka čistého kružnicového oblouku	$d = \frac{\pi \cdot r}{180^\circ (200^g)} \cdot (\alpha - 2\lambda) = r \cdot arc(\alpha - 2\lambda)$
délka kružnicového oblouku s přechodnicemi - d_o	$d_o = 2l_o + d$
vzdálenost středu oblouku (SO) od vrcholu (VB) - z	$z = (r + m) \cdot \left[\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right] + m$
vzdálenost x_o libovolného bodu přechodnice od ZP (délka části přechodnice) měřenou v ose koleje	$x_o = x + tg^2 \beta \cdot \frac{x}{10} = x + \Delta l_o \cdot \left(\frac{x}{l_p} \right)^5$
tečnový úhel v libovolném bodě přechodnice	$tg\beta = \gamma \cdot \frac{x^2}{2rl_p} = \gamma \cdot \frac{l_p}{2r} \cdot \left(\frac{x}{l_p} \right)^2 = tg\lambda \cdot \left(\frac{x}{l_p} \right)^2$

Vytyčovací prvky kružnicového oblouku s přechodnicemi



Obr. 2.7

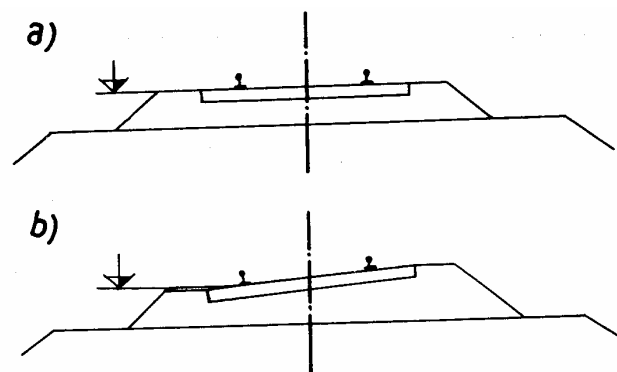


Obr. 2.8

3 Sklonové poměry

Výškové vedení trasy se nazývá niveleta. Skládá se z úseků vodorovných, stoupajících a klesajících. Lomy nivelety se zaoblují výškovými kružnicovými oblouky o velkých poloměrech (na hlavních tratích nejméně 2 000 m. Sklony trati, které se udávají v promile (‰) mají být v daných územních podmínkách co nejmenší. Největší sklon širé trati je stanoven pro každou trať zvlášť, neboť jeho velikost podmiňuje nejvyšší dovolenou rychlost na trati, druh vlaků a jejich brzd, druh trakce atd. Například pro traťovou rychlost vyšší než 100 km/h nemá být podélný sklon nivelety větší než 8‰. Pro rychlost 80 km/h a menší může sklon dosáhnout až 20‰.

Niveleta se měří v přímé na povrchu pražců v ose koleje a ve směrovém oblouku pod vnitřní kolejnicí (viz obr. 3.1a, b).



Obr. 3.1

Sklony kolejí mají být co nejmenší. Vodorovné úseky mají být co nejdelší, pokud tomu nebrání stavebně technické podmínky dopravní cesty (odvodnění). Největší sklon (směrodatné stoupání) se stanoví pro každou trať zvlášť s ohledem na předpokládaný provoz: traťová rychlost, druhy lokomotiv (výkon, brzdění). Maximální sklon v železničních stanicích je 1‰, na trati pak 40‰ (nad tuto hodnotu se používá ozubnice).

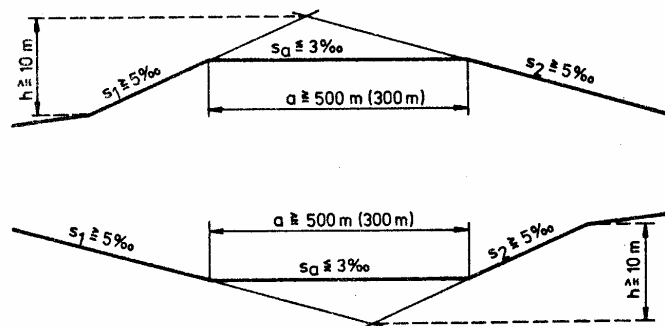
$$s = \frac{h}{l} \cdot 1000 \quad [‰]$$

Úseky stejného sklonu mají být co nejdelší – nejméně v hodnotě 4.V, výjimečně min 200 m.

Údolní a vrcholová vodorovná se vkládá mezi dva sklony opačného smyslu (klesání proti stoupání a opačně, viz obr. 3.2), jsou-li oba sklony $s_1 \geq 5 ‰$ a $s_2 \geq 5 ‰$ a je-li výškový rozdíl v každém úseku $h \geq 10$ m.

Vložený úsek má být vodorovný nebo ve sklonu $s_a \leq 3 ‰$ a má mít délku nejméně $a = 500$ v tratích pro rychlosti nad 60 km/h a délku alespoň $a = 300$ m v ostatních tratích.

Vkládá se z důvodu zabránění vykolejení zejména prázdných vagónů při zrychlujících resp. zpomalujících silách u dlouhých vlaků.



Obr. 3.2

Zaoblení lomu sklonů se provádí parabolickým obloukem druhého stupně se vvislou osou ve tvaru:

$$y = \frac{x^2}{2 \cdot r};$$

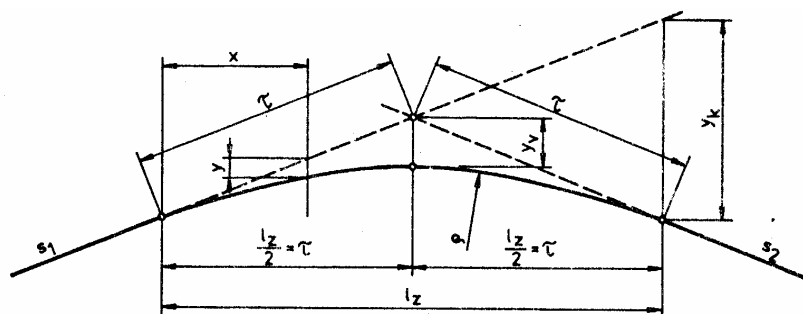
Poloměr zaoblení má být $r_v \geq 0,40 \cdot V^2$, nejméně však $r_{v,\min} \geq 0,25 \cdot V^2$ (zaokrouhleno na celé 100 m nahoru).

Nejmenší hodnota poloměru zaoblení je 2000 m (výjimečně 1000 m).

Délka tečny zakružovacího oblouku:
$$\tau = \frac{r_v}{2} \cdot \frac{[\pm s_1 + (\pm s_2)]}{1000};$$

Pořadnice vrcholu zaoblení:
$$y_v = \frac{\tau^2}{2 \cdot r},$$

délka zaoblení:
$$l_z = 2 \cdot \tau;$$

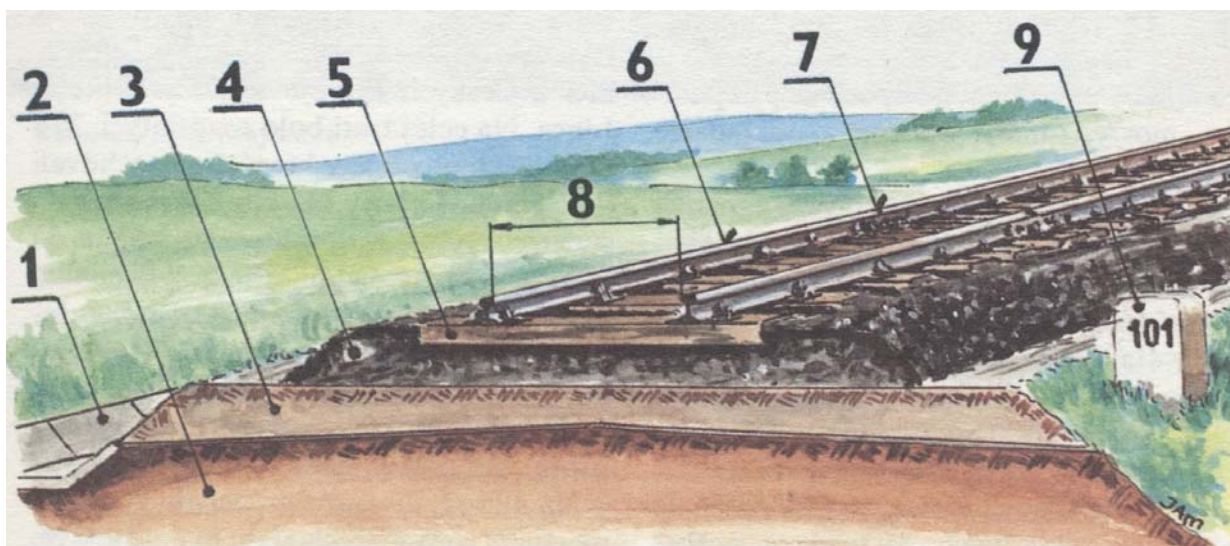
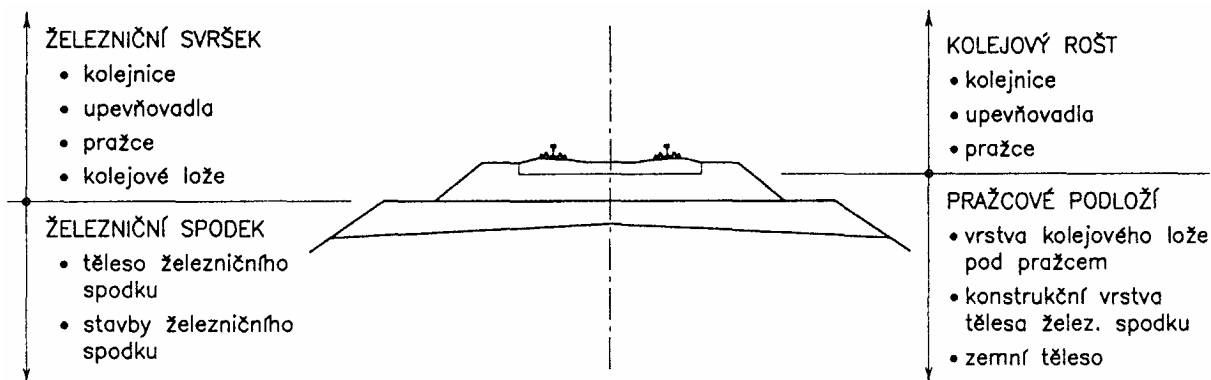


Obr. 3.3

Umístění lomu sklonů je přednostně v přímé, mimořádně v oblouku a pak zaoblení lomu sklonu nemá zasahovat do zaoblení lomu sklonu v krajních bodech vzestupnice. Na obrázku 3.3 jsou zobrazeny vytyčovací prvky parabolického zakružovacího oblouku.

4 Konstrukce železniční tratě

Železniční trať se z hlediska stavebního a udržovacího rozděluje na železniční spodek a železniční svršek (viz obr. 4.1).



Obr. 4.1

1 – příkop, 2 - zemní těleso, 3 – železniční spodek, 4 – kolejové lůžko, 5 – pražec,
6 – kolejnice, 7 – kolejnicový styk, 8 – rozchod kolejí, 9 - kilometrovník

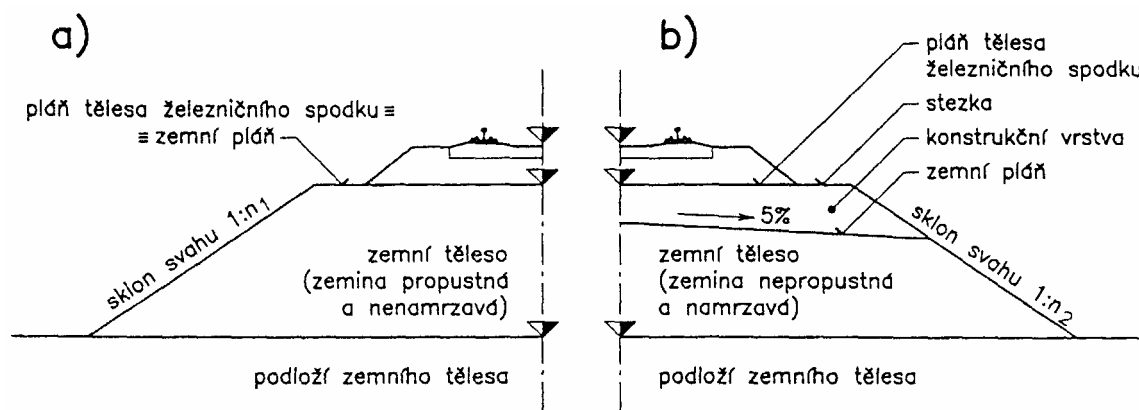
Železniční spodek je inženýrská konstrukce, která je z převážné části vybudována stavební úpravou terénu a je tvořena zemním tělesem a umělými stavbami.

Železniční svršek je stavební konstrukce jízdní dráhy kolejových vozidel tvořená kolejnicemi, kolejnicovými podpěrami a upevněním kolejnic s kolejovým lůžkem, která zajišťuje přenášení zatížení, vyvozované železničními vozidly na železniční spodek.

4.1 Železniční spodek

Železniční spodek slouží k uložení konstrukce železničního svršku. Tvary železničního tělesa jsou stanoveny vzorovými listy železničního spodku a předpisem ČD. Při novostavbě, opravách a údržbě železničního svršku je nutno věnovat zvláštní pozornost únosnosti pláně železničního spodku pod kolejovým ložem. Pro zvýšení únosnosti se využívá moderních technologií sanací, např. chemické stabilizace vrstev zeminy, geotextilií atd. Důležité je také řádné odvodnění pláně zemního tělesa, a proto má pláň v příčném řezu střechovitý sklon. Jestliže je zemní těleso ze soudržných a namrzavých zemin, zřizuje se pod kolejovým ložem podsyp ze štěrkopísku. Podsyp napomáhá k lepšímu roznášení zatížení, zabraňuje kapilárnímu vztlínání vody a odvádí srážkovou vodu, která prosákne z kolejového lože.

Šířka zemní pláně u jednokolejných tratí je 5,20 m, u novostaveb 6,00 m, u dvoukolejných tratí 9,20 m, u novostaveb 10,00 m. Příkopy mají lichoběžníkový tvar. Sklon svahů násypů a výkopů je určen projektem podle posudku laboratoře zemin, aby byla zajištěna jejich stabilita. Těleso železničního spodku (viz obr. 4.2a, b) je tvořeno zemním tělesem z hornin a zemin, v případě méně kvalitních zemin se doplňuje konstrukční vrstvou.



