

# PROJEKTOVÁNÍ ŽELEZNIČNÍCH TRATÍ A STANIC

Ing. David Koubek

UČEBNÍ TEXT  
PRO ŽÁKY  
STŘEDNÍ ŠKOLY

# Obsah

Úvod .....	1
Struktura učebního textu .....	2
Vysvětlivky k použitým symbolům .....	3
Projektování železničních tratí .....	4
1 Směrový průběh železniční trati.....	5
Motivace a cíl .....	5
Výklad.....	5
1.1 Mapové podklady.....	5
1.2 Směrový oblouk.....	5
1.3 Mezipřímá .....	6
1.4 Trasa s bodem obratu (inflexní bod) .....	7
1.5 Tečnový polygon .....	7
Shrnutí.....	8
Úlohy .....	8
Kontrolní otázky .....	8
Použití v praxi .....	9
Zdroje .....	9
2 Výškový průběh železniční trati.....	10
Motivace a cíl .....	10
Výklad.....	10
2.1 Sklonové poměry.....	10
2.1.1 Nejvyšší dovolené sklony .....	10
2.2 Niveleta .....	11
2.3 Kóta terénu, kóta nivelety.....	11
2.4 Výškový oblouk.....	11
2.5 Podélný profil .....	12
Shrnutí.....	14
Úlohy .....	14
Kontrolní otázky .....	14
Použití v praxi .....	15
Zdroje .....	15
3 Konstrukce železničního spodku .....	16
Motivace a cíl .....	16

	Výklad.....	16
3.1	Součásti železničního spodku.....	16
3.2	Těleso železničního spodku a konstrukční vrstvy.....	17
3.3	Příklady konstrukcí železničního spodku.....	17
3.3.1	Nesoudržná zemina, bez konstrukčních vrstev.....	17
3.3.2	Soudržná zemina, konstrukční, konsolidační a ochranná vrstva.....	18
3.4	Stavby železničního spodku .....	19
	Shrnutí.....	20
	Úlohy .....	20
	Kontrolní otázky .....	21
	Použití v praxi .....	21
	Zdroje .....	21
4	Konstrukce železničního svršku.....	22
	Motivace a cíl .....	22
	Výklad.....	22
4.1	Součásti železničního svršku .....	22
4.2	Kolejnice .....	22
4.3	Upevnění železničního svršku .....	23
4.4	Pražce .....	25
4.5	Bezстыková kolej.....	25
4.6	Kolejové lože .....	25
	Shrnutí.....	25
	Úlohy .....	26
	Kontrolní otázky .....	26
	Použití v praxi .....	27
	Zdroje .....	27
5	Geometrické parametry koleje (GPK) .....	28
	Motivace a cíl .....	28
	Výklad.....	28
5.1	Omezující hodnoty .....	28
5.2	Právní úprava .....	29
5.3	Součásti GPK.....	29
5.4	Převýšení .....	29
5.5	Nedostatek a přebytek převýšení .....	31

5.6	Vzestupnice .....	32
5.7	Přechodnice.....	32
	Shrnutí.....	33
	Úlohy .....	34
	Kontrolní otázky .....	34
	Použití v praxi .....	34
	Zdroje .....	34
	Projektování železničních stanic .....	35
1	Zařízení pro osobní a nákladní přepravu.....	36
	Motivace a cíl .....	36
	Výklad.....	36
1.1	Nástupiště .....	36
1.1.1	Přehled typů nástupišť .....	37
1.1.2	Úrovňové nástupiště .....	37
1.1.3	Vnější (boční) nástupiště .....	38
1.1.4	Ostrovní nástupiště .....	38
1.1.5	Poloostrovní nástupiště.....	39
1.1.6	Jazykové nástupiště.....	39
1.2	Zařízení pro nákladní přepravu .....	40
1.2.1	Volná skládka.....	40
1.2.2	Rampa.....	40
	Shrnutí.....	40
	Úlohy .....	40
	Kontrolní otázky .....	41
	Použití v praxi .....	41
	Zdroje .....	41
2	Osové vzdálenosti kolejí.....	42
	Motivace a cíl .....	42
	Výklad.....	42
2.1	Přehled osových vzdáleností kolejí v dopravnách s kolejovým rozvětvením.....	42
2.2	Změna osové vzdálenosti kolejí .....	42
	Shrnutí.....	43
	Úlohy .....	43
	Kontrolní otázky .....	43

Použití v praxi .....	43
Zdroje .....	44
3    Uspořádání kolejíště železničních stanic .....	45
Motivace a cíl .....	45
Výklad .....	45
3.1    Uspořádání nástupišť .....	45
3.2    Přípojná a odbočná železniční stanice .....	45
3.3    Směrové a traťové uspořádání železniční stanice .....	46
3.4    Uspořádání kolejíště železničních stanic .....	47
3.5    Nákladový obvod .....	47
3.5.1    Malý nákladový obvod .....	47
3.5.2    Velký nákladový obvod .....	48
Shrnutí .....	48
Úlohy .....	49
Kontrolní otázky .....	49
Použití v praxi .....	49
Zdroje .....	49
4    Výhybky a výhybkové konstrukce .....	50
Motivace a cíl .....	50
Výklad .....	50
4.1    Vytyčovací schéma .....	50
4.2    Výhybky .....	51
4.3    Výhybkové konstrukce .....	52
4.4    Značení výhybek .....	52
Shrnutí .....	53
Úlohy .....	53
Kontrolní otázky .....	53
Použití v praxi .....	54
Zdroje .....	54
5    Dopravní schéma železniční stanice .....	55
Motivace a cíl .....	55
Výklad .....	55
5.1    Používané čáry .....	55
5.2    Rychlosti v kolejích .....	55

5.3	Dopravní program .....	56
	Shrnutí .....	56
	Úlohy .....	56
	Kontrolní otázky .....	57
	Použití v praxi .....	57
	Zdroje .....	57
	Souhrnný didaktický test.....	58

## Seznam obrázků

obr. 1: Struktura kapitol učebního textu.....	2
obr. 2: Mezipřímá.....	7
obr. 3: Trasa s bodem obratu.....	7
obr. 4: Tečnový polygon.....	7
obr. 5: Situace trati.....	9
obr. 6: Schéma výškových oblouků.....	11
obr. 7: Výškový polygon s výškovým obloukem.....	12
obr. 8: Podélný profil (část), bez směrového a sklonového vedení.....	12
obr. 9: Výškový průběh trasy v situačním výkrese.....	13
obr. 10: Návod na tvorbu podélného profilu.....	14
obr. 11: Podélný profil.....	15
obr. 12: Rozdělení trati na žel. svršek a žel. spodek.....	16
obr. 13: Příklady materiálů pro železniční spodek.....	17
obr. 14: Trať v náspu bez použití konstrukčních vrstev.....	18
obr. 15: Trať v náspu s konstrukčními vrstvami.....	18
obr. 16: Stavby žel. spodku – přehled.....	19
obr. 17: Zárubní zeď z gabionů a betonu.....	19
obr. 18: Příčný řez železniční tratí.....	20
obr. 19: Součásti železničního svršku.....	22
obr. 20: Porovnání profilů kolejnic.....	23
obr. 21: Příčný řez železniční tratí - výřez.....	27
obr. 22: Hodnoty veličin GPK.....	28
obr. 23: Schéma působení sil na vozidlo projíždějící směrovým obloukem s převýšením.....	30
obr. 24: $l_{max}=130$ mm pro max. zatížení 18 t na nápravu.....	31
obr. 25: Situační výkres bez mapového podkladu.....	33
obr. 26: Nástupištní a nástupní hrana.....	36
obr. 27: Špatný návrh nástupiště – dvě nástupní hrany pro jednu kolej.....	36
obr. 28: Přehled typů nástupišť.....	37
obr. 29: Železniční stanice s úrovnňovými nástupišti.....	37
obr. 30: Vnější nástupiště železniční zastávky.....	38
obr. 31: Železniční stanice s ostrovními nástupišti.....	38
obr. 32: Železniční stanice s poloostrovním (červeně) nástupištěm.....	39
obr. 33: Železniční stanice s jazykovým nástupištěm (vyznačeno červeně).....	39
obr. 34: Dříve volná skládka, dnes parkoviště.....	40
obr. 35: Boční rampa.....	40
obr. 36: Vybrané způsoby změny osové vzdálenosti kolejí.....	43
obr. 37: Dopravní schéma železniční stanice s detailem osových vzdáleností kolejí.....	44
obr. 38: Odbočná železniční stanice s traťovým uspořádáním.....	46

obr. 39: Směrové uspořádání odbočné železniční stanice.....	46
obr. 40: Traťové uspořádání odbočné železniční stanice.....	47
obr. 41: Přípojná železniční stanice s malým nákladovým obvodem.....	48
obr. 42: Mezilehlá železniční stanice s velkým nákladovým obvodem.....	48
obr. 43: Vytyčovací schéma výhybky .....	50
obr. 44: Poměr odbočení, úhel odbočení a poloměr odbočení výhybky .....	52
obr. 45: Výkres zhlaví – výřez .....	54
obr. 46: Porovnání výhybek 1:9-190 a 1:14-760 .....	54



## Seznam tabulek

tab. 1: Přehled symbolů a ikon použitých v textu .....	3
tab. 2: Nejmenší poloměry směrových oblouků .....	6
tab. 3: Charakteristické parametry tečnového polygonu .....	8
tab. 4: Nejvyšší dovolené sklony žel. trati .....	11
tab. 5: Vybrané sestavy železničního svršku .....	24
tab. 6: Minimální, mezní a maximální hodnoty převýšení .....	30
tab. 7: Šířky nástupišť.....	37
tab. 8: Osově vzdálenosti kolejí v železniční stanici .....	42
tab. 9: Železniční stanice dle uspořádání kolejiště.....	47
tab. 10: Výběr používaných výhybek.....	51
tab. 11: Charakteristiky křižovatkových výhybek.....	51

## Úvod

V předchozích předmětech jste se již setkali s historií železniční dopravy, provozováním dráhy, provozováním drážní dopravy a dokonce i s některými pojmy z projektování – například převýšením, železničním spodkem a jeho stavbami a podobně. Tyto oblasti zde budou rozšířeny.

Železniční dopravní cesta neboli železniční infrastruktura je příliš široká oblast. Proto si ji rozdělíme na dvě samostatné části, a to *Železniční tratě* a *Železniční stanice*. Tento učební text se bude zabývat konkrétně navrhováním (projektováním) železniční infrastruktury.

Úkolem tohoto textu bude seznámit vás se základními kroky návrhu železničních tratí a železničních stanic. Není záměrem, aby tento učební text byl vyčerpávajícím seznamem všech normovaných parametrů, spíše by vám měl ukázat, co ovlivňuje stavbu železniční dopravní cesty. Nesmíme ovšem zapomínat na to, že železniční infrastruktura musí umožňovat bezpečný pohyb kolejových vozidel, proto jsou některé parametry normou omezené.

I když se budeme zaměřovat na železniční dopravu, často můžete nalézt stejný (například podélný profil) nebo podobný termín i u silniční dopravy. Někdy se liší pouze pojmenování (u železnice převýšení, u pozemních komunikací klopení atd.).

Věřím, že předkládaný text vám nejen pomůže při zpracovávání úloh, ale rovněž rozšíří vaše odborné obzory.

*Ing. David Koubek*

autor učebního textu

## Struktura učebního textu

Text každého tématu (kapitoly) je řazen v postupném sledu od motivační části, kde je rovněž stanoven cíl kapitoly, přes samotný výkladový text, kde je představeno probírané učivo. Na konci výkladové části naleznete shrnutí nejdůležitějších pojmů. Následuje část s úlohami a cvičeními k probranému učivu. V závěru kapitoly naleznete kontrolní otázky, které by vám měly ukázat, zda jste probrané učivo dostatečně zvládli. Příklady probraného učiva v praxi naleznete jako předposlední část každé kapitoly. V závěru kapitoly se nachází zdroje, které můžete využít pro rozšíření svých znalostí nad rámec tohoto textu.

Grafické znázornění struktury učebního textu je na [obr. 1](#).









obr. 1: Struktura kapitol učebního textu

## Vysvětlivky k použitým symbolům

K lepší orientaci v textu sledujte symboly (ikony) při pravém okraji stránky. Jejich význam naleznete v [tab. 1](#).

tab. 1: Přehled symbolů a ikon použitých v textu

Ikona	Zkrácený název	Význam
	Cíle kapitoly	Stanovuje cíle kapitoly neboli co byste měli umět po prostudování kapitoly.
	Důležité	Označuje důležité pasáže textu, které byste neměli vynechat.
	Úkol	Tento symbol označuje část s úlohou nebo úkolem, kterými procvičíte probrané učivo.
	Shrnutí	Poskytuje stručný přehled klíčového učiva kapitoly.
	Kontrolní otázky	Otázky k ověření probraného učiva. Pakliže na otázky neumíte odpovědět, vraťte se zpět k výkladové části nebo k úlohám a cvičením.
	Zdroje	Přehled zdrojů, ze kterých kapitola vychází. Můžete je využít k dalšímu rozšíření svých znalostí.