Obr. 4.2

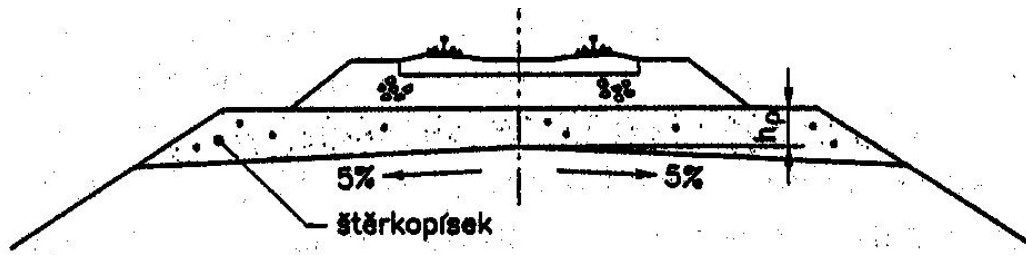
O dalších důležitých částech železničního spodku, jako jsou odvodňovací zařízení a objekty v zemním tělese, bylo pojednáno již v silničních komunikacích, neboť zásady jejich statického působení a způsob výstavby jsou obdobné.

4.1.1 Konstrukční vrstvy železničního spodku

U ČD se používá 6 typů konstrukcí (pražcového podloží).

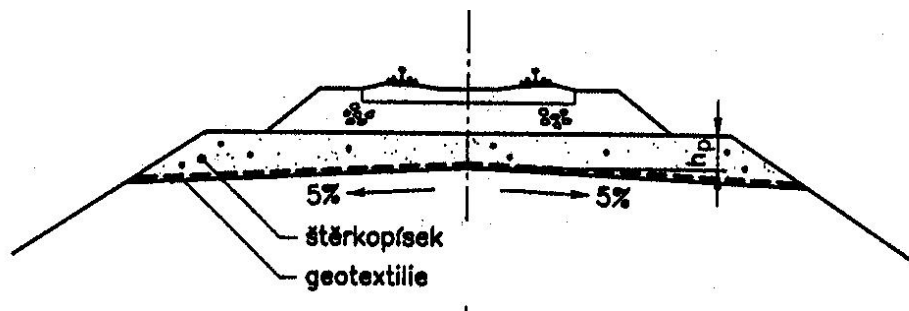
Typ 1 – železniční svršek uložen přímo na pláni zemního tělesa železničního spodku (pro zeminy nesoudržné, propustné, nenamrzavé a dostatečně únosné, viz obr. 4.3).

Typ 2 – železniční svršek uložen na konstrukční vrstvu spočívající přímo na zemní pláni (viz obr. 4.3). Konstrukční vrstva se provádí ze štěrkopísku, štěrkodrti popř. strusky.



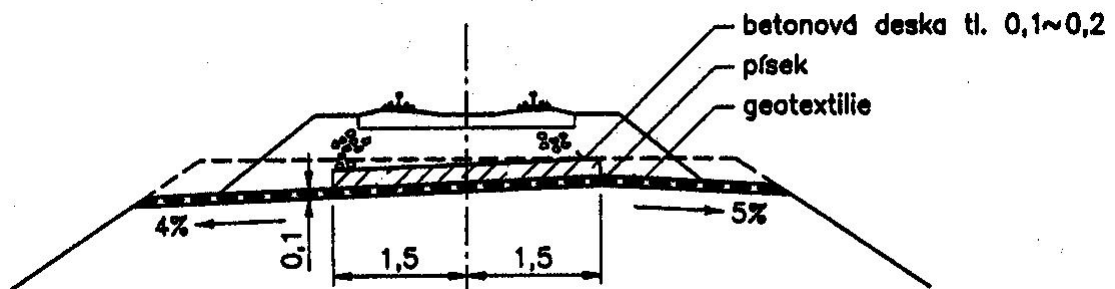
Obr. 4.3

Typ 3 – železniční svršek uložen na konstrukční vrstvě spočívající na geosyntetickém plošném výrobku (geotextilie, geomříž apod.) uloženém na zemní pláni (viz obr. 4.4).



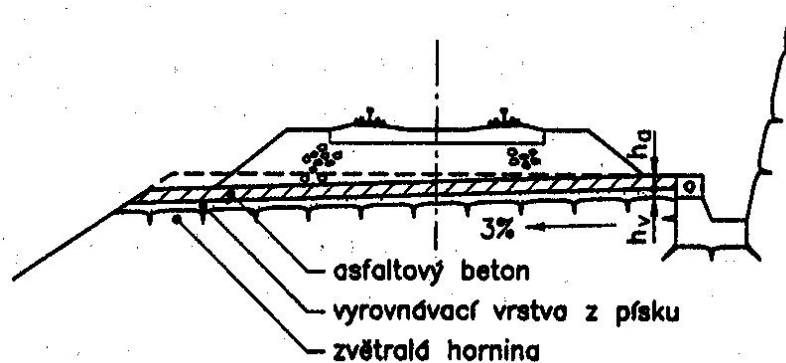
Obr. 4.4

Typ 4 – železniční svršek uložen na betonové prefabrikované desce spočívající na vyrovnávací vrstvě z písku nebo štěrkopísku zřízené na geotextilii nebo geomembráně uložené na zemní pláni. Používá se na podloží s velmi nízkou únosností (viz obr. 4.5).



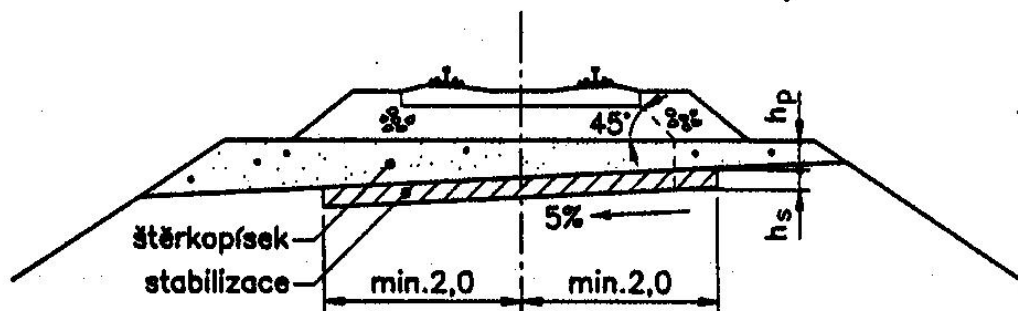
Obr. 4.5

Typ 5 – železniční svršek uložen na vrstvě asfaltového betonu nebo obalovaného kameniva spočívající na vyrovnávací vrstvě z písku nebo štěrkopísku zřízené na zemní pláni ze snadno zvětrávajících hornin (viz obr. 4.6).



Obr. 4.6

Typ 6 – železniční svršek uložen na konstrukční vrstvě spočívající na stabilizované zemní pláni (stabilizace zeminy na místě – viz obr. 4.7) nebo na vrstvě stabilizované zeminy zřízené na zemní pláni (stabilizovaná směs dovezená). Ke stabilizaci se užívá vápno, cement nebo chemické přísady.



Obr. 4.7

4.1.2 Odvodnění tělesa železničního spodku

K zachycení a odvedení povrchových případně podzemních vod mimo těleso železničního spodku se zřizují odvodňovací zařízení, která jsou:

- otevřená – příkopy, příkopové zídky, příkopové žlaby, skluzy, kaskády aj.
- krytá – trativody, svodná potrubí, šachty, odvodňovací vrty, vsakovací jímky aj.

Jejich tvary jsou uvedeny ve vzorových listech ČD.

4.2 Železniční svršek

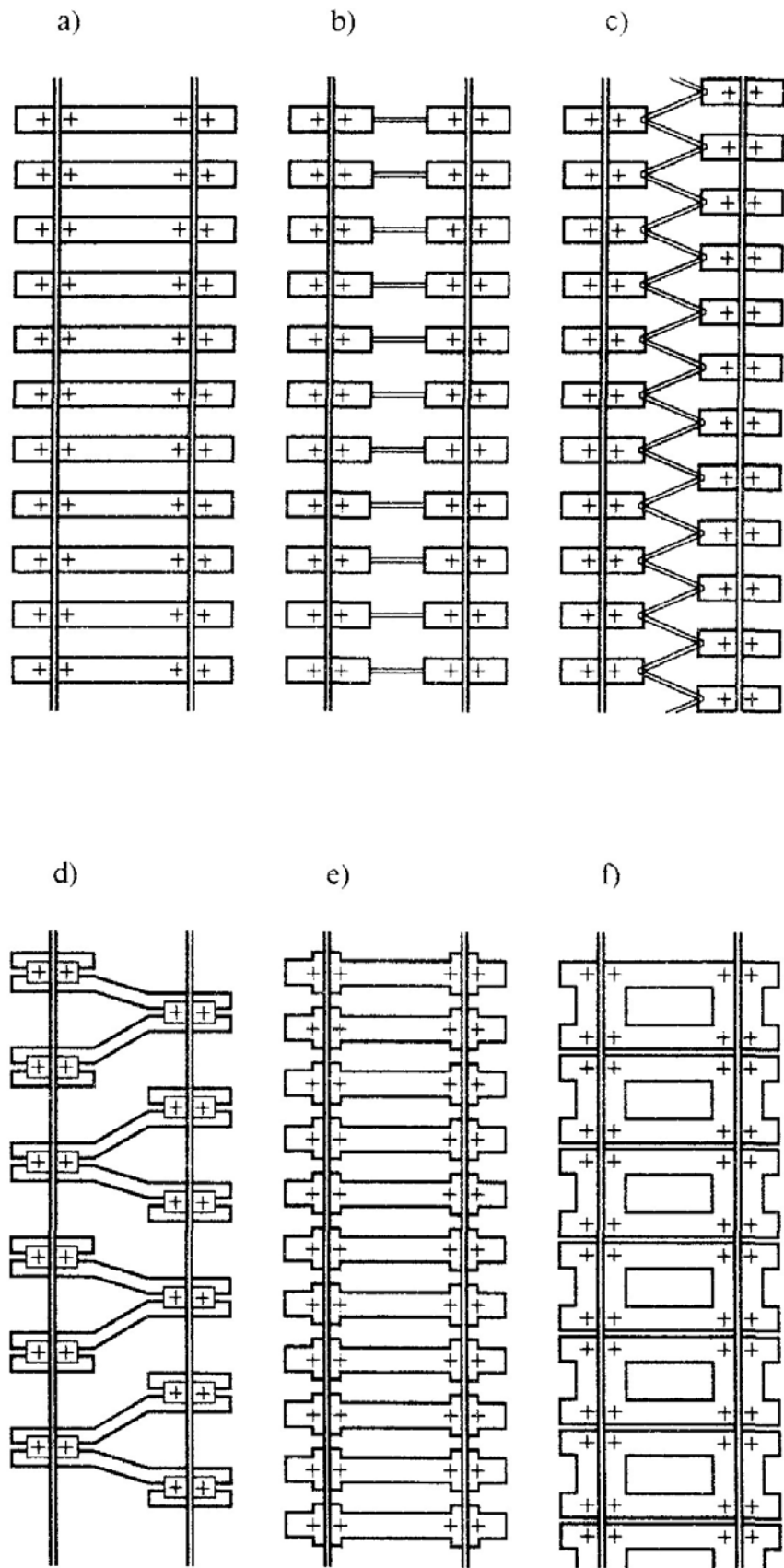
Železniční svršek je konstrukce, která tvoří jízdní dráhu pro pohybující se železniční vozidla. Její hlavní funkcí je bezpečné vedení vozidel při přenášení dynamického zatížení ze železničního svršku na železniční spodek. Železniční svršek se skládá z kolejnic, které jsou upevněny k podporám jako jsou příčné pražce, podélné betonové prahy, betonové rámy a betonové desky aj. Konstrukce železničního svršku musí vyhovovat dovolené hmotnosti železničních vozidel na nápravu (nápravové síle), nejvyšší dovolené rychlosti jízdy a provozní intenzitě. Železniční svršek má být konstrukčně jednoduchý a má se skládat z malého počtu součástí. Konstrukce železničního svršku má umožnit jednoduchou montáž i stavbu, snadnou opravu výškové i směrové polohy kolejnicových pásů a výměnu jednotlivých opotřebovaných nebo poškozených součástí za provozu. Železniční svršek má mít dlouhou životnost v provozních podmínkách a má umožňovat snadné udržování.

4.2.1 Konstrukce koleje

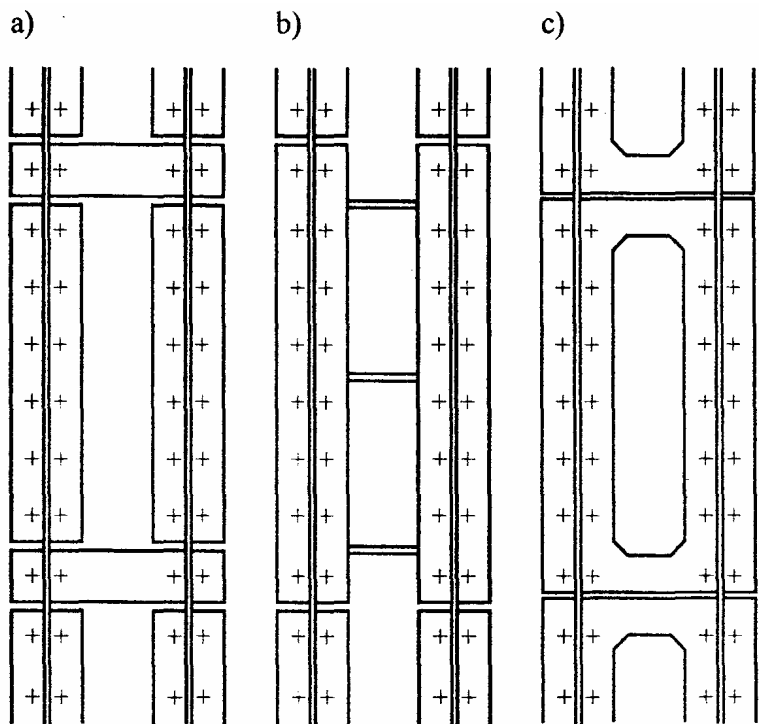
Vlastní jízdní dráhu pro železniční vozidla tvoří kolej. Jsou to dva kolejnicové pásy upevněné v předepsané vzdálenosti rozchodu na podpory (viz obr. 4.8, 4.9, a 4.10). Kolejnicové pásy se vytvářejí spojením jednotlivých kolejnic pomocí spojek nebo svařením. Podle druhu užitých podpor k upevnění kolejnic se rozeznává:

- kolej s příčnými pražci (viz obr. 4.8a), které mohou být dřevěné, ocelové, betonové nebo z plastů,
- kolej s blokovými pražci (viz obr. 4.8b), které vytvářejí podpory z betonových bloků navzájem spojených ocelovým válcovaným profilem (při vstříčné poloze betonových bloků se užívají dvoublokové pražce; při posunuté poloze jednotlivých bloků (viz obr. 4.8c) se tyto spojují ocelovým profilem vždy se dvěma protějšími bloky),
- kolej s ocelovými tzv. Y pražci (viz obr. 4.8d),
- kolej na pražcích s konzolami, tzv. ušaté pražce (viz obr. 4.8e),
- kolej s rámovými pražci (viz obr. 4.8f).
- kolej s podélnými betonovými prahy (viz obr. 4.9a),
- kolej s betonovými prahy spojenými ocelovými trubkami (žebříkový svršek, viz obr. 4.9b),
- kolej na betonových rámech (viz obr. 4.9c),
- kolej na deskových pražcích (pražcových deskách) z předpjatého betonu (viz obr. 4.10a),
- kolej na prefabrikované desce z předpjatého betonu (viz obr. 4.10b),
- kolej na monolitické desce ze železového betonu (viz obr. 4.10c),
- kolej na desce vytvořené zabetonováním kolejového roštu s betonovými pražci (obr. 4.10d).