Zvlášť důležitý text, který byste neměli vynechat je ohraničen rámečkem a podbarven žlutě, jak je ukázáno na tomto odstavci.

Zadání úloh je zvýrazněné zeleně a ohraničením s přerušovanou čarou. Ukázku vidíte na tomto odstavci.

Současně se v textu setkáte s hypertextovými odkazy, které vás v elektronické verzi přesunou k odkazovanému objektu. Stačí na odkaz kliknout, případně použít kombinaci CTRL + kliknutí. Pomocí odkazu se nyní můžete přesunout [k první kapitole z tématu projektování železničních tratí](#).

### Ikony pochází od následujících autorů:

*Creative Agency Bresign*

- [https://www.iconfinder.com/icons/2290864/art\\_document\\_draw\\_list\\_note\\_paper\\_icon](https://www.iconfinder.com/icons/2290864/art_document_draw_list_note_paper_icon)
- [https://www.iconfinder.com/icons/2290853/content\\_details\\_grid\\_list\\_list\\_with\\_image\\_products\\_webshop\\_i\\_con](https://www.iconfinder.com/icons/2290853/content_details_grid_list_list_with_image_products_webshop_i_con)
- [https://www.iconfinder.com/icons/2290849/document\\_done\\_excellent\\_list\\_note\\_text\\_icon](https://www.iconfinder.com/icons/2290849/document_done_excellent_list_note_text_icon)

*Yannick Lung*

- [https://www.iconfinder.com/icons/314409/important\\_note\\_icon](https://www.iconfinder.com/icons/314409/important_note_icon)

*PINPOINT.WORLD* (<https://WWW.pinpoint.world/>)

- [https://www.iconfinder.com/icons/753918/book\\_books\\_education\\_library\\_study\\_icon](https://www.iconfinder.com/icons/753918/book_books_education_library_study_icon)
- [https://www.iconfinder.com/icons/753942/gun\\_hunting\\_shooting\\_target\\_weapon\\_icon](https://www.iconfinder.com/icons/753942/gun_hunting_shooting_target_weapon_icon)

# Projektování železničních tratií

# 1 Směrový průběh železniční trati

## MOTIVACE A CÍL



V první fázi projektování (po administrativních krocích) nové železniční trati je potřeba vyhledat vhodnou trasu. Je tedy potřeba vytvořit takzvaný *Situační výkres*, označovaný také jen jako *Situace*. Jde tedy o **osu trati** zakreslenou do mapy.

Cílem této kapitoly je:

- získat mapový podklad;
- zakreslit do mapového podkladu směrový návrh trasy železniční trati dle parametrů daných normami;
- popsat význačné charakteristiky směrového vedení železniční trati;
- ověřit, zda jsou splněny všechny omezující podmínky.

## VÝKLAD

### 1.1 Mapové podklady

Mapových podkladů pro území České republiky můžeme nalézt více, typicky závisí na požadovaném měřítku a rozsahu zakreslených informací. Pro naše účely budeme potřebovat mapu s **polohopisem, měřítkem a výškopisem** (vrstevnicemi).

Charakteristické mapy mají svoje názvy jako například *Katastrální mapy*, *Státní mapa odvozená SMO 5 (SMO 5)*, *Základní mapy České republiky (ZM 10, ZM 25, ZM 50, ZM 100, ZM 200)*, kdy číslo označuje měřítko mapy např. ZM 10 je Základní mapa ČR v měřítku 1:10 000, ZM 50 je Základní mapa ČR v měřítku 1:50 000 apod.

Jako příklad dalších mapových děl můžeme jmenovat *Mapu České republiky* v měřítku 1:500 000, se kterou jste se pravděpodobně setkali při výuce zeměpisu nebo *Vojenské topografické mapy*, případně *Silniční mapa ČR 1:50 000* nebo *Základní vodohospodářská mapa 1:50 000*. Pro železniční účely slouží **Jednotná železniční mapa (JŽM)** s vyznačením objektů a zařízení dráhy.

Zeměměřičský úřad ČR spravuje komplexní digitální geografický model, ve kterém nalezneme mj. právě i výškopis. Tento model se nazývá **ZABAGED** (Základní báze geografických dat ČR). Jeho výhodou je, že je dostupný online na Geoportálu ČÚZK (Český úřad zeměměřičský a katastrální). Můžeme zde získat například základní mapu ZM 10.

V projektantské praxi situačních výkresů pro nalezení varianty trasy se používá Vojenská topografická mapa (měřítko 1:10 000) a Základní mapa ZM 25 (měřítko 1:25 000). Pro detailnější výkresy se používají mapy v měřítku ZM 1:1 000 nebo SMO 5 (1:5 000).

### 1.2 Směrový oblouk



Přednostně se navrhuje co nejdelší přímé úseky. Pokud se navrhuje směrový oblouk, je třeba navrhnout takový poloměr, aby jím nebyla omezována traťová rychlost a nedocházelo tak k tzv. „propadům rychlosti“.

Pokud budeme nyní mluvit o směrovém oblouku, budeme tím myslet jeho *kružnicovou část*. Je to ta část s konstantním (stejným) poloměrem. Vyznačíme ji rovněž v situačním výkrese zápisem

$R = 750$  m. Pro plynulý přechod mezi přímou a kružnicovým obloukem slouží *přechodnice*, která bude probírána v [kapitole 5](#).

Velikost směrového oblouku omezuje **Stavební a technický řád drah** (Vyhláška 177/1995 Sb.) pro jednotlivé kategorie dráhy viz [tab. 2](#).

tab. 2: Nejmenší poloměry směrových oblouků

Kategorie žel. dráhy	Další omezení	Nejmenší poloměr směrového oblouku
celostátní	nové drážní zemní těleso	500 m
	rekonstrukce, modernizace	300 m
	železniční stanice mimo zhlaví	600 m
	zhlaví – dopravní koleje	300 m
	zhlaví – manipulační koleje	190 m
	poloměr v zastávce	600 m
	poloměr v zastávce, pokud je délka nástupní hrany max. 100 m	300 m
regionální	traťová rychlost max. $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	190 m
	traťová rychlost nad $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	300 m
	železniční stanice mimo zhlaví	600 m
	zhlaví	150 m
	poloměr v zastávce, pokud je délka nástupní hrany max. 100 m	300 m
vlečka		190 m

Zároveň musí být dodržena minimální délka kružnicové části oblouku  $d_{o,min}$  dle následujícího vztahu:

$$d_{o,min} = \frac{V}{4} \div \frac{V}{2}, \text{ nejméně však } 15 \text{ m}$$

### 1.3 Mezipřímá

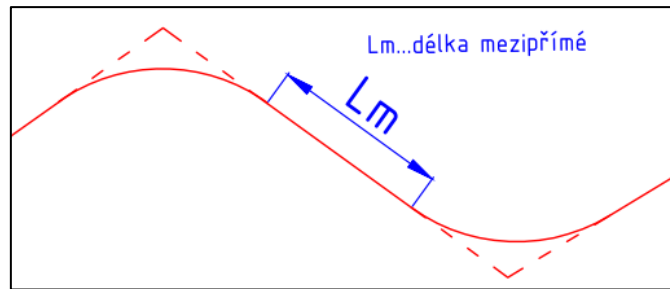
Mezi dvěma směrovými oblouky musí být dodržena minimální délka *mezipřímé*. Je to tedy **přímý úsek mezi dvěma směrovými oblouky**.

Minimální délka mezipřímé  $L_m$  je dána vztahem:

$$L_m = \frac{V}{4} \div \frac{V}{2}, \text{ výjimečně } \frac{V}{5}, \text{ nejméně však:}$$

- 15 m při rychlosti  $V \leq 80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$
- 20 m při rychlosti  $V > 80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

Schématický náčrt ukazuje [obr. 2](#).

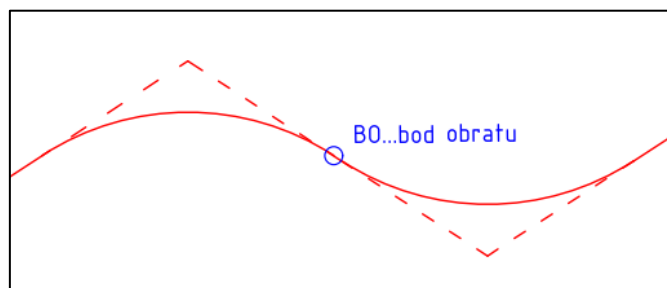


obr. 2: Mezipřímá

## 1.4 Trasa s bodem obratu (inflexní bod)

Pokud nelze dodržet minimální délku mezipřímé, jednou z možností je *trasa s bodem obratu* neboli *inflex* nebo *inflexní bod*.

Inflexní bod zde představuje místo, ve kterém se mění směrový oblouk z levého na pravý. Jde tedy o protisměrné oblouky, viz [obr. 3](#).



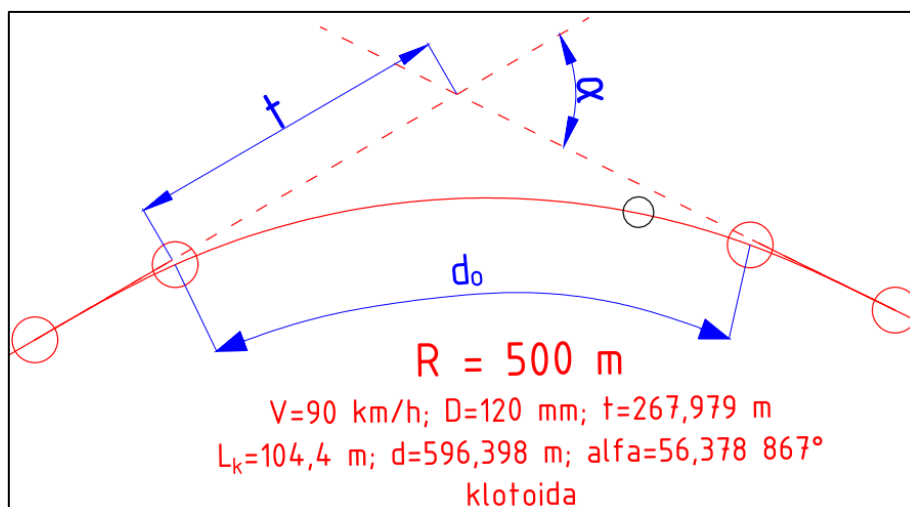
obr. 3: Trasa s bodem obratu

## 1.5 Tečnový polygon



Pro návrh směrového oblouku a následné výpočty staničení a dalších prvků směrového vedení trati je klíčové nalezení **tečnového polygonu**. Do tečnového polygonu následně „vložíme“ příslušný oblouk.

Jak tečnový polygon vypadá se můžete podívat na [obr. 4](#). Jde o dvě přímky nebo úsečky, které nejsou rovnoběžné.



obr. 4: Tečnový polygon



Vzdálenost od počátku směrového oblouku k vrcholu tečnového polygonu (tam, kde se protínají dvě přímkové tečnového polygonu) se nazývá **malá tečna**, značíme  $t$  a vypočítáme ji podle vztahu:

$$t = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

Pro další výpočty bychom potřebovali tyto charakteristické parametry tečnového polygonu a směrového oblouku (písmeno  $x$  označuje pořadové číslo směrového oblouku od počátku staničení) – viz [tab. 3](#).

tab. 3: Charakteristické parametry tečnového polygonu

Zkratka parametru	Význam	Jednotka
$R_x$	poloměr směrového oblouku	m
$T_x$	velká tečna	m
$\alpha_x$	vrcholový úhel tečnového polygonu	deg (rad, grad)
$d_{o,x}$	délka oblouku	m

Charakteristiky uvedené v [tab. 3](#) se uvádí pro každý směrový oblouk i do situačního výkresu. Připomeňme jen, že do situačního výkresu zakresluje pouze **osu železniční trati**.

## SHRNUTÍ

**Mapové podklady** pro účely projektování lze získat v různých měřítkách. S výhodou můžeme použít například online dostupnou databázi ZABAGED, která obsahuje jak polohopis, tak výškopis.

Klíčovým pojmem pro směrový návrh železniční trati je **směrový oblouk**. Pro různé kategorie železničních drah je stanoven Vyhláškou 177/1995 Sb. (**Stavební a technický řád drah**) nejmenší poloměr směrového oblouku.

Mezi dvěma směrovými oblouky je nutné dodržet délku **mezipřímé**, která se pohybuje mezi čtvrtinou a polovinou traťové rychlosti. Nedostatečná vzdálenost mezipřímé se řeší **trasou s bodem obratu („inflex“)**.

Pro konstrukci směrového oblouku se používá **tečnový polygon**. Z vrcholového úhlu a poloměru oblouku vypočítáme vzdálenost k začátku kružnicové části oblouku – **malá tečna**.

## ÚLOHY

Najděte na internetu vhodný mapový podklad, který bude obsahovat polohopis, výškopis a měřítko a uložte si ho.