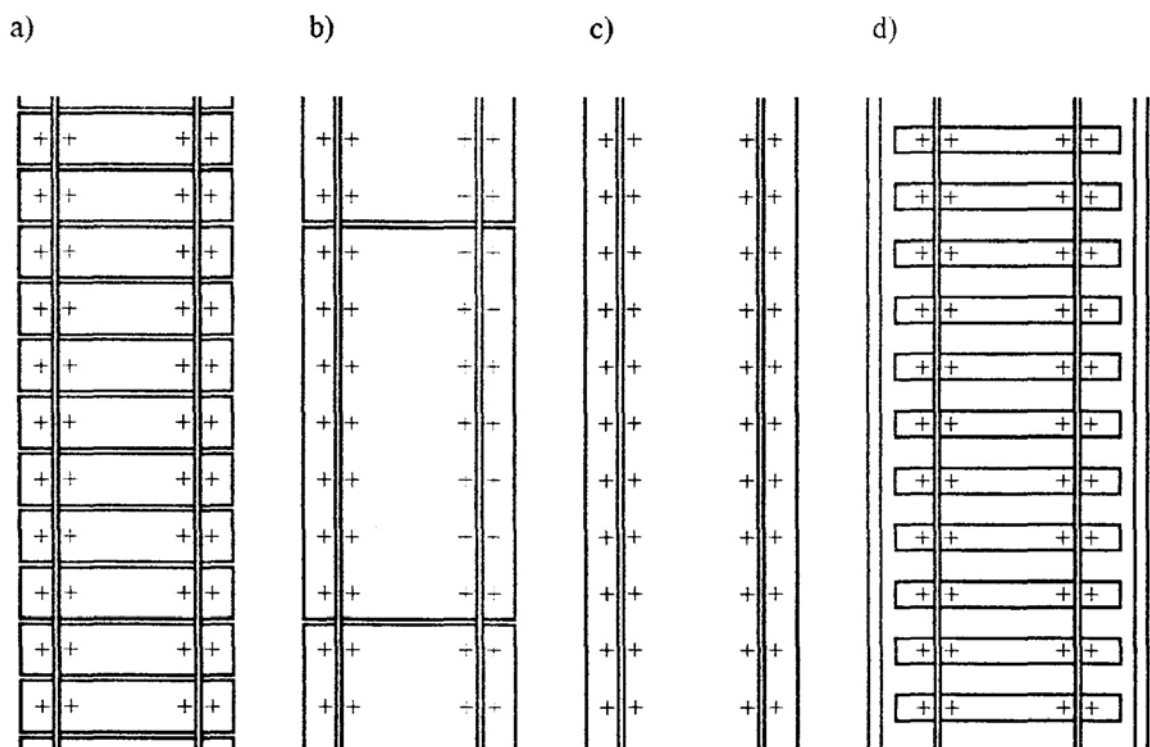
Nejrozšířenější konstrukcí koleje je kolej s příčnými pražci uloženými ve šterkovém loži, která se nazývá klasická kolej nebo kolej s klasickým železničním svrškem. Konstrukce koleje na betonových deskách se označuje jako kolej s neklasickým (deskovým) železničním svrškem (tzv. pevná jízdní dráha). Při klasické konstrukci železničního svršku vytvářejí jednotlivé kolejnicové pásy upevněné na pražcích kolejový rošt (kolejové pole). Vlastní konstrukční prvky kolejového roštu (kolejnice, upevňovač, pražce) se volí podle druhu tratě a provozního zatížení tratě.



Obr. 4.8



Obr. 4.9

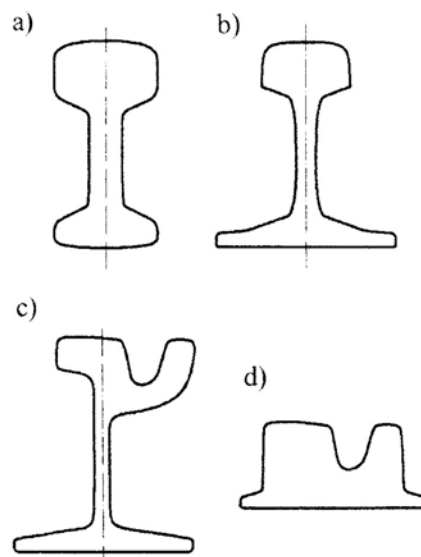


Obr. 4.10

4.2.2 Kolejnice

Kolejnice, jako základní část jízdní dráhy, má za úkol zabezpečit vedení železničních vozidel a přenášení veškerých sil vznikajících provozem na podpory. Nejstarší typ jízdní dráhy tvořily podélné dřevěné trámy, opatřené na povrchu prknem z tvrdého dřeva nebo okované železným páskem.

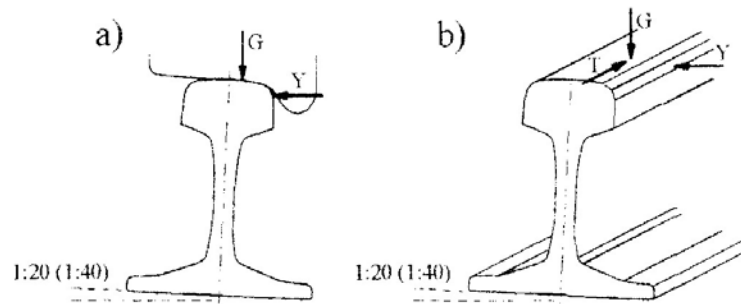
Rozvoj válcování umožnil používat jako kolejnici válcované profily. V roce 1803 použil Nixon čtvercovou kolejnici a v roce 1832 použil Stevens kolejnici širokopatní, kterou upevňoval pomocí hřebů na kamenné podpory. Tvar této kolejnice patří dnes ke všeobecně užívanému tvaru kolejnice. Při stavbě železnic v Anglii se v širokém měřítku používala kolejnice dvouhlavá, navržená v roce 1838 Robertem Stephensonem. Tato kolejnice se také označovala jako stoličková, podle způsobu upevnění na dřevěné příčné pražce. V dalších letech bouřlivého rozvoje železnic se vyvinuly další tvary kolejnic. Nejvíce se však rozšířilo používání kolejnice dvouhlavé (viz obr. 4.11a) a kolejnice širokopatní (viz obr. 4.11b). V tramvajové koleji postupný vývoj tvaru vedl k používání především stojinové žlábkové kolejnice (viz obr. 4.11c) a žlábkové kolejnice blokové (viz obr. 4.11d).



Obr. 4.11

Kolejnice jsou nejvíce namáhaným prvkem koleje, protože přicházejí do bezprostředního styku s koly vozidel, která jim předávají na malých styčných ploškách velké statické tlaky a dynamické rázy, jejichž velikost, charakter a směr se neustále mění. Hlavními silami, které namáhají kolejnici, jsou svislá síla vyvozená náolkem obruče kola na hlavu kolejnice (kolová síla) a vodorovná síla vyvozená okolkem obruče kola na bok hlavy kolejnice (viz obr. 4.12a). Působíště těchto sil je proměnlivé, protože závisí na tvaru obruče a hlavy kolejnice (tvaru ojetí) a polohou nápravy při jízdě vozidla. Při průjezdu vozidla obloukem působí mezi okolkem nabíhajícího kola a kolejnicí síla řídicí, natáčející podélnou osu vozidla do nové polohy. Výsledná vodorovná síla mezi nabíhajícím kolem a kolejnicí, zmenšená o sílu z tření mezi kolem a kolejnicí se nazývá síla vodící. Hnací kola lokomotiv při přenosu tažné síly a kola všech vozidel při brzdění vyvozují v kolejnici podélné osové síly. Další podélné síly jsou vyvolávány teplotními změnami, nemůže-li kolejnice volně dilatovat, Tvar a rozměry

kolejnice a její materiál musí tedy vyhovět všem těmto požadavkům. Schéma namáhání kolejnice v železniční koleji je na obr. 4.12b.

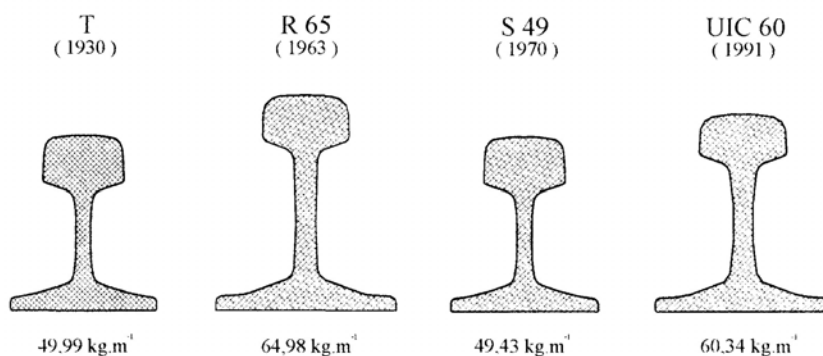


Obr. 4.12

4.2.2.1 Tvary kolejnic ČD

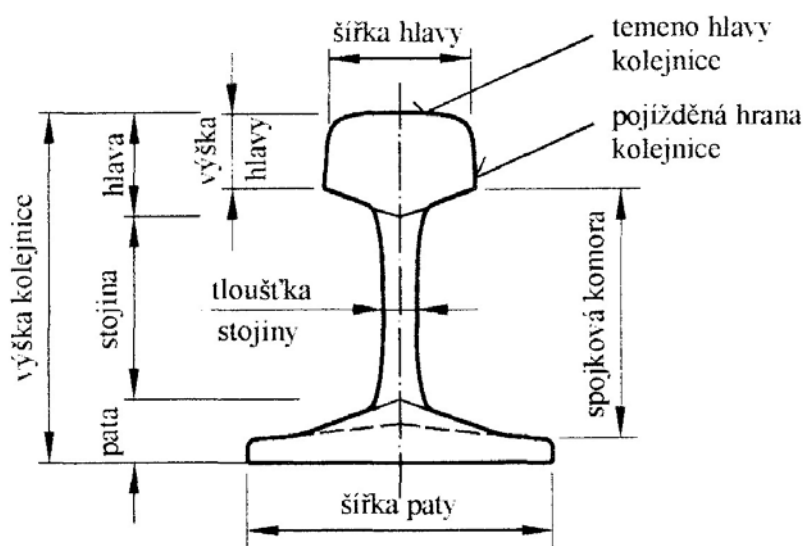
Po první světové válce bylo v síti ČSD užito přes 100 různých tvarů kolejnic. Byl to důsledek dřívějšího stavu, kdy železnice byly ve vlastnictví soukromých společností, z nichž každá používala kolejnice různých tvarů. Nejprve byly používány pouze kolejnice starších tvarů Xa a A, které vyhovovaly rychlosti 100 km/h a hmotnosti na nápravu 20 kN. V roce 1930 byla zavedena kolejnice tvaru T, která vyhovovala výhledové rychlosti 150 km/h a hmotnosti na nápravu 25 kN. Pro silně zatížené tratě byla v roce 1963 zahájena výroba těžší kolejnice tvaru R 65. V roce 1970 byla zahájena výroba kolejnice tvaru S 49, která nahradila tvar T. V roce 1991 byla u ČD zahájena výroba kolejnic tvaru UIC 60, která je dnes nejužívanější kolejnicí u zahraničních železničních správ. V dnešní době se u ČD užívají pouze nové kolejnice tvaru UIC 60 a S 49. Kolejnice UIC 60 se užívají na hlavních kolejích vybraných než tratí (modernizované tratě) a na tratích 1. kategorie s provozním zatížením větším než 18 mil. hrt/rok a dále na předjízdnych kolejích těchto tratí, pokud je provozní zatížení v hlavních kolejích větší než 29 mil. hrt/rok. Na hlavních kolejích na tratích 1. kategorie s provozním zatížením menším než 18 mil. hrt/rok a na hlavních tratích 2. a 3. kategorie se užívají kolejnice S 49. Tyto se dále používají v předjízdnych kolejích na vybraných tratích a na tratích 1. kategorie s provozním zatížením menším než 29 mil. hrt/rok. V ostatních kolejích se užívají kolejnice užité a regenerované.

Přehled kolejnic užívaných u bývalých ČSD a ČD je na obr. 4.13.



Obr. 4.13

Kolejnice širokopatní je konstruována jako nosník skládající se z hlavy, stojiny a paty (viz obr.4.14). Hlava kolejnice umožňuje dokonalý styk kola s kolejnicí, přejímá síly vzniklé vedením a nesením kola. Její tvar je ovlivněn tvarem nákolku a okolku, který je mezinárodně stanoven. Proto zaoblení mezi temenem kolejnice a její boční částí je obvykle provedeno obloučkem o poloměru 13 mm, temeno bývá zaobleno obloukem o poloměru 300 mm. Na obrázku 4.14 je zobrazena širokopatní kolejnice s pojmenováním jednotlivých částí.



Obr. 4.14

4.2.2.2 Délky kolejnic

Podle délky se kolejnice dělí na normální, dlouhé, zkrácené, přechodové a abnormální. Jako normální délka kolejnice se označuje délka, která je u příslušné železniční správy používána jako základní. Dlouhé kolejnice se používají při zřizování bezстыkové koleje svařením kolejnic z normálních délek nebo kolejnic o délce až 75 m. Zkrácené kolejnice se používají pro dosažení vstřícnosti styků ve vnitřním kolejnicovém pásu v obloucích. Pro styk dvou úseků trati s odlišným tvarem kolejnic se vyrábějí svařením různých tvarů kolejnic přechodové kolejnice v délkách podle potřeby. Abnormální kolejnice se užívají k vyloučení styků kolejnic v nevhodném místě.