Do mapového pokladu zakreslete alespoň dva na sebe navazující tečnové polygony (tedy dva směrové oblouky) podle Vámi zvolené kategorie dráhy.

Ověřte, zda vyhovuje poloměr oblouku omezením popisovaným v textu.

Ověřte, zda vyhovuje délka mezipřímé daným omezením.

## KONTROLNÍ OTÁZKY

- 1) Co znamenají v kartografii zkratky ZM a ZABAGED?
- 2) Jaký je nejmenší poloměr oblouku pro dráhu celostátní?
- 3) Jak byste popsali mezipřímou?

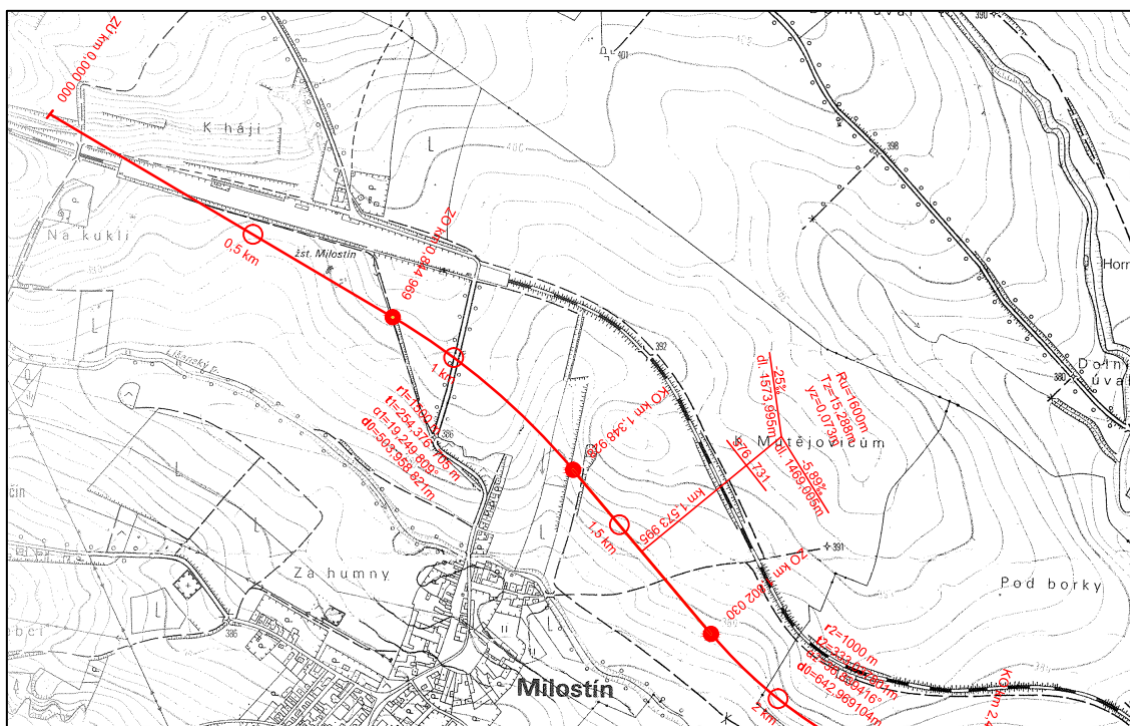
- 4) Navrhněte postup při nemožnosti dodržení délky mezipřímé.
- 5) Jak se nazývá konstrukce pro návrh směrového oblouku?
- 6) Zdůvodněte, proč se s rekonstrukcí trati opouští současná železniční zastávka Praha Strašnice zastávka.

## POUŽITÍ V PRAXI

Návrh směrového vedení železniční trati se využívá například při modernizaci železniční sítě, kdy dochází například ke stavbám přeložek ze stávajícího vedení.

Vhodným směrovým vedením trati dosáhneme potřebné traťové rychlosti a odstraníme případné propady rychlosti zaviněné nevhodnými směrovými poměry.

Ukázku ze situace můžete vidět na [obr. 5](#).



obr. 5: Situace trati

## ZDROJE

- Státní mapová díla. *Kartografie a geoinformatika: Multimediální učebnice* [online]. Brno [cit. 2018-08-15]. Dostupné z: <http://oldgeogr.muni.cz/ucebnice/kartografie/obsah.php?show=17&&jazyk=cz>
- ZABAGED® - polohopis - úvod. *Geoportál ČÚZK* [online]. Praha, 2010 [cit. 2018-08-16]. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(axadbcma3gdnainxu245gtgo\)\)/default.aspx?mode=TextMeta&text=dSady\\_zabaged&side=zabaged&menu=24](http://geoportal.cuzk.cz/(S(axadbcma3gdnainxu245gtgo))/default.aspx?mode=TextMeta&text=dSady_zabaged&side=zabaged&menu=24)
- HRDOUŠEK, Vladislav. *Inženýrské stavby pro SPŠ stavební*. Praha: Informatorium, 2006. ISBN 80-733-3048-2.
- Vyhláška 177/1995 Sb., stavební a technický řád drah.



## 2 Výškový průběh železniční trati

### MOTIVACE A CÍL



Kromě směrového vedení železniční trati, které je častěji omezujícím prvkem traťové rychlosti, je třeba vytvořit výškové vedení trati v terénu. Vycházíme ze situačního výkresu, z něhož přeneseme výškopis do grafu, který nazýváme *podélný profil*. Výškový průběh má být takový, aby eliminoval tzv. ztracené spády, tedy stav, kdy se nadbytečně střídá stoupání s klesáním v krátkých úsecích. Odtud vychází i vedení trati terénem – zářez, násep, odřez. Někdy nelze výškové vedení v navrhované trase vyřešit jinak než umělými stavbami železničního spodku – mosty a tunely.

Po prostudování kapitoly byste měli umět:

- definovat nejvyšší dovolené sklony;
- na příčném řezu železniční tratí vyznačit kótu terénu a kótu nivelety;
- rozeznat a pojmenovat druhy výškových oblouků;
- vysvětlit podélný profil;
- vytvořit zjednodušený podélný profil.

### VÝKLAD

#### 2.1 Sklonové poměry

Podíváme-li se znovu do Stavebního a technického řádu drah (definuje i poloměry směrových oblouků), nalezneme zde nejvyšší dovolené sklony u železničních drah.

Tratě s provozem nákladních vlaků se navrhují přednostně bez sklonu (vodorovné úseky), případně konstantním (jednotným) sklonu, tak aby byl vyvíjen v celém stoupání, pokud možno, stejný výkon.



Další přístup řešení sklonů, který byl významný zejména pro parní lokomotivy a dnes se přenesl částečně i pro tratě s nákladní vozbou je tzv. **trasa konstantního odporu**. Princip je takový, že při jízdě zůstává stejný jízdní výkon hnacího vozidla. Trasa ale reaguje na jízdní odpory, to znamená, že např. ve směrovém oblouku nebo v tunelu, kde (mimo jiné) jízdní odpory působí, se výškový sklon sníží.

Na ostatních tratích (mimo tratí s nákladní vozbou) se sklony navrhují podle dynamického průběhu rychlosti vozidel a s ohledem na plynulé rozjezdy a brzdění vlaků.

Zároveň je nutné výškový profil trati realizovat s ohledem na odvodnění tak, aby nedocházelo v některých úsecích k hromadění vody.

Sklon železniční trati (podobně jako dráhy speciální – metro) se uvádí v jednotce **promile** [‰]. Protože význam slova promile je „na tisíc“, sklon 1 promile znamená stoupání/klesání o 1 metr na 1 000 metrů. Naproti tomu u pozemních komunikací uvádíme sklon v procentech.



##### 2.1.1 Nejvyšší dovolené sklony

Obecně používané nejvyšší dovolené sklony uvádí [tab. 4](#). Zpravidla se navrhují sklony do hodnoty limitního sklonu, v případě potřeby do největšího sklonu. Sklon nad 40 ‰ se řeší ozubnicí, pokud vozidla nedosahují takové tažné síly, aby překonala jízdní odpory.

tab. 4: Nejvyšší dovolené sklony žel. trati

Druh žel. trati	Omezení	Limitní sklon [‰]	Největší sklon [‰]
hlavní tratě		12	18
ostatní tratě		25	40
VRT	na vzdálenosti max. 6 km		35
	na vzdálenosti 10 km max. průměrný sklon		25

Úseky o stejném sklonu by měly být co nejdelší, minimálně však čtyřnásobek traťové rychlosti  $V$ :

$$L_{n,min} = 4 \cdot V, \text{ alespoň } 200 \text{ m}$$

## 2.2 Niveleta

V minulé kapitole jsme řešili první část trasy – směrové vedení, které zakresluje osou trati. Nyní se přesuneme k druhé části – výškovému vedení. Výškový průběh trati určuje **niveleta trati**. Je to tedy křivka určující nadmořskou výšku průběhu železniční trati.



Niveletu trati navrhujeme v tzv. *podélném profilu*, což je grafické znázornění výškového průběhu železniční trati, viz [kapitola 2.5.](#)

## 2.3 Kóta terénu, kóta nivelety

**Kótu nivelety**, tedy hodnotu nadmořské výšky trati, určíme v podélném profilu železniční trati, a to u úložných (horních) ploch kolejnicových podpor (pražců) pod nepřevýšeným kolejnicovým pásem.

**Kótu terénu**, tedy nadmořskou výšku terénu, zjistíme ze situačního výkresu trati.

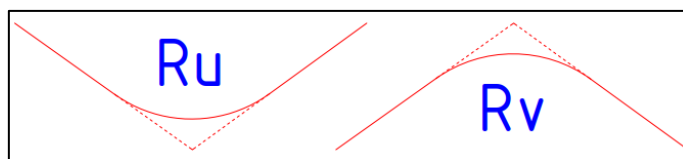
## 2.4 Výškový oblouk

Lomy nivelety, tedy místa, kde se mění sklon trati, se z důvodu pohodlné jízdy zaoblují výškovými **zakružovacími oblouky parabolického tvaru**.



Výškové zakružovací oblouky rozdělujeme na (viz [obr. 6](#)):

- **údolnicové** (vyduté), označujeme  $R_u$ ;
- **vrcholové** (vypuklé), označujeme  $R_v$ .



obr. 6: Schéma výškových oblouků

Poloměr zaoblení (tzv. „oskulační kružnice“) má být v závislosti na rychlosti  $V$  alespoň:

$$R_{výškový,lim} = 0,4 \cdot V^2$$

a minimálně

$$R_{výškový,min} = 0,25 \cdot V^2$$

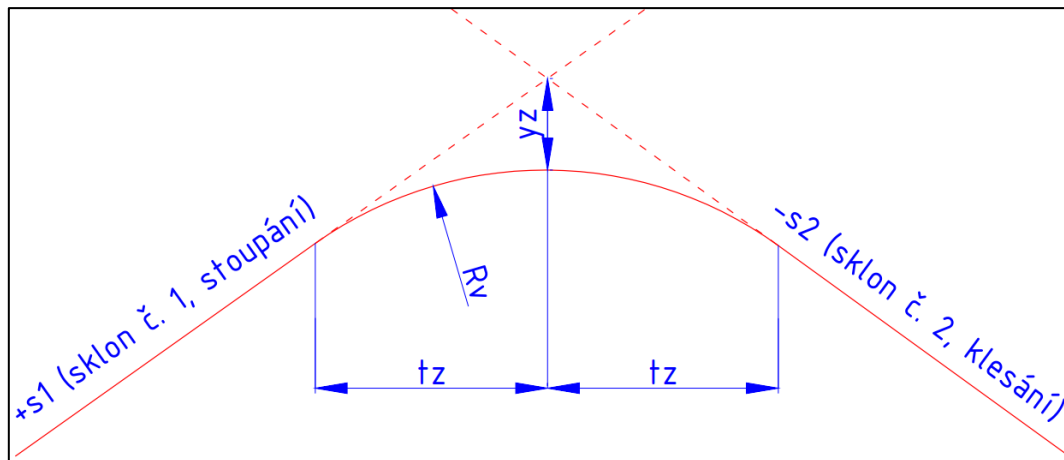
a zároveň alespoň 2 000 metrů (resp. 1 000 metrů).

Navrhovaný výsledný poloměr zaokrouhlíme na celé stovky metrů nahoru.

Základní vytyčovací prvky vidíte ve výškovém polygonu na [obr. 7](#). Vzorce pro výpočet těchto vytyčovacích prvků:

$$t_z = \frac{R_{vyskovy} \cdot |s_1 - s_2|}{2000}$$

$$y_z = \frac{t_z^2}{2 \cdot R_{vyskovy}}$$



obr. 7: Výškový polygon s výškovým obloukem

Výškové oblouky se neumísťují:

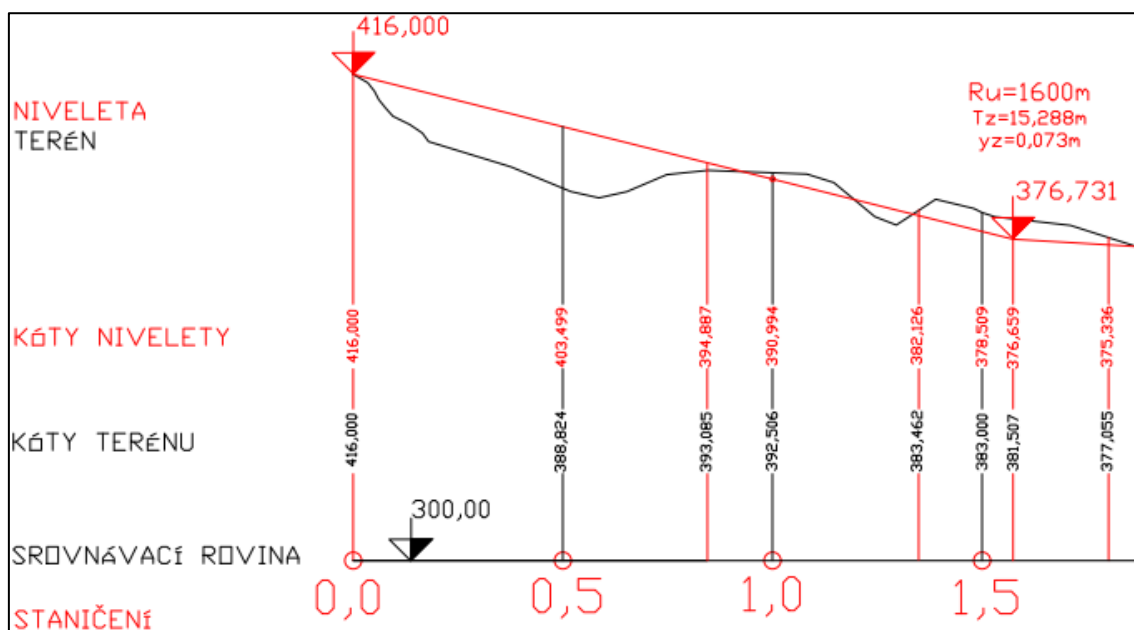
- do přechodnice (mezi přímou a kružnicovou část směrového oblouku);
- mostních objektů bez průběžného šterkového lože;
- do přejezdů, výhybek, ...

## 2.5 Podélný profil



Podélný profil je výkres výškového průběhu dopravní cesty (používá se u železničních tratí i pozemních komunikací). Jeho hlavním smyslem je jednak vykreslit kótu terénu a kótu nivelety (všivlá osa) v závislosti na vzdálenosti (vodorovná osa).

Ukázku části podélného profilu pouze s vynesenu kótou terénu a kótou nivelety a popisky nalezneme na [obr. 8](#).



obr. 8: Podélný profil (část), bez směrového a sklonového vedení

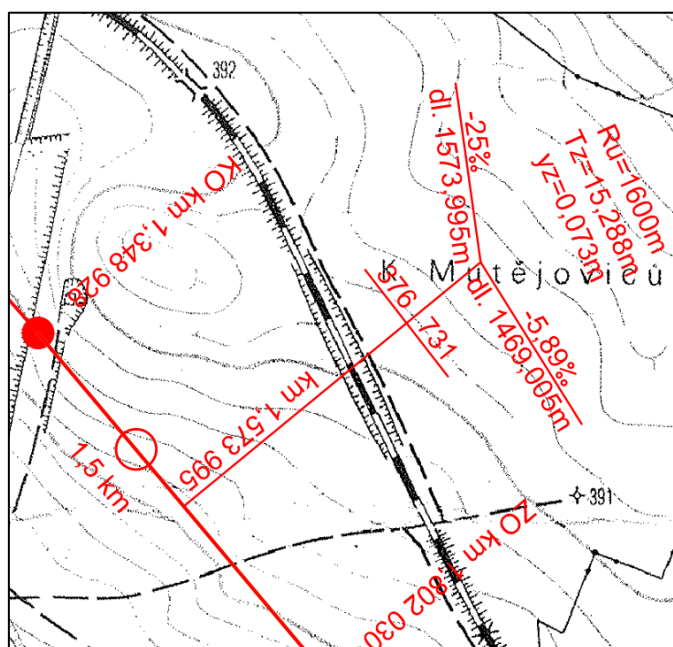
Z důvodu zvýraznění změny výšek (terénu a nivelety) se používá jiné měřítko pro svislou osu a jiné pro vodorovnou osu. Zapisujeme to **1:10 000/1 000**. Pro vzdálenost (vodorovnou osu) používáme měřítko 1:10 000 a pro výšky (svislá osa) používáme měřítko 1:1 000. Z toho vyplývá, že změny výšek jsou desetkrát zvýrazněny oproti vzdálenosti.

Abychom nekreslili svislou osu od 0 m. n. m., používáme *srovnávací rovinu*. **Srovnávací rovina** nám udává námi vybranou nadmořskou výšku. Bereme ale v potaz popisky, srovnávací rovinu tedy určíme přibližně o 60–100 m. n. n. níže než je nejnižší kóta terénu nebo nivelety.

**Příklad (srovnávací rovina):** Nejnižší kóta terénu v navrhované trase je 368 m. n. m., nejnižší kóta nivelety je 370 m. n. m.

Srovnávací rovinu tedy určíme například ve výšce 300 m. n. m.

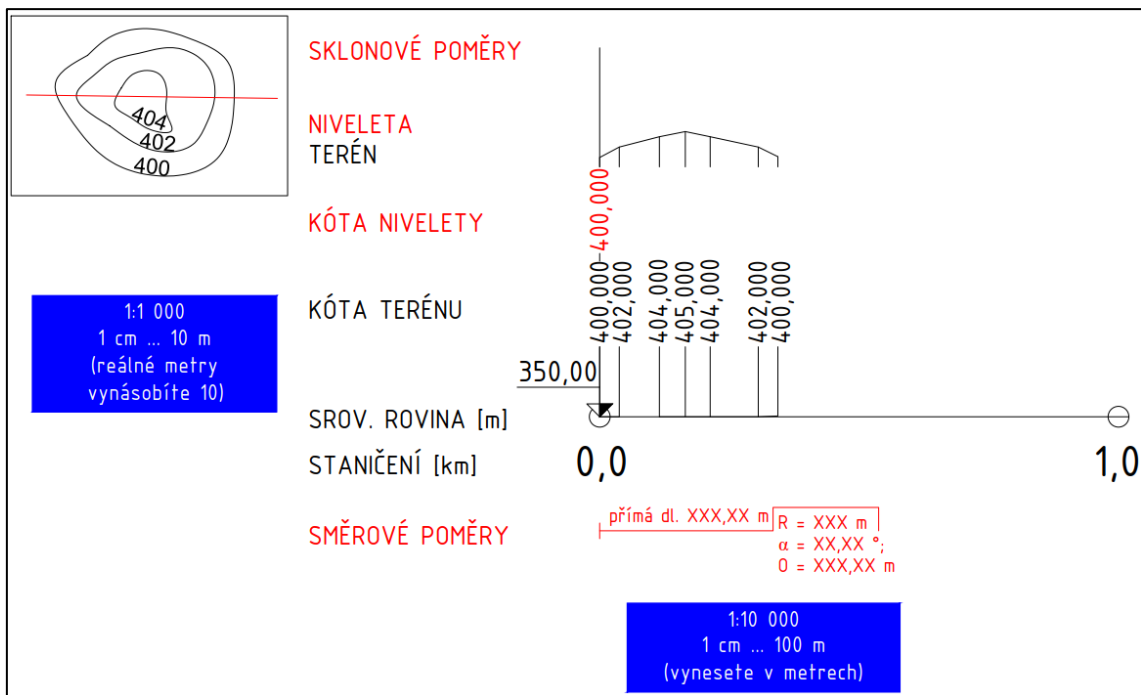
Zároveň se zpětně do situačního výkresu zakreslí lomy sklonu a základní údaje o výškovém průběhu trasy (hodnota sklonu, délka sklonu, poloměr výškového oblouku, tečna výškového oblouku a tzv. vzepětí oblouku), jak ukazuje .



obr. 9: Výškový průběh trasy v situačním výkrese

Do podélného profilu se dále zakreslují směrové a sklonové poměry, kde můžeme ověřit, zda se výškový oblouk nenachází v přechodnici (těsně před směrovým obloukem). Ukázka podélného profilu se směrovými a sklonovými poměry je na [obr. 11](#).

Návod na tvorbu podélného profilu najdete na [obr. 10](#).



obr. 10: Návod na tvorbu podélného profilu

## SHRNUTÍ



Z hlediska plynulé jízdy a výkonu hnacích vozidel je třeba zajistit vhodné **sklonové poměry**. Pro tratě s vozbou nákladních vlaků se doporučuje trasa převážně bez sklonů, případně v jednotném sklonu. Aplikuje se zde také **trasa konstantního odporu**, kdy snižujeme stoupání při působení jízdních odporů (např. v oblouku nebo tunelu) tak, aby vozidlo jelo stále se stejným jízdním výkonem. U ostatních tratí se přihlíží k dynamice vozidel a požadovaného profilu rychlosti. Neměla by být překračována hodnota sklonu 25 ‰, resp. 40 ‰. U hlavních tratí je tento sklon ještě nižší (12 ‰, resp. 18 ‰).

Výškový průběh trati popisuje **niveleta trati**.

**Podélný profil** je grafické znázornění **průběh terénu** ve vyznačené trase (který vykreslíme z výškopisu situace podle navržené trasy) a **navrhujeme** zde **niveletu** trati tak, aby odpovídala dovoleným hodnotám sklonů.

## ÚLOHY



Na základě směrového vedení železniční trati zpracujte zjednodušený podélný profil:

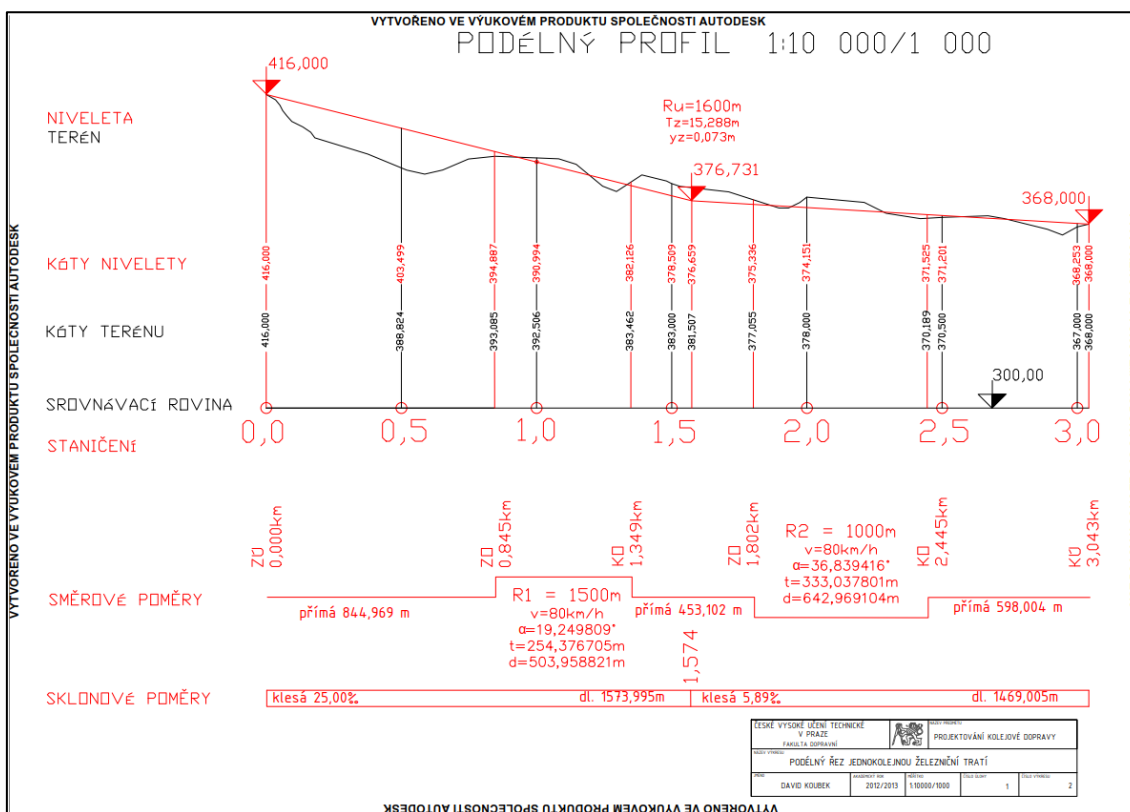
- vynesete terén po vzdálenosti 50 m;
- navrhnete niveletu trati s maximálním sklonem 25 ‰;
- popište kótu terénu a kótu nivelety ve vzdálenosti 50 m (svislice).

## KONTROLNÍ OTÁZKY

- 1) Vysvětlíte vlastními slovy pojem *trasa konstantního odporu*.
- 2) Jaké jsou obecně nejvyšší dovolené sklony železničních tratí?
- 3) Jaký tvar obecně mají výškové zakružovací oblouky?
- 4) Jaké druhy výškových oblouků rozeznáváme?
- 5) Co vyjadřují dvě křivky, které vykreslujeme do podélného profilu?