Délka kolejnice byla dříve ovlivňována především výrobními podmínkami, které umožňovaly vyrobit kolejnice krátkých délek. Na válcovacích drahách v zahraničí je umožněna výroba kolejnic v délkách 120 až 160 m. Délka kolejnice je dále ovlivňována manipulací při rozvozu a ukládání kolejnic do koleje. Současný stav mechanizačních prostředků umožňuje převoz, skládání a výměnu kolejnicových pásů 100 až 300 m dlouhých. Délka kolejnice v době před užíváním bezстыkové koleje byla ovlivňována účinky teplotních změn působících na kolejnici uloženou v koleji.

Délka kolejnice ve stykované koleji se volí tak, aby změnami teploty kolejnice nevznikala v kolejnici napětí od teplotních účinků. Proto byl klasický svršek konstruován s dilatačními

spárami (dilatačními styky), protože při nedokonalém upevnění kolejnice na pražec pomocí hřebů a klínové podkladnice se neuvažoval odpor proti posunutí kolejnice.

Aby mohla volně položená kolejnice délky l měnit svoji délku (tj. dilatovat) a zůstat stále bez napětí, musí při teplotní změně $\pm t^{\circ}\text{C}$ změnit svou délku o:

$$\pm \Delta l = l \cdot \alpha \cdot t$$

kde α je součinitel teplotní roztažnosti oceli ($\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ deg}^{-1}$).

Jestliže dilatace kolejnice je znemožněna, vyvolá v ní teplotní změna napětí, které podle Hookova zákona činí:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{\sigma}{E},$$

kde σ je napětí v MPa,

E - modul pružnosti kolejnicové oceli ($E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$).

Hodnota napětí je dána vztahem: $\sigma = E \cdot \alpha \cdot t$

Teplotní změna o 1°C vyvolá v kolejnici (bez ohledu na její délku), která nemá možnost dilatovat napětí: $\sigma = E \cdot \alpha = 2,1 \cdot 10^5 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 2,50 \text{ MPa}$.

U bezstykové koleje, kde jsou svařením jednotlivých kolejnic vytvořeny dlouhé kolejnicové pásy, je umožněna dilatace na jejich konci, zatímco střední část kolejnicového pásu je pod napětím vznikajícím vlivem teplotních změn. Pohybu kolejnice po podkladnicích brání vhodné upevnění kolejnice k podkladnici.

Nejběžnější způsob uspořádání styků v koleji je vstříčný, kde konce obou kolejnicových pásů leží na normále k ose koleje. Umožňuje dobrou konstrukci styku, soustřeďuje rázy do jednoho místa a usnadňuje mechanizované kladení kolejových polí. V oblouku se zachovává vstřícnost styků tím, že vnější kolejnicový pás je delší než vnitřní. Pro vnitřní kolejnicový pás se užívají zkrácené kolejnice. U ČD se používá zkrácení vnitřních kolejnic o 50 až 200 mm. Dovolená nevstřícnost ve styku je 25 mm.

4.2.3 Kolejnicové podpory (pražce)

Kolejnicové podpory zajišťují v součinnosti s upevněním přenos sil od provozního zatížení přes kolejnice do pražcového podloží, stabilitu rozchodu koleje a tuhost kolejového roštu. Kolejnicové podpory mohou být:

- příčné pražce,
- mostnice a pozednice,
- podélné podpory, prahy,
- konstrukce mostů,
- pevná jízdní dráha.

V klasické konstrukci železničního svršku jsou kolejnice upevněny na příčných pražcích. Horní plocha pražce v oblasti upevnění se nazývá úložná, spodní plocha je označována jako ložná. Části pražce vně kolejnicových pásů se označují jako hlavy pražce.

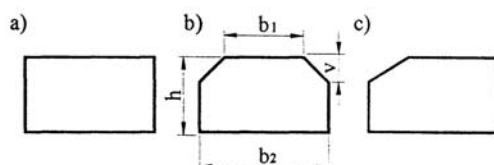
Příčný pražec je v provozních podmínkách namáhán silami od provozního zatížení přenášenými prostřednictvím kolejnice na úložnou plochu pražce a reakcí podloží na ložnou plochu pražce. Síly, které na pražec působí jsou proměnné v místě i v čase. Konstrukce pražce musí být navržena tak, aby byla při variabilitě vnějších sil zaručena jeho dlouhodobá životnost.

Příčné pražce mohou být ocelové, dřevěné nebo betonové, případně z jiných materiálů. V kolejích ČD jsou nejméně rozšířené pražce ocelové. Tyto pražce přestaly být používány převážně v souvislosti s elektrifikací tratí a zaváděním zabezpečovacího zařízení.

Příčné dřevěné pražce se používaly prakticky od počátku provozování železničních tratí. Výhodou dřevěných pražců je dostatečná pružnost, snadné připevnění kolejnice k pražci, relativně malá hmotnost, tím snadná manipulovatelnost a relativně dlouhá doba životnosti. Základní nevýhodou je nedostatek kvalitního dřeva pro jejich výrobu.

Dřevěné pražce se u nás používají v kolejích, kde není vhodné zvyšovat hmotnost kolejových polí, v kolejích s očekávanými nepravidelnými poklesy nivelety koleje v důsledku poddolování, v zarážkových obvodech pod spádovišti, ve výběžích pojistných úhelníků, v kolejích s přídržnou kolejnicí a tam, kde není možné docílit předepsanou tloušťku kolejového lože pro betonové pražce apod.

Dřevěné příčné pražce pro použití v tratích ČD se vyrábějí z buku, dubu letního i zimního, akátu, habru a tropických dřevin. Dřevěné výhybkové pražce se vyrábějí z borovice a modřínu v délkách 2500 mm a 2600 mm, výhybkové pražce a mostnice z buku (výhybkové pražce jen do délky 3300 mm) a z dubu. Mostnice se vyrábějí v délkách 2400 mm, 2500 mm, 2600 mm. Pražce a mostnice se vyrábějí čtyřstranně řezané.



Obr. 4.15

Podle tvaru se dělí na pražce ostrohranné, centrické a excentrické (viz obr. 4.15a, b, c). Dříve se vyráběly i pražce povalové, k jejichž výrobě se používaly i kmeny menších průměrů. Na výrobu pražců smí být použito pouze dřevo pocházející z rostlých stromů, které je v čerstvém stavu pořezáno na pražce. Ostrohranné pražce jsou pražce se všemi ostrými hranami. Za ostrohranné se považují i pražce, u nichž šířka obliny na kterékoli hraně měřená přes roh nepřesáhne 50 mm. Centrické pražce jsou pražce s oblinami na obou stranách úložné plochy, výška oříznutí boků musí být alespoň 100 mm. Obdobně to platí u jednostranně excentrických průřezů.

Nedostatek kvalitního dřeva pro výrobu dřevěných pražců vedl k hledání jiných dostupných materiálů, např. betonu, jako náhrady dřeva. Betonové příčné pražce prošly dlouhým vývojem. Lze je dělit podle:

- druhu — železobetonové a předem nebo dodatečně předpjaté,
- tvaru — monolitické, článkové, blokové,
- tuhosti — tuhé, polotuhé, s netuhým středním spojovacím článkem.

Betonové pražce byly u ČSD používány přibližně od roku 1950, kdy na pokusném úseku bylo položeno několik set příčných pražců různých druhů. Hromadná výroba pražců byla zahájena v roce 1955, kdy byly do výroby zavedeny příčné pražce PAB 2a (železobetonový, monolitický, tuhý, navržený pro rychlost 60 km/h) a SB 2 (tříčlánkový, pružný, dodatečně předpínaný, navržený pro rychlost 100 km/h). Kolejnice byly na tyto pražce upevněny pomocí rozponových podkladnic, hákové šrouby byly vloženy otvorem skrz pražec. Vzhledem ke způsobu upevnění je údržba a opravy v kolejích s těmito pražci prakticky nemožná.

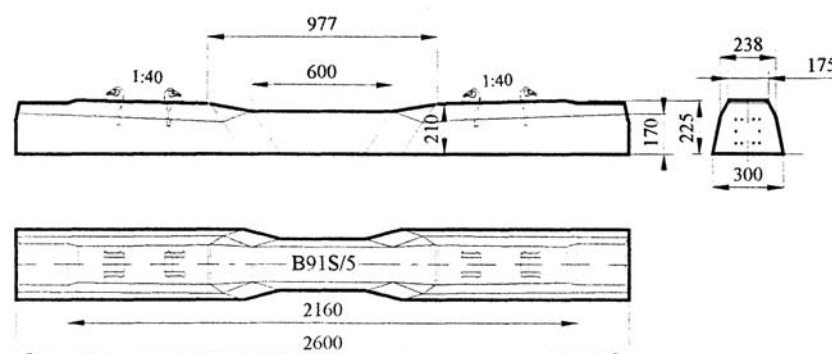
V kolejích se středním provozním zatížením se používal železobetonový, blokový příčný pražec s netuhým středním spojovacím článkem tvořeným ocelovou tyčí, navržený pro rychlost 100 km/h, odvozený od francouzského dvoublokového pražce. Pro upevnění kolejnic pomocí rozponových podkladnic byl pražec osazen dřevěnými hmoždinkami. Tento pražec se dnes již také nevyrábí, přestože např. u SNCF jsou obdobné pražce používány stále.

Prvním betonovým příčným pražcem, kde byl realizován úklon kolejnice přímo úklonem úložné plochy pražce, byl pražec SB 8, později s malými tvarovými změnami SB 8P, navržený pro rychlost 160 km/h a použití v kolejích s hmotností na nápravu 22,5 t.

V souvislosti s přípravou modernizace koridorových tratí byl zahájen vývoj nové generace betonových předem předpjatých monolitických příčných pražců. Návrh vycházel z pražce řady B 70, který je používán u DB AG od roku 1970. Byly navrženy pražce B 91 a B 91S. Pražec B 91 byl vyráběn od roku 1993, v současné době je vyráběn v upravené verzi B 91S. Je osazován polyamidovými otevřenými hmoždinkami, předpínací výztuž je doplněna třmínky v oblasti upevnění kolejnic a spirálami kolem hmoždinek. Pražec je vyráběn s úklonem úložných ploch 1 : 40 pro bezpodkladnicové upevnění ve variantách:

- B 91S/1 — pro upevnění VOSSLOH W 14 a kolejnice UIC 60,
- B 91S/2 — pro upevnění VOSSLOH W 14 a kolejnice S 49,
- B 91S/5 — pro upevnění PANDROL FASTCLIP FC I nebo FC II.

Pražec B 91S má délku 2600 mm, hmotnost 304 kg (viz obr. 4.16), vyhovuje v kolejích s hmotností na nápravu 22,5 t a pro rychlost 160 km/h.



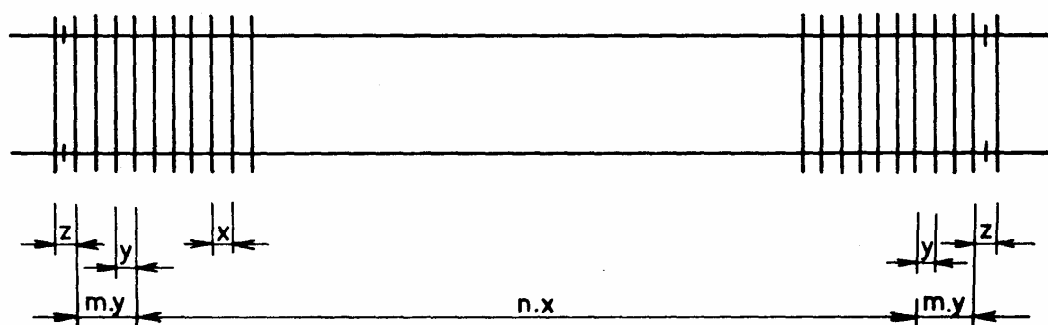
Obr. 4.16

Na každém betonovém příčném pražci je vyznačen: tvar pražce, výrobce, poslední dvojčíslí roku výroby, číslo formy a pořadí ve formě, typ hmoždinky a u výhybkových pražců typ výhybky a pořadí pražce ve vyhybce.

V roce 1995 byla u nás zahájena sériová výroba betonových výhybkových pražců pro výhybky 2. generace a výhybky s kolejnicemi UIC 60. Pražce jsou vyráběny jako monolitické, předem předpjaté, s výztuží přikotvenou v čelech pražců. Příčný řez pražců je v celé délce stejný, lichoběžníkového průřezu o dolní šířce 304 mm, výšce 220 mm a horní šířce 274 mm, hmotnost běžného metru pražce je 160 kg. Pražce jsou vyráběny v různých délkách a s různými polohami hmoždinek podle dispozičního uspořádání jednotlivých tvarů výhybek.

Pražce příčné se v přímé koleji ukládají kolmo k ose koleje, v obloucích radiálně. Vzdálenost pražců v kolejovém poli (viz obr. 4.17) musí odpovídat stanovenému rozdělení pražců s tolerancí ± 30 mm (viz tab. 3, a obr. 4.17). V tabulce 3 je uveden pro jednotlivá rozdělení pražců počet pražců v kolejovém poli o délce 20 m, resp. 25 m a dále počet pražců stanovený pro 1 km koleje.

Předepsanou osovou vzdálenost 600 mm pro rozdělení pražců „u“ v celé délce kolejového pole lze dodržet jen při použití různých délek inventárních kolejnic (např. inventární kolejnice R 65, respektive UIC 60 o délce 19,80 m). Stykovaná i bezstyková kolej s osovou vzdáleností pražců 600 mm má 1667 pražců/km. Inventární kolejnice různých délek se vymění za dlouhé kolejnicové pásy. Rozdělení pražců ve výhybkových konstrukcích se řídí dispozičním plánem a je stanoveno podle únosnosti koleje a je dáno vzorovými listy. Rozdělení zpravidla odpovídá rozdělení pražců v koleji a současně musí respektovat specifika výhybky.