## POUŽITÍ V PRAXI



obr. 11: Podélný profil

## ZDROJE

- HRDOUŠEK, Vladislav. *Inženýrské stavby pro SPŠ stavební*. Praha: Informatorium, 2006. ISBN 80-733-3048-2.
- KUBÁT, Bohumil a Lukáš TÝFA. *Železniční tratě a stanice*. Vyd. 2. přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02782-1.
- NOVOTNÝ, Vojtěch. Návrh jednokolejné železniční tratě: ŽELEZNIČNÍ TRATĚ A STANICE. *Ing. Vojtěch Novotný* [online]. [cit. 2018-08-17]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/personal/novotvo4/wp-content/uploads/2014/02/ZTS-cvi%C4%8Den%C3%AD-2-2016-2017-download.pdf>





## 3 Konstrukce železničního spodku

### MOTIVACE A CÍL

Železniční spodek je důležitým základem železniční trati. Kvalita železničního spodku je jedním z prvků, který ovlivňuje bezpečnost provozu – určitě jste slyšeli o sesuvech násypů nebo padání skály do železniční trati v zářezu.



Bezpečnostní požadavky, ale i požadavky na vedení trati zohledňujeme požadavcích na konstrukci železničního spodku.

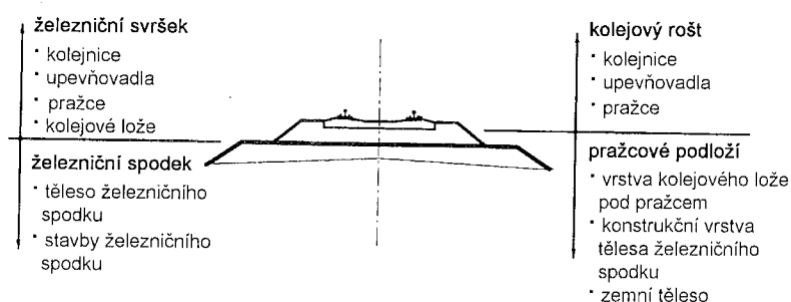
Po prostudování této kapitoly byste měli:

- vyjmenovat součásti železničního spodku;
- vyjmenovat stavby železničního spodku;
- uvést příklad konstrukčních vrstev železničního spodku;
- popsat v příčném řezu železniční tratí prvky železničního spodku;
- vybrat vhodný typ železničního spodku na základě zadaných parametrů.

### VÝKLAD

#### 3.1 Součásti železničního spodku

Rozhraním mezi železničním svrškem a železničním spodkem je **plán tělesa železničního spodku**, schematické vyznačení je na [obr. 12](#).



obr. 12: Rozdělení trati na žel. svršek a žel. spodek

zdroj: HRDOUŠEK, Vladislav. *Inženýrské stavby pro SPŠ stavební*. Praha: Informatorium, 2006. ISBN 80-733-3048-2.

Do železničního spodku patří:



- těleso železničního spodku;
  - zemní těleso železničního spodku;
  - konstrukční vrstvy tělesa železničního spodku;
  - odvodňovací zařízení;
- stavby železničního spodku (též nazýváme *umělé stavby železničního spodku*);
  - mosty a viadukty;
  - propustky;
  - tunely;
  - zdi (zárubní, opěrná, obkladní) a ochranné stavby (protihlukové stěny);

- dopravní plochy a komunikace (např. nástupiště, příjezdy na nákladíště, apod.);
- drobné stavby (prohlídkové a čistící jámy);
- zařízení železničního spodku (např. zarážedla, oplocení a zábradlí).

## 3.2 Těleso železničního spodku a konstrukční vrstvy

Těleso železničního spodku musí přenášet síly působící při jízdě vozidla do okolního terénu, proto musí být těleso z takového materiálu, který toto dlouhodobě umožní. V případě horší kvality materiálu je zapotřebí použít konstrukční vrstvy, které únosnost tělesa zvýší.



Materiály pro železniční spodek dělíme na **soudržné** a **nesoudržné**, příklady viz [obr. 13](#). Také se používá názvosloví namrzavé/nenamrzavé a propustné/nepropustné. Jde o to, že **soudržné materiály** v sobě zachycují vodu, která těleso narušuje a v zimě navíc v tělese zamrzá (zmrzlá voda se rozpíná a opět narušuje těleso železničního spodku). Proto preferujeme použití nesoudržných materiálů, které jsou propustné.

### Příklad materiálů pro železniční spodek



**obr. 13: Příklad materiálu pro železniční spodek**

Jak bylo naznačeno výše, při použití soudržných materiálů je potřeba věnovat více pozornosti stabilitě zemního tělesa. Před použitím se musí navíc soudržné materiály upravit mechanicky nebo přidáním pojiv.

Existuje 6 typů konstrukce železničního spodku podle materiálů železničního spodku. Ty najdete v literatuře uváděné na konci kapitoly (zejména *Projektování kolejové dopravy*, příp. [na tomto odkazu](#)). V následující [podkapitole](#) se podíváme na některé příklady.

## 3.3 Příklady konstrukcí železničního spodku

### 3.3.1 Nesoudržná zemina, bez konstrukčních vrstev

V následujícím příčném řezu železniční tratí je jednokolejná trať v náspu.

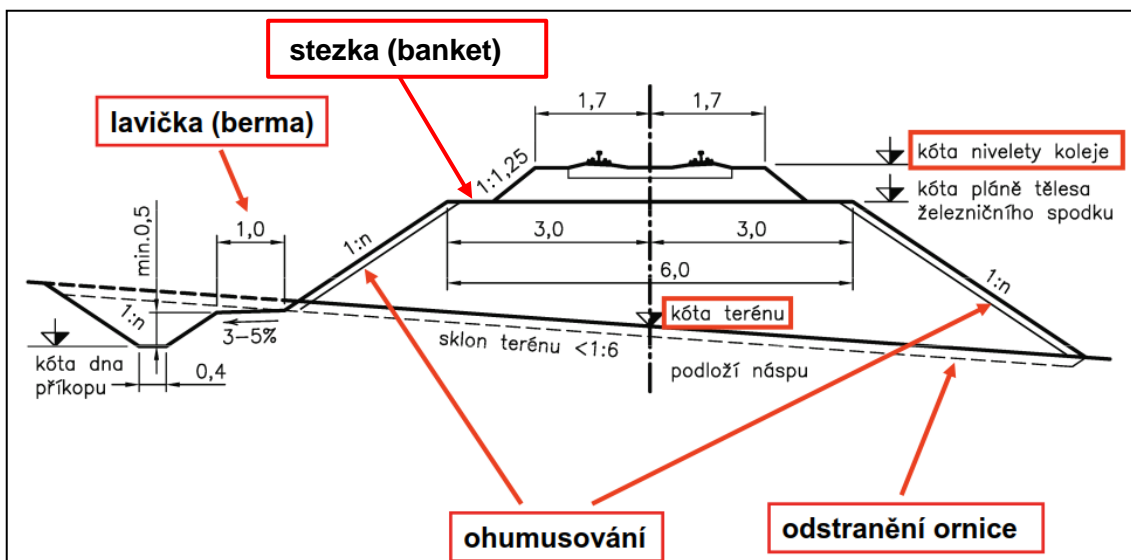
Těleso náspu je z nesoudržné (nenamrzavé, propustné) zeminy, nejsou proto použity žádné konstrukční vrstvy.

*Lavička* neboli *berma* slouží pro odvedení vody (odvodnění) do odvodňovacího příkopu.

*Stezka* neboli *banket* slouží jako stezka pro pochůzkáře, kteří kontrolují technický stav trati.

*Ohumusování* je nanesení zeminy na svahy, aby došlo k jejich zpevnění zatravněním.

Povšimněte si červeně vyznačených údajů – souvisí i s již probranými pojmy.



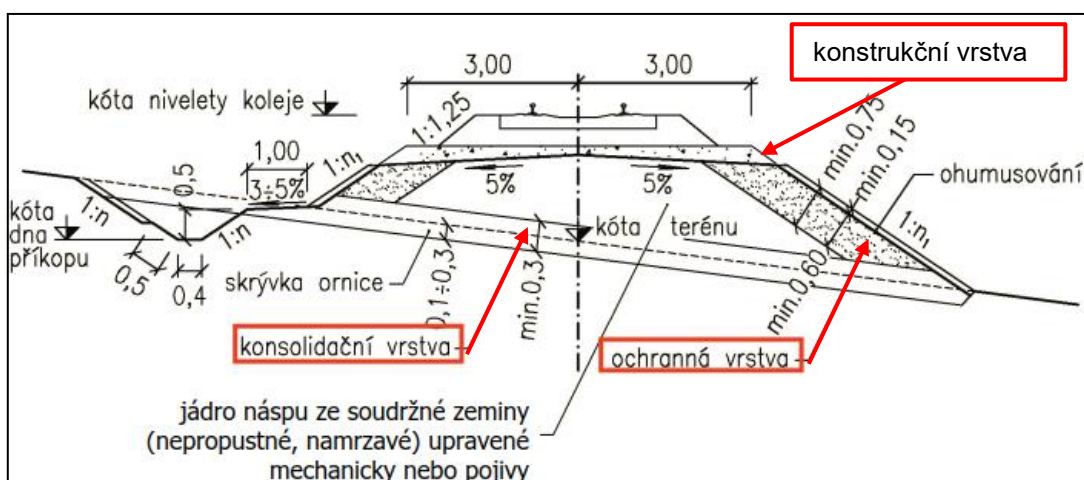
obr. 14: Trať v náspu bez použití konstrukčních vrstev

zdroj: TÝFA, Lukáš. *Projektování kolejové dopravy: vysokoškolská skripta*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2014. ISBN 978-80-01-05440-6 a vlastní doplnění.

### 3.3.2 Soudržná zemina, konstrukční, konsolidační a ochranná vrstva

V následujícím příkladu ([obr. 15](#)) je jádro náspu ze soudržné zeminy, proto použijeme konstrukční vrstvy pro ochranu svahu. V tomto konkrétním příkladu jsou použité tyto konstrukční vrstvy:

- *podkladní vrstva* většinou ale nazývána pouze *konstrukční vrstva* (tvoří pláň tělesa železničního spodku v případě, že je zemní těleso **náspu**, případně terén **zářezu** tvořen soudržným materiálem – pláň tělesa žel. spodku nemůže být tvořena soudržným materiálem);
- *konsolidační vrstva* (chrání jádro **náspu** od původního terénu proti vztlínání vody a zvyšuje stabilitu náspu, nachází se tedy ve spodní části zemního tělesa);
- *ochranná vrstva* (chrání zemní těleso **náspu** z bočního směru).



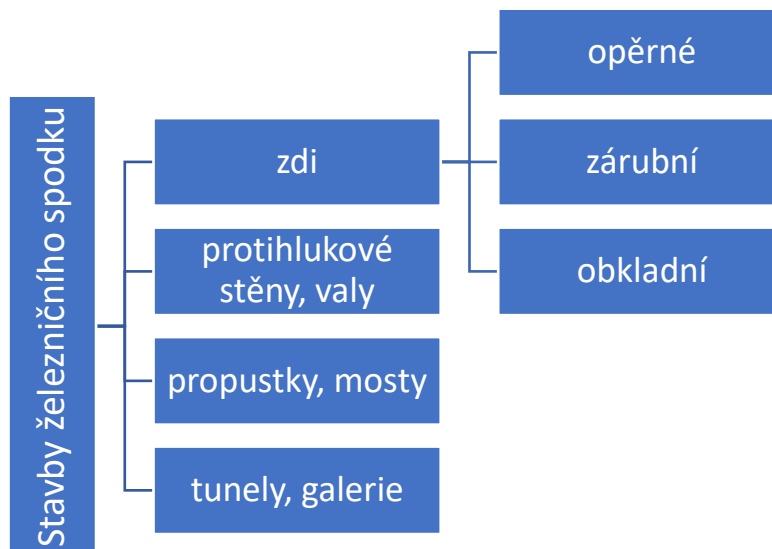
obr. 15: Trať v náspu s konstrukčními vrstvami

zdroj: TÝFA, Lukáš. *Projektování kolejové dopravy: vysokoškolská skripta*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2014. ISBN 978-80-01-05440-6 a vlastní doplnění.



### 3.4 Stavby železničního spodku

Stavby železničního spodku (viz [obr. 16](#)) nahrazují těleso železničního spodku. Kromě vám již známých zdí jsou to i často diskutované protihlukové stěny, ale také propustky, mosty, tunely a galerie.



obr. 16: Stavby žel. spodku – přehled

Jen pro připomenutí:

- *opěrná* zeď nahrazuje násep tam, kde by násep zasahoval příliš do šířky;
- *zárubní* zeď nahrazuje zářez ve stejné situaci jako opěrná zeď;
- *obkladní* zeď nezajišťuje stabilitu tělesa železničního spodku, ale chrání typicky skály, kde by mohly zvětrávající horniny opadávat do železniční trati.

Z hlediska materiálů pro zdi se dnes nejčastěji používá beton a **gabiony** (drátěné koše vyplněné kamenivem), které můžete vidět v levé části na [obr. 17](#).



obr. 17: Zárubní zeď z gabionů a betonu

zdroj: <https://www.gabion-consult.sk/Data/2736/Cache/Images/1ba242e9.jpeg>

### Rozdíl mezi propustkem a mostem:

- *propustek* má světlou šířku otvoru max. 2 metry;
- *most* má světlou šířku větší jak 2 metry.

### Rozdíl mezi tunelem a galerií:

- *tunel* je souvisle zakrytý ze všech stran;
- *galerie* je z jedné strany otevřená, galerie se navrhuje například při průchodu trasy okolo okraje skály, kdy z jedné strany již skála není.

## SHRNUTÍ

Do **železničního spodku** nepatří pouze zemní těleso, ale rovněž i stavby železničního spodku, dopravních plochy, drobné stavby a zařízení.

Železniční spodek přenáší silové účinky vozidel, a proto je nutné zajistit jeho dostatečnou únosnost. Narušování zejména zemního tělesa nebo staveb železničního spodku může vést k sesuvům trati.

Do tělesa železničního spodku používáme přednostně **nesoudržné** (nenamrzavé, propustné) **materiály**, které (na rozdíl od soudržných) nezadržují vodu a není zde riziko poškození mrazem.

Existuje 6 typů železničního spodku v závislosti na použitých konstrukčních vrstvách a materiálech (dnes například často využívaná geotextilie pro izolaci). Obecně se používají tři **konstrukční vrstvy** chránící zemní těleso při použití soudržných nebo málo únosných materiálů v jádru náspu, a to:

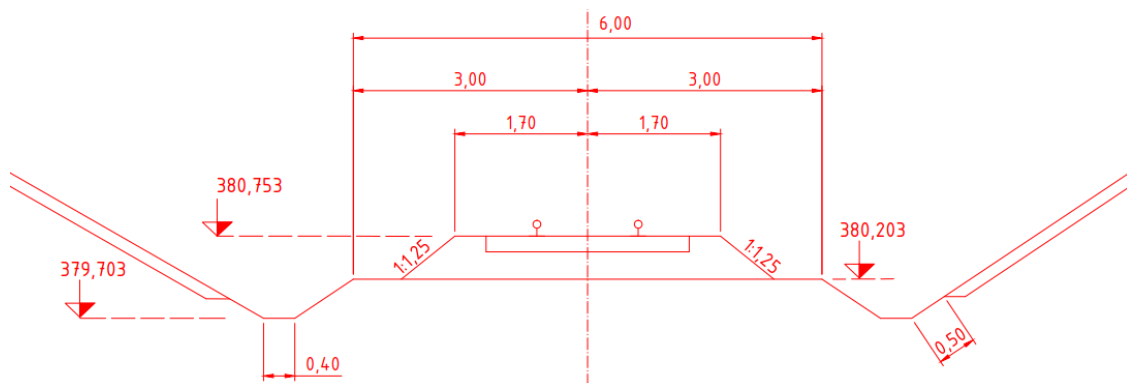
- *konsolidační vrstva* (na rozhraní terénu a zemního tělesa);
- *ochranná vrstva* (boční ochrana svahů);
- *konstrukční vrstva u pláňě tělesa železničního spodku* (pláň tělesa žel. spodku nesmí být ze soudržného materiálu).

Při návrhu provedení železničního spodku nesmíme zapomínat na **odvodnění**, neboť působení vody je pro stabilitu železničního spodku kritické i přes použití například nesoudržných materiálů.

## ÚLOHY

Nalezněte na internetu ukázkou galerie (jakožto stavby železničního spodku).

V následujícím příčném řezu železniční tratí ([obr. 18](#)) určete, z jaké zeminy je okolní terén zářezu (soudržná/nesoudržná).



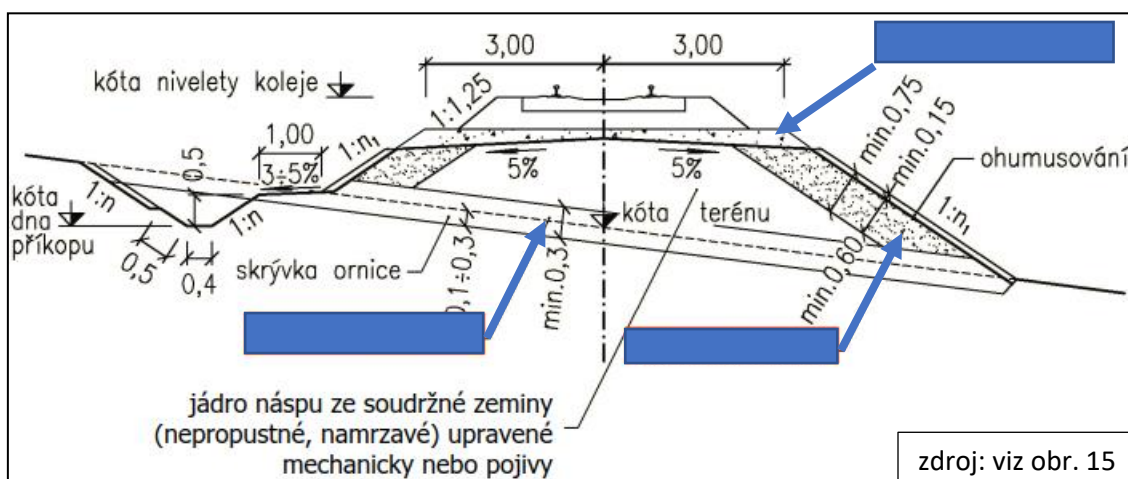
obr. 18: Příčný řez železniční tratí



## KONTROLNÍ OTÁZKY



- 1) Uvedte, co tvoří hranici mezi železničním svrškem a spodkem?
- 2) Vyjmenujte hlavní součásti železničního spodku.
- 3) Vysvětlete rozdíl mezi soudrzným a nesoudrzným materiálem (zeminou).
- 4) Uvedte příklad soudrzného a nesoudrzného materiálu.
- 5) Zdůvodněte, proč je nevhodné používat v zemním tělese soudrzné zeminy.
- 6) Pojmenujte konstrukční vrstvy v následujícím příčném řezu a zdůvodněte jejich význam.



- 7) Uvedte 3 druhy zdí (staveb železničního spodku).
- 8) Která ze zdí železničního spodku neslouží k přenosu sil jedoucích vozidel?
- 9) Přiřaďte typ zdi k místu použití.

Použití
zářez
násep
skalní terén

Typ zdi
obkladní
zárubní
opěrná

## POUŽITÍ V PRAXI

Správný návrh konstrukce železničního spodku je klíčový pro stabilitu železniční trati tak, aby nedocházelo například k sesuvům trati nebo padajícím skalním masivům na železniční trať.

Samotný návrh se opírá i o další obory a činnosti, které vyhodnocují kvalitu materiálu v okolním terénu i použitého materiálu, jako například geologický/geotechnický průzkum atd.

## ZDROJE

- HRDOUŠEK, Vladislav. *Inženýrské stavby pro SPŠ stavební*. Praha: Informatorium, 2006. ISBN 80-733-3048-2.
- TÝFA, Lukáš. *Projektování kolejové dopravy: vysokoškolská skripta*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2014. ISBN 978-80-01-05440-6.
- NOVOTNÝ, Vojtěch. Návrh jednokolejné železniční tratě: příčný řez. *Ing. Vojtěch Novotný* [online]. 2018 [cit. 2018-08-18]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/personal/novotvo4/wp-content/uploads/2014/02/PKD-cvi%C4%8Den%C3%AD-5-download.pdf>



## 4 Konstrukce železničního svršku

### MOTIVACE A CÍL

Funkce železničního svršku je nesení a vedení drážního vozidla a přenos působícího zatížení (sil) do železničního spodku.



Železniční svršek tvoří významný prvek v kvalitě jízdy železničního vozidla po železniční trati. Možná vzpomenete na jízdu po tranzitních železničních koridorech před rekonstrukcí nebo regionálních tratích i v současnosti.

Největší vliv na pohodlí při jízdě má pružné **upevnění** kolejnic k pražci, což snižuje namáhání kolejového roštu a **bezстыková kolej**, které eliminují rázy s čímž se vytrácí typický zvuk při přejíždění klasických kolejnicových styků.

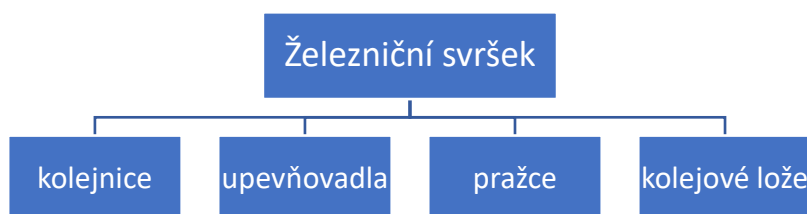
Cílem této kapitoly je:

- vyjmenovat prvky železničního svršku;
- rozlišit formy upevnění železničního svršku;
- popsat základní sestavy železničního svršku;
- načrtnout schematicky základní druhy upevnění železničního svršku;
- vyjmenovat druhy pražců používané na železnici a jejich specifika;
- popsat vlastnosti bezстыkové koleje;
- vysvětlit princip bezстыkové koleje;
- shrnout výhody a nevýhody bezстыkové koleje oproti kolejnicovým stykům.

### VÝKLAD

#### 4.1 Součásti železničního svršku

V [kapitole 3.1](#) na [obr. 12](#) jsme na příčném řezu rozdělili součásti železničního svršku a spodku. Do železničního svršku tedy patří:



obr. 19: Součásti železničního svršku

#### 4.2 Kolejnice

V současnosti se můžeme setkat na tuzemské železniční síti s normálním rozchodem s těmito **typy** širokopatných **kolejnic**:

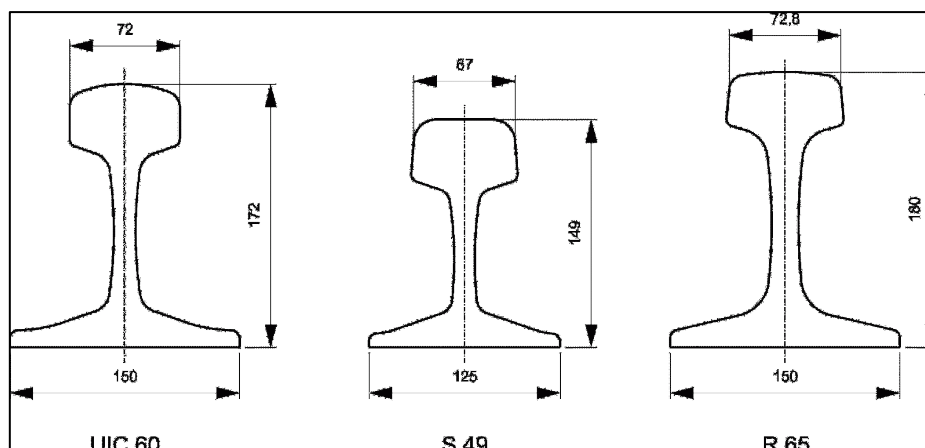


- R 65;
- S 49 (značené také jako 49 E1);
- UIC 60 (dva druhy: 60 E1 a dnes používaný 60 E2);

Číselná hodnota (65, 49 a 60) vyjadřuje přibližnou hmotnost v kilogramech na běžný metr kolejnice.

Kolejnice R65 se používali na hlavních tratích a dnes jsou nahrazovány typem UIC 60. Na méně provozně zatížených kolejích se používá typ S49.

V železničních stanicích se zpravidla používá v hlavních kolejích (a případně ve velmi provozně zatížených předjízdových kolejích) kolejnice UIC 60 a v ostatních kolejích kolejnice S49. Rozdíl (zejm. výškový) mezi profily S49 a UIC 60 se řeší přechodovou kolejnicí. Styk kolejnice 60 E1 a 60 E2 se řeší pouze zabroušením. Porovnání jednotlivých profilů kolejnic je na [obr. 20](#).



obr. 20: Porovnání profilů kolejnic

zdroj: [http://2.bp.blogspot.com/-ZOIhOZImew/T7FFVMCUgdl/AAAAAAAAAHs/\\_tbA4-OLxtM/s1600/kolejnice1.gif](http://2.bp.blogspot.com/-ZOIhOZImew/T7FFVMCUgdl/AAAAAAAAAHs/_tbA4-OLxtM/s1600/kolejnice1.gif)

### 4.3 Upevnění železničního svršku

Upevnění železničního svršku můžeme roztřídit podle 3 kritérií:

- podle použití podkladnice (**podkladnicové, bezpodkladnicové**);
- podle způsobu spojení kolejnice-podkladnice-pražce (**přímé, nepřímé**);
- podle typu upevnění (**tuhé, pružné**).