Obr. 4.17

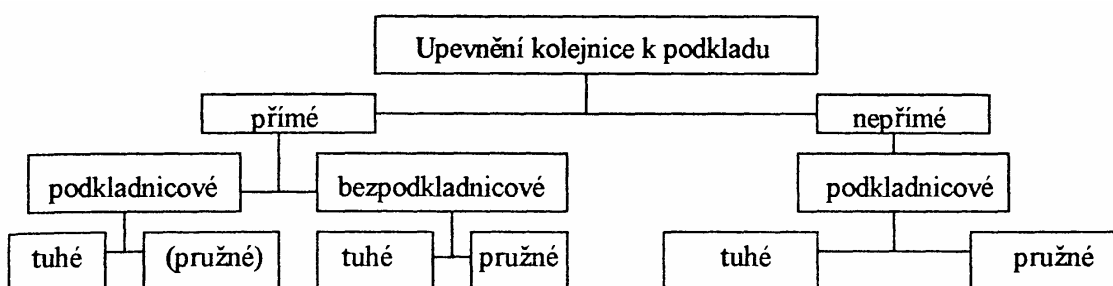
Tab. 2 Rozdělení pražců v normálně rozchodné koleji

Kolejnice a pražce	Rozděl. pražců	Počet pražců		Vzdálenost pražců v mm		
		v kolejo- vém poli	na 1 km koleje	n.x	m.y	z
tv. R 65 - 20 m s dřevěnými i betonovými pražci, kolej stykovaná i bezstyková	c ⁺⁾	30	1 500	29x674,5	-	447,5
	d	33	1 650	32x611	-	456
	e	37	1 850	36x544	-	424
tv. R 65 - 25 m s dřevěnými i betonovými pražci, kolej stykovaná i bezstyková	c ⁺⁾	38	1 520	35x674,5	1x475	450
	d	41	1 640	34x611	3x630	454
	e	46	1 840	39x544	3x557	450
tv. S 49 - 25 m pražce dřevěné, koleje stykovaná (s podporovaným stykem) (dvojčítý pražec je počítán jako 2 ks)	b	34	1 360	31x755	1x676,5	250
	c	38	1 520	35x674,5	1x575	250
	d	41	1 640	32x611	4x651	250
	e	46	1 840	39x544	1x591 2x590	250
tv. S 49 - 25 m pražce betonové, kolej stykovaná (s podporovaným stykem)	b	34	1 360	31x755	1x656,5	290
	c	38	1 520	35x674,5	1x555	290
	d	41	1 640	32x611	4x646	290
	e	46	1 840	39x544	1x583 2x584	290
tv. S 49 a T - 25 m pražce dřevěné i betonové, kolej bezstyková	c ⁺⁾	38	1 520	33x674,5	2x550	550
	d	41	1 640	40x611	-	568
	e	46	1 840	45x544	-	528
tv. S 49 - 25 m pražce dřevěné i betonové, kolej stykovaná se spojkami S (převislý styk)	b	34	1 360	29x755	2x654,5	495
	c	38	1 520	35x670	1x529	500
	d	41	1 640	38x611	1x645	500
	e	46	1 840	43x544	1x558	500
	u	42	1680	39x600	1x554	500
tv. UIC 60 - 20 m - stykovaná	u	34	1700	33x589	-	571
tv. UIC 60 - 25 m - stykovaná	u	42	1680	41x596	-	572

+) v bezstykové koleji pouze pro betonové pražce

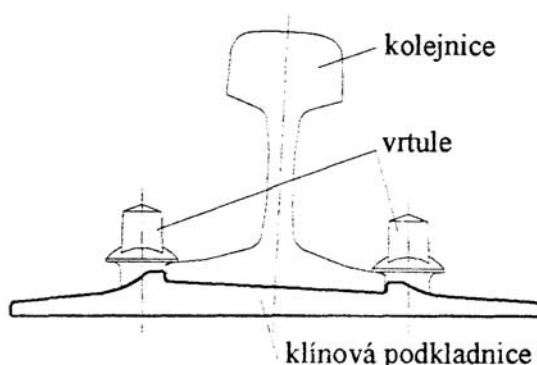
4.2.4 Upevnění kolejnic

Kolejnice se upevňují ke kolejnicovým podporám pomocí upevňovadel a drobného kolejiva. Upevnění kolejnic na podporách zajišťuje rozchod koleje v předepsaných tolerancích, tuhé a současně dostatečně pružné spojení kolejnic s podporou, přenášení a roznesení sil na podporu a do podloží v dostatečně dlouhém časovém období. V kolejích s kolejovými obvody má upevnění kolejnic pro spolehlivou funkci zabezpečovacího zařízení umožňovat jednoduchou a spolehlivou izolaci kolejnic vzhledem k podporám. Má být jednoduché, jednotlivé součásti mají být pokud možno použitelné pro více sestav upevnění. Podle použitých systémů upevňovadel lze odlišit tyto typy upevnění:



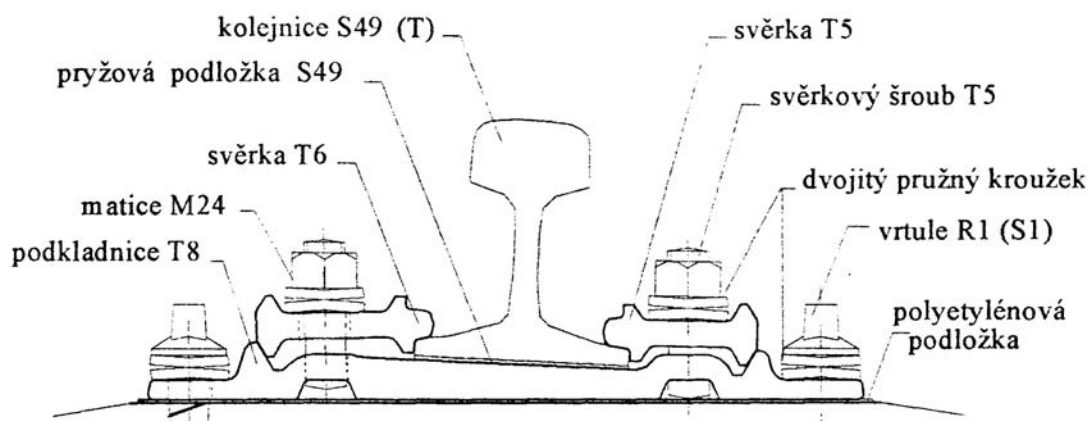
Při přímém upevnění jsou kolejnice, příp. kolejnice s podkladnicemi upnuty bezprostředně jedním systémem upevňovadel k podporám. Upevnění kolejnic k pražcům hákovými hřeby bez podkladnic je možné označit jako upevnění bezpodkladnicové, přímé tuhé. Pro zajištění lepšího přenášení sil z paty kolejnice do pražce bylo zavedeno používání litých nebo válcovaných podkladnic, tzn. upevnění podkladnicové. Podkladnice zvětšuje dotykovou plochu mezi patou kolejnice a pražcem, a tak snižuje

Nejjednodušší, dnes u ČD již nepoužívané, je přímé, podkladnicové, tuhé upevnění kolejnice na klínové podkladnici k dřevěnému pražci pomocí vrtulí (viz obr 4.18) a nepřímé upevnění s tuhousvěrkou na rozponové podkladnici upevněné k dřevěnému pražci pomocí vrtulí. (viz obr. 4.19).



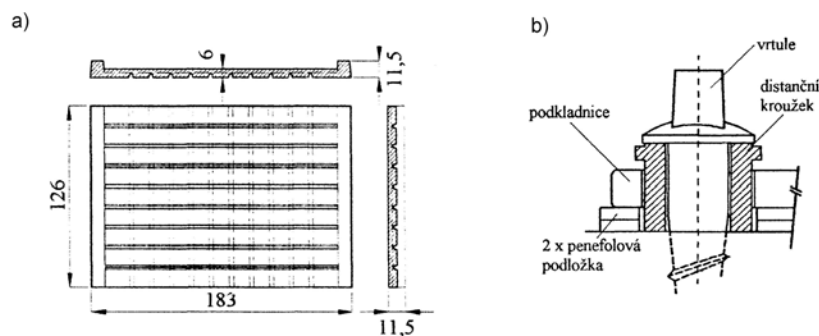
Obr. 4.18

S rostoucí rychlostí provozu a zatížením tratí přestávalo vyhovovat přímé i nepřímé upevnění s tuhými prvky. Působením dynamických sil od železničního provozu dochází k postupnému uvolňování těchto prvků a pro zajištění spolehlivé funkce upevnění je nutná častá kontrola a údržba. Proto se již od padesátých let zabývala většina železničních správ vývojem pružných prvků v upevnění pro zajištění jeho správné funkce při provozním zatížení.



Obr. 4.19

K tlumení dynamických účinků železničních kolejových vozidel na železniční svršek a spodek slouží podložky pod patu kolejnice spolu s podložkou pod pokladnicí. Materiálem podložek může být pryž nebo jiný pružný materiál splňující potřebná technická kritéria. Materiál podložek musí být odolný vůči povětrnostním účinkům, musí mít zvýšenou odolnost vůči dynamickému namáhání, vůči ropným produktům, nesmí mít korozivní účinky na beton nebo kovy použité pro ostatní prvky upevnění. Požadovaná hodnota tuhosti podložky pod patu kolejnice, definovaná jako „sečná tuhost“, má být v rozmezí 90 — 120 kN/mm v rozsahu zatížení kolejnice 20 - 70 kN. Příklad provedení pryžové podložky pod patu kolejnice je na obr. 4.20a. Pod žebrovou podkladnicí se vkládají polyetylénové podložky. Pro zvýšení pružnosti se spolu s distančními kroužky používají pod podkladnicí penefolové podložky. Distanční kroužek nesmí být po montáži volný, musí být pevně přitlačován hlavou vrtule. Funkce distančního kroužku spočívá v možnosti omezeného pohybu podkladnice vzhledem k pražci při průjezdu železničního vozidla s cílem absorbování záporné průhybové vlny kolejnice, a tím snížení namáhání upevňovadel. Umístění distančního kroužku je zobrazeno na obr. 4.20b.

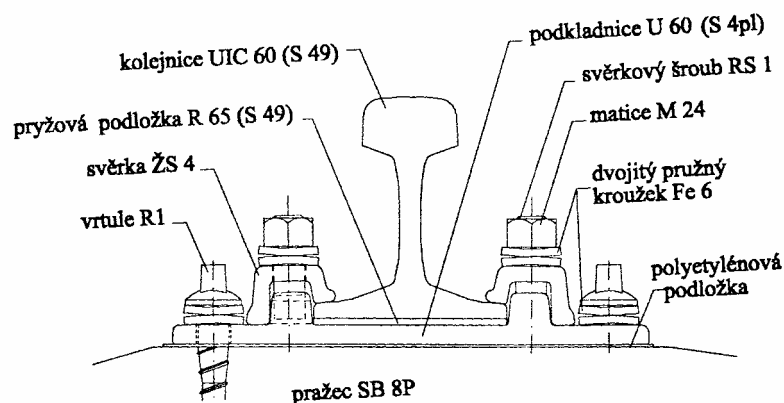


Obr. 4.20

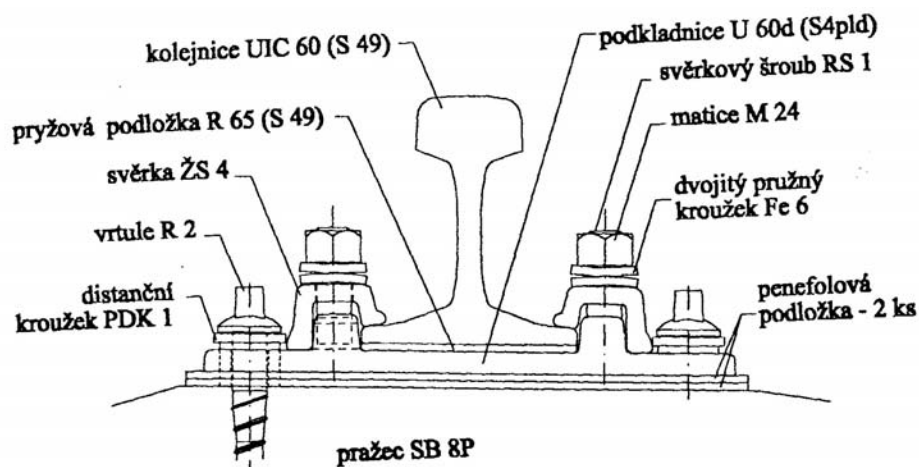
Požadavky na konstrukce upevnění kolejnic určené pro použití v kolejích ČD pro různé druhy kolejnicových podpor a pro ověřování jejich vlastností jsou uvedeny v OTP „Upevnění kolejnic čj. 60 555/99-O13“, dále v předpise S3 Železniční svršek.

Současné sestavy železničního svršku nacházející se v kolejích ČD, které v sobě zahrnují tvar kolejnice, upevnění a typ pražce, lze rozdělit do dvou skupin - stávající typy upevnění na starších úsecích tratí a nově zřizovaná upevnění. Nove zřizované typy upevnění lze rozčlenit:

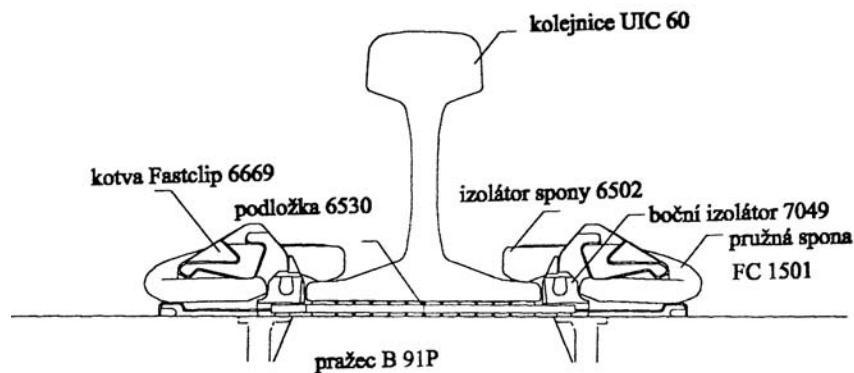
- podkladnicové s žebrovou podkladnicí (viz obr. 4.21)
- podkladnicové s žebrovou podkladnicí, a s distančními kroužky (viz obr. 4.22)
- bezpodkladnicové (viz obr. 4.23)



Obr. 4.21



Obr. 4.22



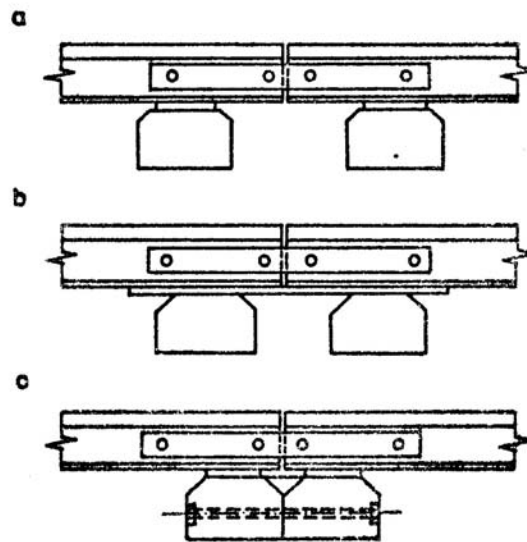
Obr. 4.23

Železniční svršek se zřizuje jako bezstyková kolej s vevařenými výhybkami nebo jako stykovaná kolej se stykovanými výhybkami. Pro zřízení stykované koleje se používají kolejnicové pásy základní délky 25 m, mezi konci vzájemně stykovaných kolejnic se ponechává taková dilatační spára, aby při největší délkové změně kolejnic za nejvyšších teplot nevznikaly na stycích nebezpečné tlaky.

Kolejnicový styk musí umožnit spojení dvou kolejnic tak, aby byla zaručena plynulost pojezděné hrany kolejnic. pevné spojení kolejnic kolejnicových spojek, které zajišťují únosnost kolejnicového styku. Na tratích elektrizovaných a na tratích s automatickým zabezpečovacím zařízením musí kolejnicový styk zaručit i spolehlivou elektrickou vodivost mezi oběma stykovanými kolejnicemi. Šířka dilatační spáry závisí na délce spojovaných kolejnic a jejich teplotě. Největší šířka dilatační spáry v normálně stykované koleji je 20 mm. Kolejnicové styky ve stykované koleji se zásadně umísťují vstřícně s dovolenou odchylkou vstřícnosti ± 10 mm při novostavbě a rekonstrukci koleje. Za provozu se povoluje nevstřícnost ± 25 mm.

Podle konstrukce styku rozeznáváme tři základní typy:

- podporované (viz obr. 4.24c) — oba konce kolejnic jsou upevněny na společné podkladnici uložené na společném pražci. Tato konstrukce se používala u starších soustav a neosvědčila se.
- s můstkovou deskou (viz obr. 4.2b) s dvojčitými dřevěnými pražci.
- převislé (viz obr. 4.24a) styčné podpory jsou od sebe vzdáleny 400 — 600 mm, konce kolejnic jsou na nich uloženy buďto na každém pražci na samostatné podkladnici nebo jsou uloženy na společné můstkové desce uložené na obě podpory.



Obr. 4.24

Kolejnicové styky v koleji a ve výhybkách soustav UIC 60, R 65 a S 49 se u novostaveb a rekonstrukcí zřizují jako převislé s nezávislým upevněním na podporách (viz obr. 4.24a). Ztrátu tuhostí kolejnicového pásu, která je způsobena jeho přerušením dilatační spárou, nahrazují spojky, umístěné po obou stranách stojiny kolejnice, které současně nesmí bránit dilataci spojovaných kolejnicových pásů. Funkce spojek je závislá na utažení spojkových šroubů.

5 Výhybky

Výhybky a výhybkové konstrukce jsou nejsložitější konstrukce železničního svršku. Umožňují plynulé přejíždění vozidel z jedné koleje na druhou bez přerušení jízdy. Výhybkovými sestavami se tvoří výhybková spojení a rozvětvení.

5.1 Geometrické uspořádání výhybek

Geometrické uspořádání výhybky, které je základem její konstrukce je dáno:

- úhlem odbočení, který svírá osa hlavní větve s tečnou na konci oblouku v ose vedlejší větve,
- poloměrem oblouku v odbočné větvi výhybky,
- geometrickým uspořádáním jazyků,
- přírazným úhlem jazyků,
- rozšířením rozchodu koleje v obloucích výhybky (rozchod koleje se u výhybek normálního rozchodu rozšiřuje od poloměru menšího než 190 m),
- celkovou stavební délkou výhybky od výměnového styku až po koncový styk výhybky v hlavním směru.

Úhel α , který udává odklonění odbočné větve výhybky od přímého směru, se nazývá úhlem odbočení výhybky. Poloměr oblouku ve vedlejší větvi výhybky r se vztahuje na osu koleje. Hodnota poloměru oblouku je určující pro dovolenou rychlost v odbočné větvi výhybky.

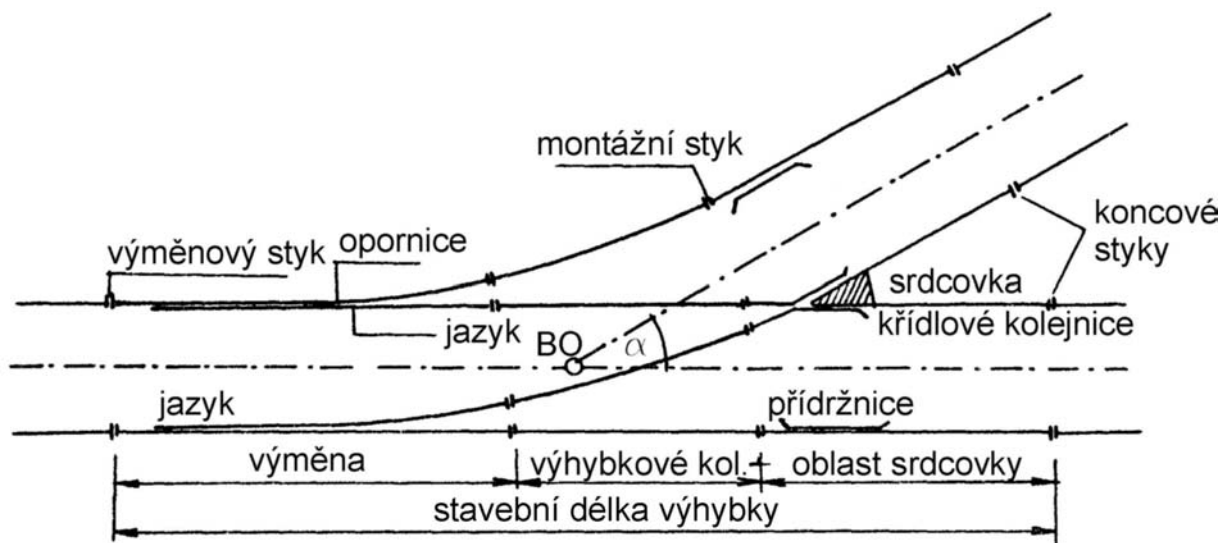
Geometrické uspořádání výhybek se vztahuje k pojížděným hranám jednotlivých kolejnicových pásů. Schéma geometrického uspořádání je součástí dispozičního plánu, který obsahuje kromě pojížděných hran kolejnicových pásů ve výhybce a jejich délek i rozchod koleje, velikost dilatačních spár, vzdálenost pražců a také označení dalších detailů konstrukce (podkladnice, kluzné stoličky, jazykové opěrky atd.), včetně vysvětlivek.

5.1.2 Jednoduchá výhybka

Jednoduchá výhybka vznikne tehdy, odbočí-li z hlavního přímého směru obloukem druhá kolej. Jednoduchá výhybka se skládá ze tří hlavních částí:

- výměnové - část, ve které se rozvětvuje jedna kolej ve dvě,
- srdcovky - část, ve které protíná vnější kolejnicový pás odbočné koleje vnitřní pás hlavního přímého směru,
- výhybkových kolejí - spojujících výměnovou část a srdcovku.

Podle směru, do kterého odbočuje druhá kolej, z pohledu od začátku výhybky k jejímu konci, označujeme jednoduchou výhybku jako levou nebo pravou. Na obr. 5.1 je zobrazena jednoduchá výhybka levá.



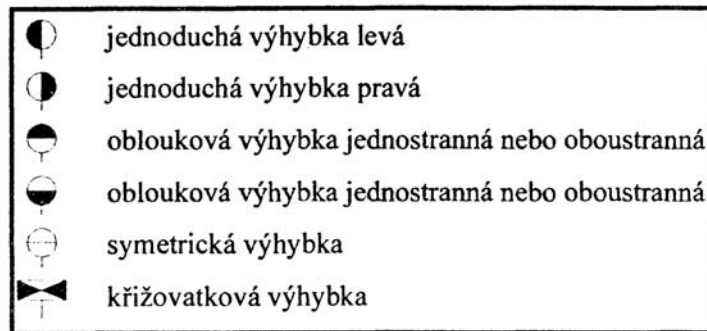
Obr. 5.1

Odbočná větev je odkloněna od hlavního směru výhybky o úhel α , který se nazývá úhel odbočení. Je udáván poměrem $1 : n$ (tangentou), dříve se udával v úhlových stupních. Podle toho se některé výhybky nazývají poměrové nebo stupňové. Průsečík os hlavního směru a směru odbočného se nazývá bod odbočení (BO), průsečík pojízdné hrany vnějšího kolejnicového pásu odbočné větve a pojízdné hrany kolejnicového pásu hlavního směru tvoří teoretický hrot srdcovky a nazývá se matematickým bodem křížení. Oblouk v odbočné větvi končí buď koncovým stykem výhybky nebo před její srdcovkou. Kolejové schéma (viz obr. 5.1) zobrazuje jednotlivé konstrukční části výhybek. Pokud vyznačíme pouze osy jejího hlavního a vedlejšího směru, bod odbočení, výměnový styk a styky koncové vznikne vytyčovací schéma výhybky, které je zpravidla doplněno terčíkem v místě výměnového styku a popisem výhybky. Vytyčovací schéma výhybek se zakresluje do výkresů kolejových spojení a rozvětvení, zhlaví stanic.

Podle geometrického uspořádání se výhybky a výhybkové konstrukce označují, včetně označení druhu konstrukce, takto:

- J jednoduchá výhybka,
- O oboustranná výhybka (používá se pouze u stupňové soustavy)
- Obl-j oblouková výhybka jednostranná,
- Obl-o oblouková výhybka oboustranná,
- S symetrická výhybka,
- C celá křižovatková výhybka,
- B poloviční křižovatková výhybka,
- K kolejová křižovatka.
- DKS dvojitá kolejová spojka
- JKS jednoduchá kolejová spojka

Označení výhybky ve vytyčovacích schématech se doplňuje terčíkem u výměnového styku. nebo úhlopříčně děleným obdélníčkem ve středu křižovatkových výhybek (viz obr. 5.2):

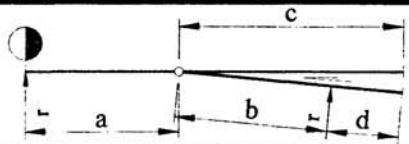


Obr. 5.2

Všechny konstrukční prvky jízdní dráhy ve výhybce jsou uloženy na výhybkových pražcích bez úklonu tedy svisle - jedná se o opornice, jazyky, kolejnice středové části výhybky, přídržnici a srdcovku. Přejod do úklonu 1 : 20. resp. 1: 40 v běžné koleji je vytvořen přechodovými podkladnicemi mimo výhybku nebo u starších konstrukcí na začátku výměny a na konci výhybky. Umístění přechodových podkladnic se vyznačuje v dispozičním plánu výhybky. Upevnění kolejnic ve výhybkách se používá nepřímé. Rozšíření rozchodu je zpravidla u výhybek s poloměrem menším než 215 m, resp. 190 m a je vyznačeno v dispozičním plánu.

V tabulce 5.1 je uveden přehled jednoduchých výhybek používaných u ČD.

Tab. 5.1 Přehled jednoduchých výhybek soustav S 49 a UIC 60

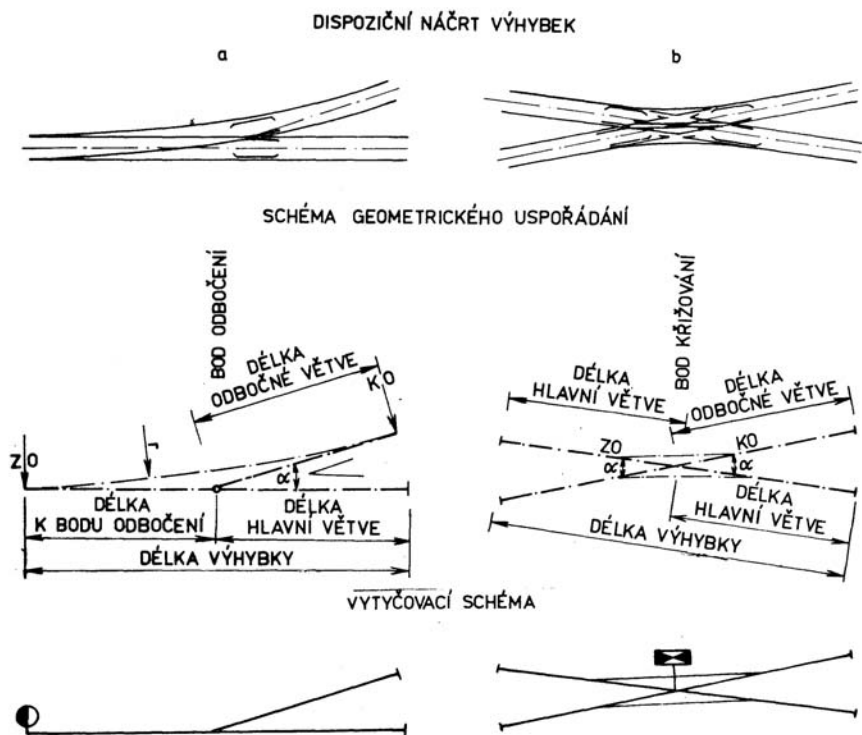
								
<i>L, a, b, c, d – v mm</i>								
Tvar výhybky	Rychlost <i>V</i> v odbočné větvi v km.h ⁻¹	Úhel odbočení α v deg	Poloměr <i>r</i> v odbočné větvi v m	Rozměry výhybky				Pozn.
				<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	
JS49-1:6-150	30	9,462 322	150	12 414,5	12 414,5	12 414,5	-	
JS49-1:7,5-150	30	7,594 643	150	9 956	9 956	12 944	2 988	
JS49-1:6,6-190	40	8,615 648	190	14 312	14 312	15 727	-	
JS49-1:7,5-190	40	7,594 643	190	12 611	12 611	12 611	-	1)
JS49-1:7,5-190-I				12 611	12 611	16 009	3 398	2)
JS49-1:9-190	40	6,340 192	190	10 523	10 523	16 615	6 092	
J60-1:9-190								
SS49-1:5,7-230	40	9,950 627	230	9 992,5	9 992,5	9 992,5	-	3)
JS49-1:9-300	50	6,340 192	300	16 615,5	16 615,5	16 615,5	-	
J60-1:9-300								
JS49-1:11-300	50	5,194 429	300	13 608,5	13 608,5	20 000	6 391,5	
J60-1:11-300								
JS49-1:12-500	60	4,763 642	500	20 797	20 797	20 797	-	1)
J60-1:12-500								
JS49-1:12-500	60	4,763 642	500	20 797	20 797	21 997	1 200	2)
J60-1:12-500-I								
JS49-1:14-760	80	4,085 617	760	27 108	27 108	27 108	-	
J60-1:14-760								
J60-1:14-760-I	80	3,839 114	760	25 471,5	25 471,5	28 744,5	3 271	4)
JS49-1:18,5-1200				32 409	32 409	32 409	-	
J60-1:18,5-1200	100	3,094 058	1 200					1)
J60-1:18,5-1200-I				32 409	32 409	33 609	1 200	2)
J60-1:18,5-1200-II	100	3,057 532	1 200	32 026	32 026	33 992	1 966	2), 4)
J60-1:18,5-1200-III	100	3,151 333	1 200	33 009	33 009	33 009	-	2)