Na tratích s vysokým provozním zatížením (tranzitní koridory a hlavní tratě) je na trati a v hlavních kolejích železničních stanic realizováno upevnění bezpodkladnicové pružné, v ostatních kolejích podkladnicové tuhé. Na tratích s nižším provozním zatížením většinou nalezneme upevnění tuhé podkladnicové.

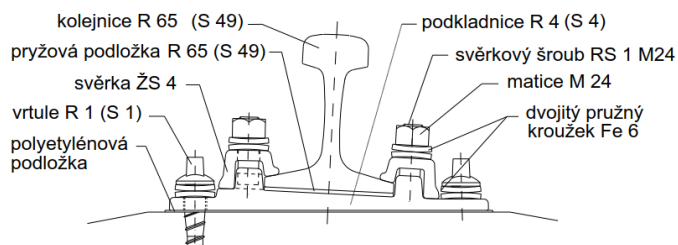
Příklady sestav železničního svršku naleznete na následujících obrázcích v přehledu v [tab. 5](#).





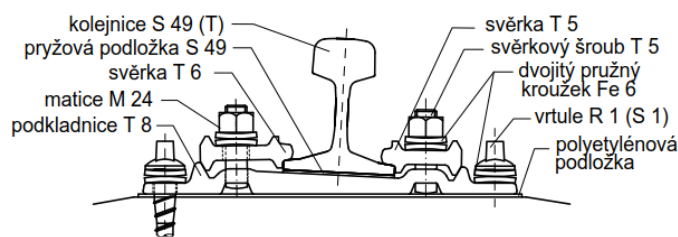
tab. 5: Vybrané sestavy železničního svršku

**Sestava upevnění K – nepřímé, tuhé, žebrová podkladnice**



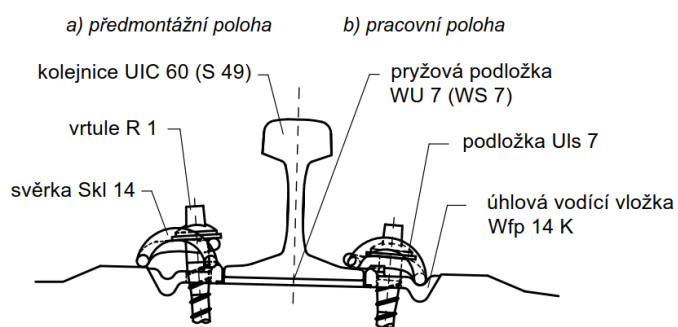
Zdroj (schéma): Předpis SŽDC S3, díl VII

**Sestava upevnění – nepřímé, tuhé, rozponová podkladnice**



Zdroj (schéma): Předpis SŽDC S3, díl VII

**Sestava upevnění W14 – přímé, pružné, bezpodkladnicové**



Zdroj (schéma): Předpis SŽDC S3, díl VII

zdroj (obrázek): <https://www.fd.cvut.cz/personal/novotvo4/wp-content/uploads/2014/02/Upevn%C4%9Bn%C3%AD-kolejnice-k-pra%C5%BECi-download.pdf>

## 4.4 Pražce

*Kolejnicové podpory* neboli *pražce* přenáší účinky sil z kolejnic do štěrkového lože. Na železniční síti se můžeme setkat s těmito druhy pražců:

- dřevěný;
- ocelový;
- betonový (dnes nejčastěji používaný);
- pražec tvaru Y;
- žlabový (ve výhybkách pro umístění přestavníku);

Betonové pražce již samy o sobě zajišťují úklon kolejnic 1:20 (příp. 1:40) ve směru k ose koleje, dříve úklon zajišťovaly podkladnice.

Pražec tvaru Y umožňuje zúžení šířky pláně tělesa železničního spodku a tím zajistí i zúžení celého náspu/zářezu. V případě jednokolejné trati je to o přibližně jeden metr.

## 4.5 Bezстыková kolej



Pro odstranění rázů při přejíždění kolejnicových styků se používá bezстыková kolej. Jde o svaření kolejnicových pásů k sobě, čímž k sobě kolejnice těsně přiléhají.

Minimální délka bezстыkové koleje je 150 metrů (2x75 metrů). důvodu vyrovnání působících napětí a síly kvůli nemožnosti dilatace (roztlačnosti) vlivem teploty. Krajiní části se nazývají *dýchající konce bezстыkové koleje*, mezi nimi je *střední část bezстыkové koleje*.

## 4.6 Kolejové lože

Kolejové lože, někdy též nazýváno podle materiálu *štěrkové lože*, přenáší působící síly do železničního spodku.

Výška kolejového lože je zpravidla 0,35 m po pražcem (mezi spodní částí pražce a plání tělesa železničního spodku).

## SHRNUTÍ

**Železniční svršek** zahrnuje kolejnice, upevnění, pražce a kolejové lože.

Používané **kolejnice** mají tvar S 49 (49 E1), UIC 60 (60 E1, 60 E2) a R 65. Číslo zde označuje hmotnost 1 metru kolejnice v kilogramech. Kolejnice UIC 60 se používají v provozně zatížených kolejích a nahrazují dříve používaný tvar R 65. Kolejnice S 49 se používají v méně provozně zatížených kolejích.

**Upevnění** kolejnic k pražci dělíme na podkladnicové/bezpodkladnicové, přímé/nepřímé a tuhé/pružné.

Nejčastěji se používají **pražce** betonové, dříve dřevěné, případně ocelové. Dále můžeme vidět například pražce ve tvaru Y a žlabové pražce (pro přestavník výhybky).

Pro odstranění rázů v kolejnicových stykách se kolejnice svařují k sobě a vzniká tak **bezстыková kolej**, jejíž nejmenší délka je 150 metrů.

**Kolejové lože** slouží k přenosu sil do železničního spodku.



## ÚLOHY



Podívejte se při nejbližší jízdě vlakem na konstrukci železničního svršku (například v železniční stanici při čekání na vlak) a zkuste pojmenovat jeho části. Zaměřte se na:

- upevnění kolejnic k pražci (podkladnicové/bezpodkladnicové, přímé/nepřímé, tuhé/pružné, podkladnicové s rozponovou podkladnicí, s žebrovou podkladnicí);
- druh pražců (dřevěné, betonové, ...).

### KONTROLNÍ OTÁZKY

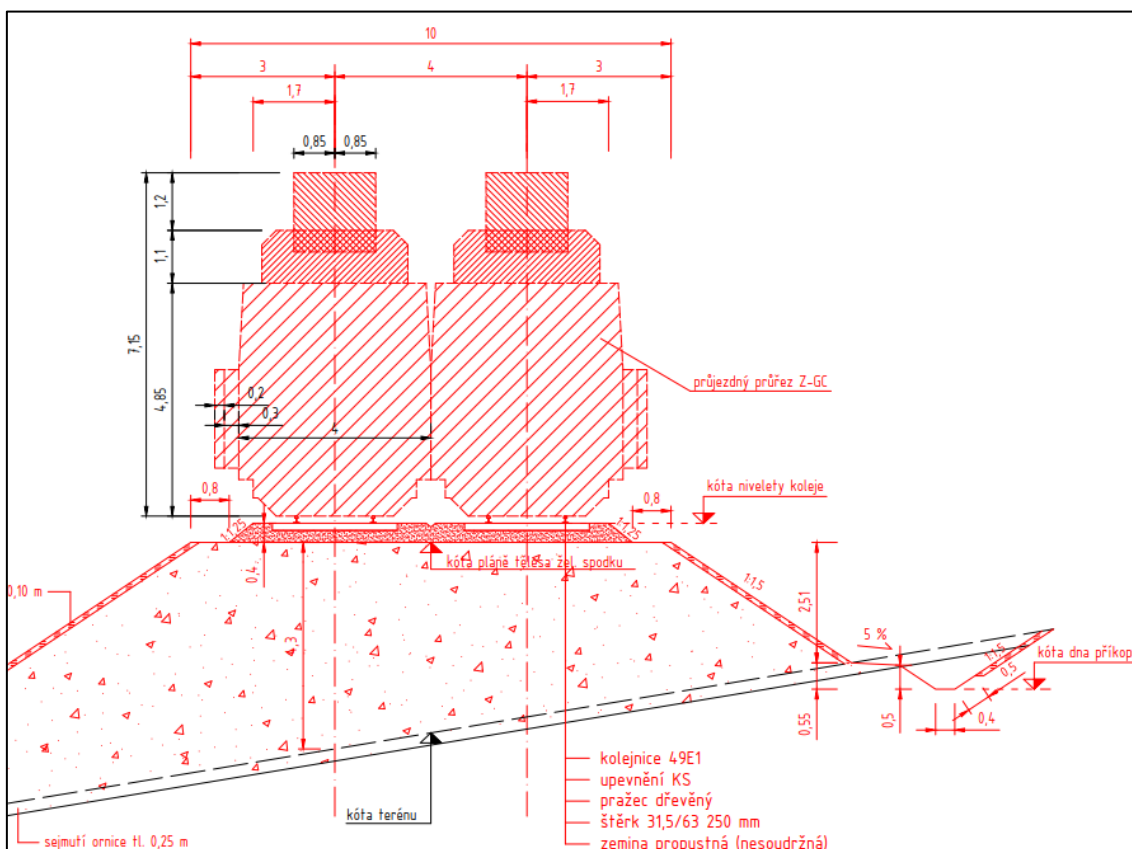


- 1) Vyjmenujte součásti železničního svršku.
- 2) Jaké se v současnosti používají tvary kolejnic na železničních tratích?
- 3) Seřadte tvary kolejnic z bodu 2 podle velikosti průřezu.
- 4) Pojmenujte u následujících obrázků typ upevnění kolejnic k pražci (podkladnicové/bezpodkladnicové, přímé/nepřímé, tuhé/pružné, podkladnicové s rozponovou podkladnicí, s žebrovou podkladnicí).



## POUŽITÍ V PRAXI

Konstrukce železničního svršku je nedílnou součástí železniční trati. Návrh konstrukčního uspořádání se zakresluje do příčných řezů, jehož ukázka je na [obr. 21](#).



obr. 21: Příčný řez železniční trati - výřez

## ZDROJE

- Předpis SŽDC S3, díl VII: Železniční svršek. Sestavy železničního svršku a jejich použití ve znění změn č. 1 a 2 (účinnost od 1. října 2014)
- NOVOTNÝ, Vojtěch. Projektování kolejové dopravy: Upevnění kolejnice k pražci. *Ing. Vojtěch Novotný* [online]. 2018 [cit. 2018-08-19]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/personal/novotvo4/wp-content/uploads/2014/02/Upevn%C4%9Bn%C3%AD-kolejnice-k-pra%C5%BEci-download.pdf>



## 5 Geometrické parametry koleje (GPK)

### MOTIVACE A CÍL

Pravděpodobně jste viděli dva rychlostníky N nad sebou, kdy horní rychlostník N návěstí rychlost pro vozidla, která mohou projíždět směrovým obloukem s nedostatkem převýšení alespoň 130 mm. V této kapitole se tedy dozvíte o převýšení (druzích převýšení), nedostatku převýšení, přebytku převýšení, ale také o způsobu přechodu trati z přímé do směrového oblouku.



Po prostudování této kapitoly byste měli:

- porozumět některým návěstem pro návěstění rychlosti (rychlostníky);
- stanovit parametry, které mají vliv na traťovou rychlost;
- specifikovat možnosti zvyšování traťové rychlosti;
- porozumět způsobu přechodu železničního vozidla z přímé do směrového oblouku.

*Pozn.: V textu bude používána zkratka GPK (geometrické parametry koleje)*

### VÝKLAD

#### 5.1 Omezující hodnoty

Norma určuje pro GPK 3 hraniční (limitní) skupiny, viz [obr. 22](#), kdy se snažíme využívat hodnot standardních, pokud to není možné snažíme se nepřekračovat limity mezní. V každém případě nenavrhujeme všechny parametry GPK mezi mezními a minimálními/maximálními hodnotami.

Použití jednotlivých omezujících hodnot:

- Standardní (*n*);
  - rozmezí doporučených hodnot;
  - snižují náročnost údržby koleje a zvyšují pohodlí při jízdě;
- Mezní (*lim*);
  - překročení např. kvůli zamezení propadu rychlosti;
  - překročení schvaluje provozovatel dráhy (vlastník infrastruktury);
- Maximální/minimální (*max/min*);
  - v žádném případě nesmí být překročena.

✓	~	!	✗
$X_n$ standardní		$X_{lim}$ mezní	$X_{max}$ minimální/ maximální



obr. 22: Hodnoty veličin GPK

**Příklad (převýšení): Převýšení je omezené následovně:**

- minimální hodnota převýšení je 20 mm;
- při provozním zatížení trati nad 20 mil. tun za rok je mezní hodnota převýšení 120 mm;

- při provozním zatížení trati do 20 mi. tun za rok a zároveň velikosti poloměru směrového oblouku  $R > 275$  m je mezní hodnota převýšení 150 mm;
- při velikosti poloměru směrového oblouku  $R > 290$  m je maximální hodnota převýšení 160 mm.

## 5.2 Právní úprava

Pro návrh GPK je platná norma ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – část 1: Projektování. Zajímavostí je, že platí pro rychlosti 0–300 km/h.