1) koncový styk srdcovky nelze svařit

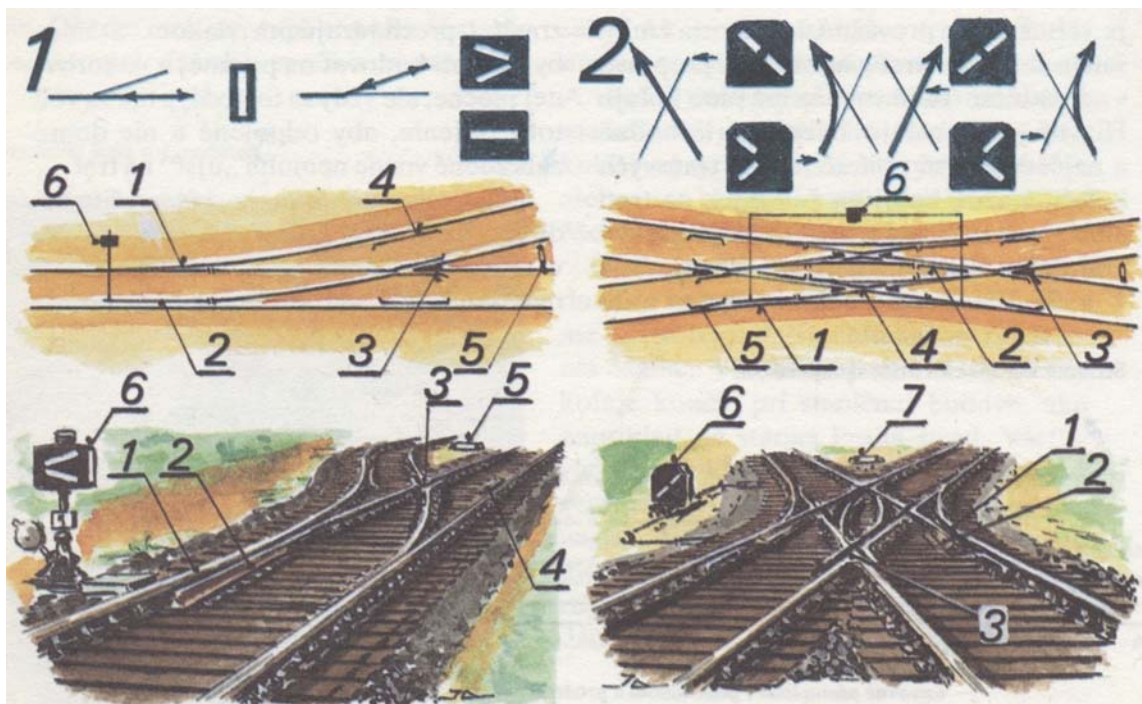
2) možnost svaření koncového styku srdcovky

3) použití do zhlaví spádovišť

4) použití do jednoduché kolejové spojky se vzdáleností os kolejí 4,75 m



Obr. 5.3



1-Jednoduchá výhybka

2-Křižovatková výhybka

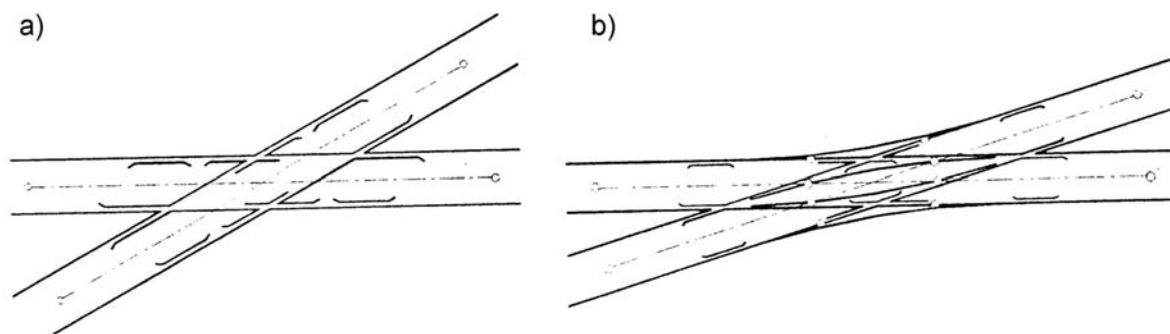
1-opornice, 2-jazyk, 3-srdcovka, 4-přidrznice, 5-námezník

1-opornice, 2-jazyk, 3-srdcovka, 4-dvojitá

srdcovka, 5- přidrznice, 6-výměnové těleso, 7- námezník,
Obr. 5.4

5.2 Kolejové křižovatky

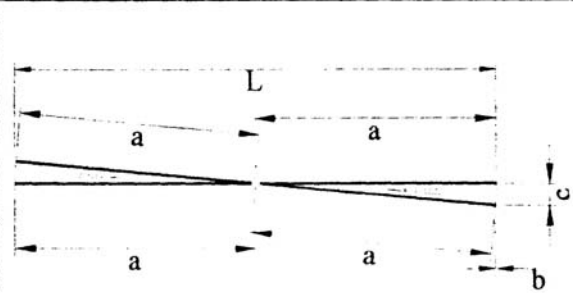
Přechod jedné koleje přes jednu nebo více nerovnoběžných kolejí je tvořen kolejovou křižovatkou. Kolejová křižovatka se skládá ze střední části, tvořené dvěma dvojitými srdcovkami, tj. srdcovkami o tupém úhlu křížení a ze dvou normálních srdcovek s křídlovými kolejnicemi a přídržnicemi. Kolejový plán křižovatky je na obr. 5.3a. Přehled kolejových křižovatek je v tab. 5.2.



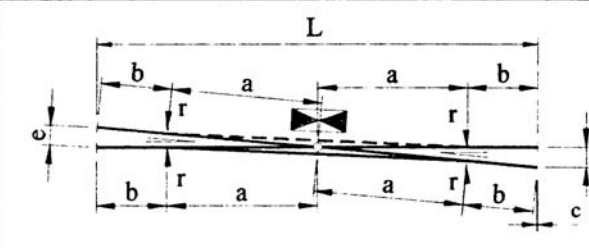
Obr. 5.3

Vzájemný přechod z jedné křižující koleje na druhou je zajištěn křižovatkovou výhybkou celou, tj. oboustranným přechodem nebo poloviční, tj. s jednostranným přechodem. Skládají se z kolejové křižovatky a z výměn. U ČD se používají konstrukce s jazyky uvnitř kolejového čtyřúhelníku vzniklého protnutím kolejnicových pásů. U této konstrukce se používá pérové uspořádání jazyků, jednoduchých a dvojitých srdcovek. Pro snížení rázů při průjezdu kola dvojitou srdcovkou se někdy používají dvojitě srdcovky s pohyblivými hroty, které se přestavují současně s jazyky výhybky. Kolejový plán křižovatkové výhybky je na obr. 5.3b, přehled křižovatkových výhybek je v tab. 5.3.

Tab. 5.2 Přehled kolejových křižovatek soustav S 49 a R 65

					$L, a, b, c - v \text{ mm}$				
Tvar	L	a	b	c	Tvar	L	a	b	c
Tvar	L	a	b	c	KS49 1:9	33 228	16 614	102	1 835
KS49 1:3,68	16 000	8 000	279	2 096	KS49 1:11	40 000	20 000	82	1 811
KS49 1:4,5	17 934	8 967	219	1 968	KR65 1:4,5	17 934	8 967	219	1 968
KS49 1:5,5	22 056	11 028	181	1 989	KR65 1:5,5	22 056	11 028	181	1 989
KS49 1:7,5	25 888	12 944	114	1 711	KR65 1:7,5	25 888	12 944	114	1 711

Tab. 5.3 Přehled křižovatkových výhybek soustav S 49 a R 6

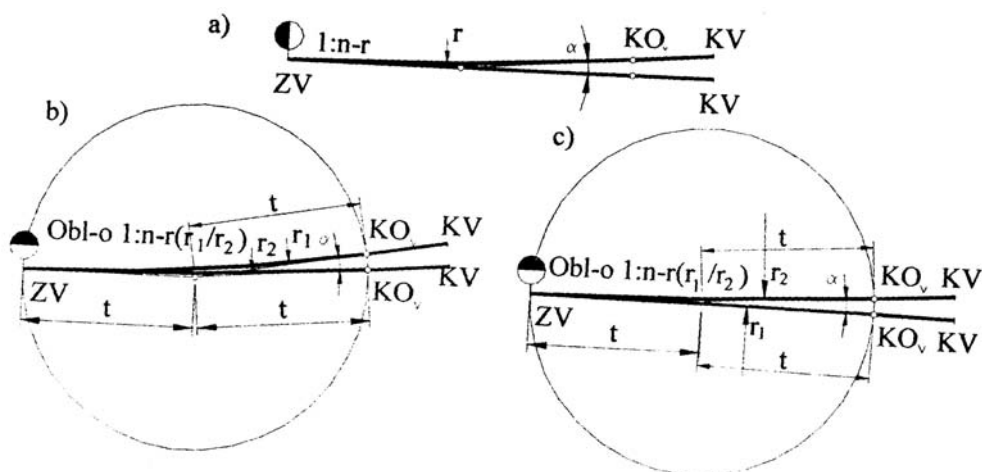
							$L, a, b, c, d, e - v \text{ mm}$						
Tvar	L	a	b	c	d	e	Tvar	L	a	b	c	d	e
CS49 1:7,5 - 150 ¹⁾	25 888	9 956	2 988	114	1 707	1 711	CS49 1:9 - 190	33 230	10 523	6 092	102	1 835	1 838
BS49 1:11 - 300	40 000	13 608	6 392	82	1 811	1 813	CS49 1:11 - 300	40 000	13 608	6 392	82	1 811	1 813
CR65 1:7,5 - 150 ¹⁾	25 888	9 956	2 988	114	1 707	1 711	CR65 1:9 - 190	33 250	10 523	6 092	102	1 835	1 838
CR65 1:11 - 300	40 000	13 608	6 392	82	1 811	1 813	BR65 1:11 - 300	40 000	13 608	6 392	82	1 811	1 813
CR65 1:11 - 300	40 000	13 608	6 392	82	1 811	1 813	CR65 1:11 - 300	40 000	13 608	6 392	82	1 811	1 813

¹⁾ určena jen pro vlečky

5.3 Obloukové výhybky

Obloukové výhybky vznikají zpravidla transformací jednoduchých výhybek. Jednoduché výhybky musí mít tečné uspořádání jazyků a vějířovité uložení pražců (podélná osa každého pražce je kolmá na tzv. osu osnovy pražců). Transformovat se může libovolná jednoduchá výhybka. Transformace křížovatkových výhybek a kolejových křížovatek se považuje za abnormální konstrukci.

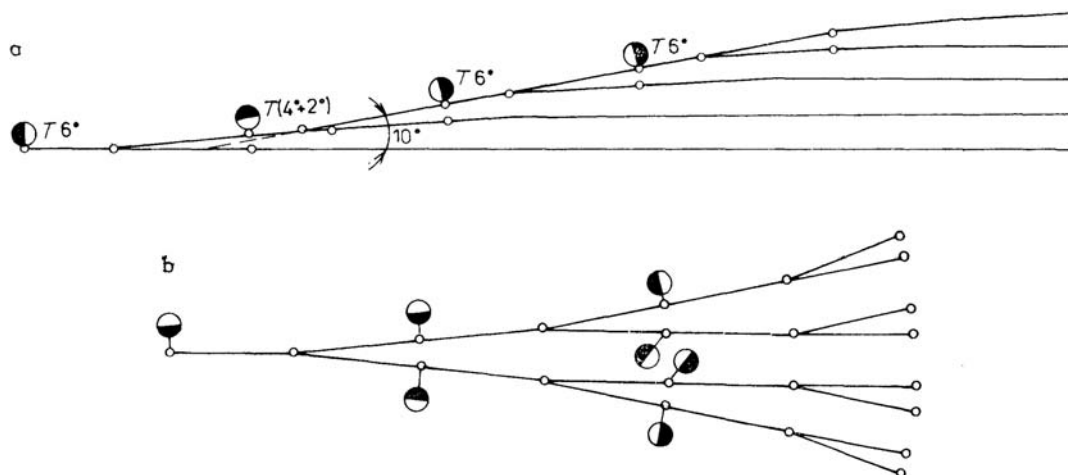
Transformace výhybky je vlastně „ohnutí“ jednoduché výhybky takovým způsobem, že původní přímá větev leží zpravidla celá v oblouku a s ní se upravuje („ohýbá“) i větev vedlejší. Úhel odbočení původní jednoduché výhybky (úhel tečen v koncových bodech oblouků transformované výhybky) zůstává zachován. Transformací jednoduché výhybky (viz obr. 5.4a) vzniknou obloukové výhybky jednostranné (viz obr. 5.4b) a obloukové výhybky oboustranné (viz obr. 5.4c). V případě, že poloměry obou větví obloukové výhybky oboustranné jsou shodné, označuje se výhybka jako symetrická. U obloukové výhybky jednostranné je poloměr vedlejší větve vždy menší než poloměr oblouku odbočné větve jednoduché výhybky základního tvaru. U obloukové výhybky oboustranné je poloměr hlavní i vedlejší větve vždy větší než poloměr oblouku vedlejší větve jednoduché výhybky základního tvaru. Poloměry obou větví obloukové výhybky se spočítají z geometrických podmínek transformace.



Obr. 5.4

Při transformaci nesmí být v žádném případě poloměr oblouku v některé větvi výhybky menší než 150 m.

Seskupením více výhybek vzniká zhlaví. V kolejových rozvětveních železničních stanic se užívá matečná kolej nebo stromkové zhlaví (viz obr. 5.5a, 5.5b).



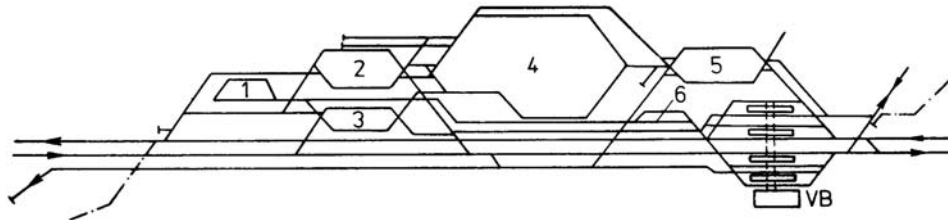
Obr. 5.5

U ČD pod č.j. 57 833/98-013 ze dne 1. 6. 1998 byly vydány vzorové listy kolejových rozvětvení a obloukových spojek s výhybkami soustavy UIC 60 a S 49 2. generace.

Návrhy směrového řešení kolejového rozvětvení a obloukových kolejových spojek podle schválených vzorových listů jsou doporučené, je třeba je přednostně využít, pokud konkrétní situace nevyžaduje použít z důvodu návaznosti na stávající kolejiště řešení odlišné.

6 Stanice a uzly

Železnice potřebuje kromě kolejí i místa, kde vystupují a nastupují cestující, kde se vykládá a nakládá zboží, křižují vlaky a vykonávají další činnosti potřebné k vlastnímu provozu železnice - údržba, opravy a odstavení trakčních vozidel, dezinfekční stanice atd. (viz obr. 6.1).



Schematický náčrt kolejiště uzlové stanice
1 - depo, 2 - tranzitní skupina, 3 - odjezdová skupina, 4 - směrová skupina, 5 - vjezdová skupina, 6 - odstavné koleje, VB - vjezdová budova

Obr. 6.1

Železniční stanice dělíme:

- podle polohy (viz obr. 6.2) v železniční síti na:
 - výchozí stanice
 - mezilehlé stanice
 - přípojně stanice
 - odbočné stanice
 - křižovatkové stanice
 - styčné stanice
 - uzlové stanice
 - koncové stanice

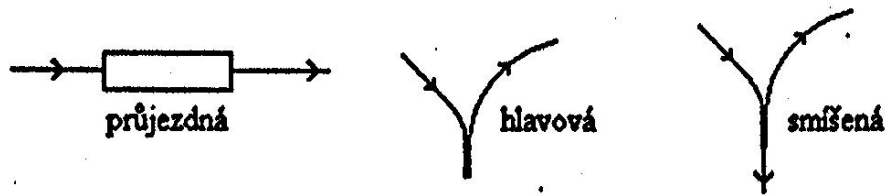
stanice:



Obr. 6.2

- podle uspořádání (viz obr. 6.3) kolejiště na:

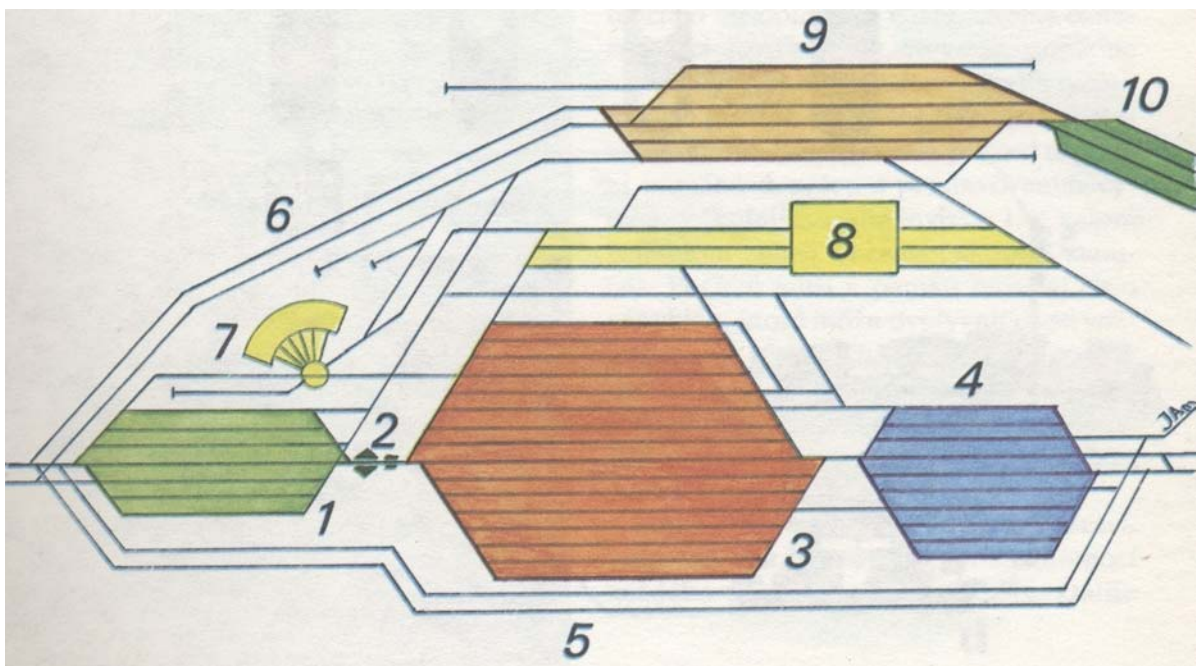
- průjezdné stanice
- hlavové stanice
- smíšené stanice



Obr. 6.3

- podle účelu a povahy práce na:

- osobní nádraží
- nákladové (viz obr. 6.4)
- smíšené



Obr. 6.4

Schéma uzlové seřadovací stanice

- 1 – vchodová skupina, 2 – spádoviště, 3 – směrová skupina, 4 – odchodová skupina,
 5 – objízdne koleje, 6 – hlavní traťové koleje, 7 – lokomotivní depo, 8 – vozové depo,
 9 – komerční obvod, 10 – osobní stanice

6.2 Vybavení železničních stanic

K zajištění dopravy a všech dalších funkcí stanice slouží v železničních stanicích tyto staniční koleje a zařízení v závislosti na rozsahu a účelu stanice:

- dopravní koleje, sloužící pro vjezdy, odjezdy, křížování a předjíždění vlaků, na:
 - hlavní (průjezdné), které přímo navazují na koleje traťové,
 - předjízdné;
- manipulační koleje, sloužící pro manipulaci se železničními vozidly, na:
 - odstavné,
 - výtažné,
 - seřadovací,
 - čekací,
 - spojovací,
 - lokomotivní,
 - objízdné,
 - nakládací a vykládací,
 - překládkové,
 - poštovní,
 - správkové,
 - celní, atd.;
- koleje pro zvláštní účely, na:
 - odvrtné, které brání vzájemnému střetnutí pohybujících se vlaků nebo skupin vozů,
 - vlečkové;
- zařízení pro přepravu osob a zavazadel, na:
 - výpravní budovy,
 - nástupiště,
 - podchody a lávky,
 - přednádraží;
- zařízení pro nakládku a vykládku zboží (nákladové obvody), na:
 - boční a čelní rampy,
 - skladiště,
 - volné skládky,
 - kontejnerová překladiště,
 - mechanizační zařízení pro manipulaci s náklady;
- zařízení pro dopravní službu (např. výpravní budovy, stavědla);
- sdělovací a zabezpečovací zařízení;
- napájecí a osvětlovací zařízení (např. podpěry trakčního vedení, osvětlovací stožáry a věže apod.);
- pozemní komunikace, umožňující příjezd silničních vozidel ke všem pozemním stavbám a k nákladovému obvodu;
- požární a vodárenská zařízení;
- oplocení.

Nové stanice se budují v přímé nebo ve stísněných poměrech v obloucích o min. poloměru 600 m. Poloměry oblouků v průjezdných kolejích musí vyhovovat největší traťové rychlosti. Všechny koleje v nových stanicích a výhybnách mají být vodorovné nebo ve sklonu do 1‰ (bezpečně zabraňuje samovolnému rozjetí stojícího vozu). Při rekonstrukcích ve stávajících stanicích se připouští až 2,5‰.

6.3 Sdělovací a zabezpečovací zařízení

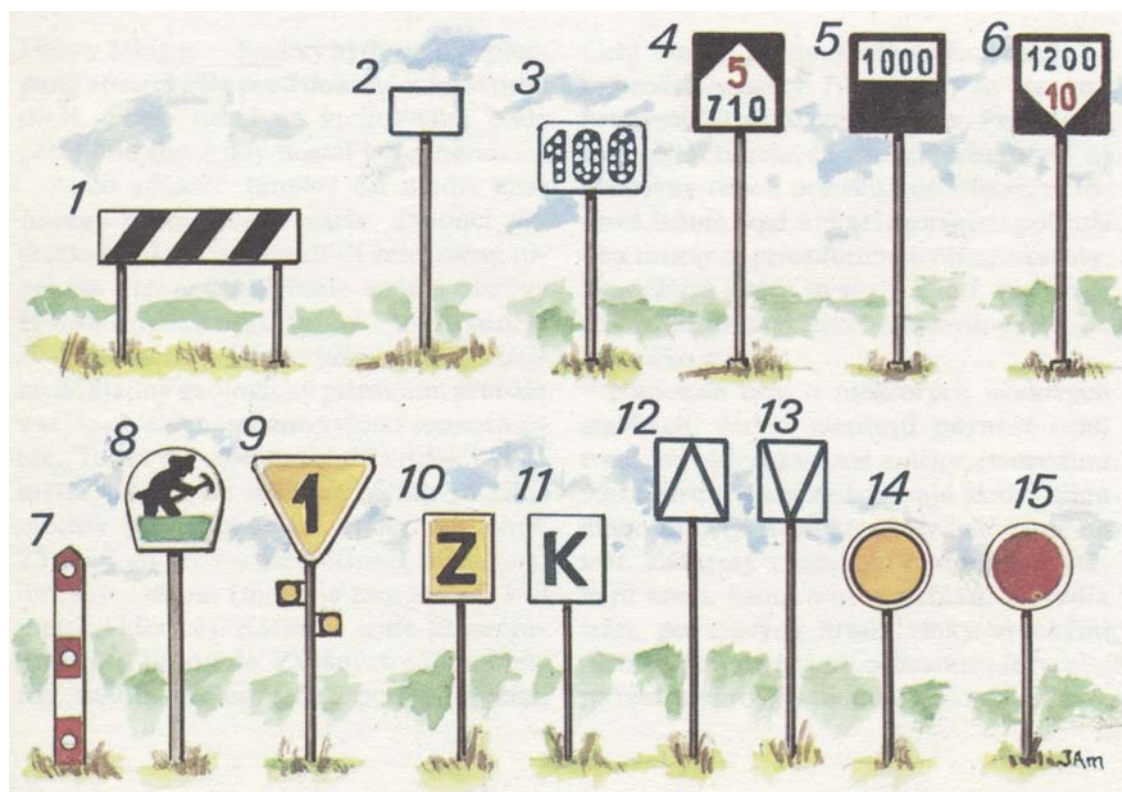
Pro zabezpečení vlakové dopravy a předávání zpráv jsou stanice vybaveny sdělovacím zařízením. Jsou to telefon, telegraf, dálnopis, železniční rozhlas a průmyslová televize.

Zabezpečovací zařízení můžeme rozdělit na traťové, staniční a vlakové. Traťové zabezpečovací zařízení (viz obr. 6.5) zajišťuje bezpečnou jízdu vlaků za sebou v traťových oddílech. Staniční zabezpečovací zařízení umožňuje zabezpečenou přípravu vlakových a posunových cest ve stanicích, např. zamezuje vjezd vlaku na obsazenou kolej.

Vlakové zabezpečovací zařízení jednak přenáší návěstí na lokomotivu a tím umožňuje bezpečnou jízdu i za ztížených povětrnostních podmínek (mlha), jednak kontroluje činnost strojvedoucího (nebezpečí spánku či mikrospánku nebo přehlédnutí návěstidla).

Ve sdělovacím a zabezpečovacím zařízení probíhá u ČD rozsáhlá modernizace s využitím výpočetní techniky a mikroelektroniky.

Značky na železniční trati



Obr. 6.5

- 1 – tabule před zastávkou, 2 – konec nástupiště, 3 – rychlostník,
 4 – sklonovník – trať se stoupáním, 5 – sklonovník – vodorovná trať, 6 – sklonovník – trať s klesáním, 7 – výstražný kolík – pískejte, 8 – výstražný terč – pískejte, 9 – předzvěstný štít – pomalá jízda, 10 a 11 – začátek a konec pomalé jízdy, 12 a 13 – začátek a konec činnosti postrkového hnacího vozidla, 14 – výstraha, 15 - stůj

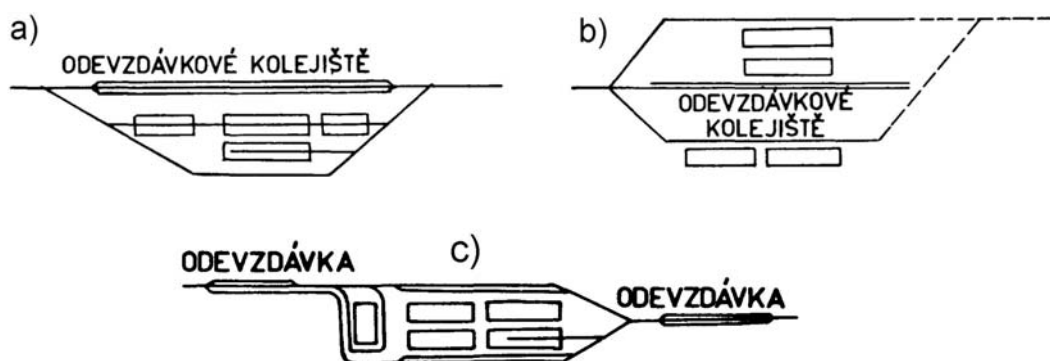
6.4 Vlečky

Vlečka je neveřejná normálně rozchodná dráha. Spojuje různé průmyslové závody, doly, elektrárny, sklady atd. s železniční sítí a umožňuje přepravu vozových zásilek přímo do závodů. Uživatel vlečky se nazývá vlečkař.

Vlečka musí ústít do staničního zhlaví. Pro předávání vozů ČD vlečkaři a naopak slouží odevzdávkové koleje, jejichž počet a délka závisí na obratu vozů na vlečce. Vlečkař si obstarává provoz na vlečce při větším počtu vozů svou lokomotivou a svými zaměstnanci. Při malém obratu vozů může provoz obstarávat ČD na náklad vlečkaře. V závodě je vlečka rozvětvena do kolejiště, jehož velikost, počet kolejí atd. závisí na výrobních technologiích, objemu výroby atd. V některých závodech může zátěž jen vznikat (doly, lomy atd.), v některých jen zanikat (elektrárny), v jiných jen mění svůj charakter (chemické závody apod.

Všeobecně lze navrhnout řešení vlečkového systému ve třech základních variantách:

- průjezdné (viz obr. 6.6a)
- úvratňové (viz obr. 6.6b)
- smyčkové (viz obr. 6.6c)



Obr. 6.6

Vlečka musí být vybudována a udržována podle předpisů a zásad platných pro dráhy. Údržbu provádí vlečkař nebo u malých vlečkařů ČD na náklad vlečkaře.