Stavební a technický řád drah ovšem omezuje rychlost na tratích v ČR pouze rozsah 0–200 km/h.

## 5.3 Součásti GPK

Do GPK řadíme:

- rozchod;
- převýšení;
- přechodnice a vzestupnice;
- kružnicový oblouk;
- mezipřímá;
- podélný sklon;
- prostorová poloha koleje.

Některé pojmy již znáte, proto se budeme v následujícím textu zabývat prvními třemi odrážkami z předchozího výčtu.

## 5.4 Převýšení

**Převýšení vyrovnává setrvačnou odstředivou sílu** při průjezdu vozidla směrovým obloukem. Převýšení se zřizuje na vnější kolejnici a závisí na druhé mocnině rychlosti  $V$  a poloměru směrového oblouku  $R$ .

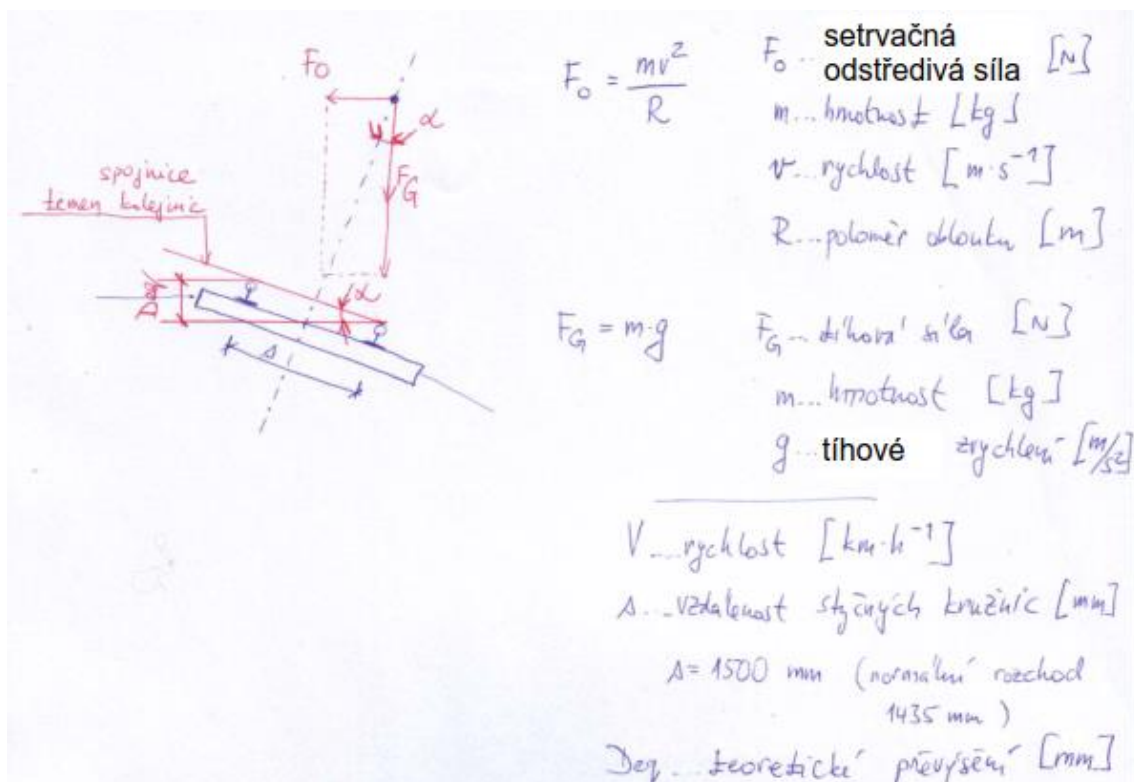
Rozeznáváme tzv. **teoretické a doporučené převýšení**. Teoretické převýšení  $D_{eq}$  se použije v případě, kdy všechny vlaky daným úsekem projíždějí přibližně stejnou rychlostí, tedy například při oddělení osobní dopravy od nákladní nebo tam, kde jezdí osobní vlaky i nákladní vlaky přibližně stejnou rychlostí.

Při odvození teoretického převýšení použijeme rovnováhu dvou sil:

- setrvačná odstředivá síla;
- tíhová síla.

Naznačení působících sil při průjezdu vozidla směrovým obloukem s převýšením je na [obr. 23](#).





obr. 23: Schéma působení sil na vozidlo projíždějící směrovým obloukem s převýšením

Teoretické převýšení  $D_{eq}$  vypočteme ze vztahu:

$$D_{eq} = 11,8 \cdot \frac{V^2}{R}, \text{ kde } [D] = \text{mm}, [V] = \text{km/h a } [R] = \text{m}$$

Doporučená převýšení jsou 3 ( $D_{N1}$ ,  $D_{N2}$  a  $D_{N3}$ ) s ohledem na traťovou rychlost.

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

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

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

kde  $[D] = \text{mm}$ ,  $[V] = \text{km/h}$  a  $[R] = \text{m}$ .

Jak již bylo naznačeno u příkladu v kapitole 5.1, minimální, mezní a maximální hodnoty převýšení jsou následující (viz tab. 6):

tab. 6: Minimální, mezní a maximální hodnoty převýšení

převýšení	Další omezení	Převýšení $D$ [mm]
minimální		20
mezní	u nástupiště	60
	provozní zatížení trati > 20 mil. tun za rok a $R \geq 275$ m	120 150
maximální	u nástupiště	110
	$R \geq 290$ m	160



Pokud vyjde převýšení menší než minimum, převýšení se nezřizuje. Pro poloměr  $R < 275$  m a převýšení 150 mm, resp.  $R < 290$  m (převýšení 160 mm) je z důvodu nebezpečí vykolejení nákladních vozů převýšení  $D$  omezeno vzorcem:

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

Skutečně projektovanou velikost převýšení označujeme  $D$ .

## 5.5 Nedostatek a přebytek převýšení



Pokud navrhujeme převýšení menší než teoretické, vozidla budou směrovým obloukem projíždět s **nedostatkem převýšení** a označujeme ho  $I$ .

Pokud navrhujeme převýšení větší než teoretické, vozidla projíždějí směrovým obloukem s **přebytkem převýšení**, značíme  $E$ .

Představme si situaci, kdy navrhujeme doporučené převýšení pro určitou stanovenou rychlost. Pak vozidla jedoucí rychleji, než je navrhovaná stanovená rychlost, využívají nedostatek převýšení a vozidla jedoucí pomaleji přebytku převýšení.

S využitím nedostatku převýšení můžeme v některých směrových obloucích pro některá vozidla zvýšit stanovenou rychlost.

Pokud tedy vidíme nad sebou 2 rychlostníky N, pak horní označuje situaci, kdy vybrané vlaky (označené v sešitovém jízdním řádu) mohou využít horního rychlostníku a využít tak nedostatek převýšení 130 mm a více.



obr. 24:

$I_{max}=130$  mm  
pro max. zatížení  
18 t na nápravu

Dva rychlostníky N, z nichž horní je doplněn černými svislými pruhy (viz obr. 24) umožňují využít nedostatku převýšení maximálně  $I = 130$  mm pro vozidla s maximálním zatížením 18 tun na nápravu.

**Nedostatek převýšení  $I$  je definován** jako rozdíl teoretického převýšení a skutečně projektovaného převýšení, vyjádřeno vzorcem:

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

kde  $[I] = \text{mm}$ ,  $[D] = \text{mm}$ ,  $[V] = \text{km/h}$  a  $[R] = \text{m}$ .

**Přebytek převýšení  $E$  je definován** jako rozdíl skutečně projektovaného převýšení a teoretického převýšení, podle vztahu:

$$E = D - D_{eq} = D - 11,8 \cdot \frac{V^2}{R}$$

kde  $[E] = \text{mm}$ ,  $[D] = \text{mm}$ ,  $[V] = \text{km/h}$  a  $[R] = \text{m}$ .

Přebytek převýšení je omezen mezní hodnotou  $E_{lim} = 80$  mm a maximální hodnotou  $E_{max} = 110$  mm.

Při projektování železniční trati se pro směrový oblouk vypočítají rychlosti:

- $V_{130}$  pro nedostatek převýšení  $I = 130$  mm;
- $V_{150}$  pro nedostatek převýšení  $I = 150$  mm;
- $V_k$  pro nedostatek převýšení  $I = 270$  mm (souprava s naklápačící skříň).



## 5.6 Vzestupnice

Změnu výšky mezi nepřevýšeným kolejovým pásem a převýšeným kolejovým pásem zajišťuje **vzestupnice**. Nejčastěji se používá lineární vzestupnice, přírůstek výšky má tedy lineární průběh.

Délka vzestupnice (ve standardních hodnotách) se vypočítá podle vzorce:

$$L_d = \frac{10 \cdot V \cdot D}{1000}, \text{ kde } V \text{ je rychlost v km/h a } D \text{ je převýšení v mm.}$$

## 5.7 Přejchodnice

Při přechodu z přímé do směrového oblouku se navrhuje **přejchodnice**, která zajišťuje plynulý nárůst poloměru mezi přímou (poloměr nulový) a kružnicovou částí směrového oblouku (navrhovaný poloměr  $R$ ).



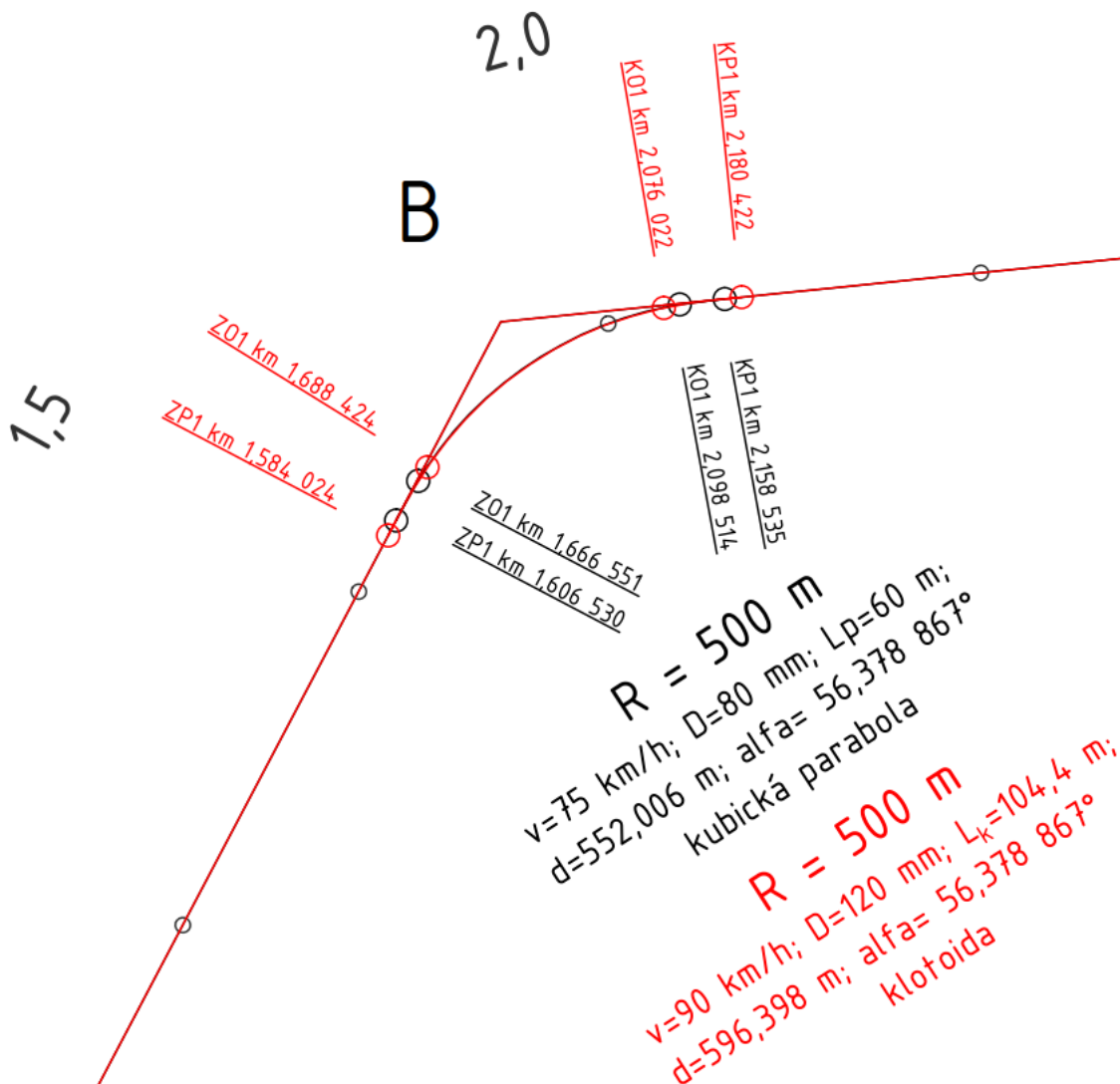
Navrhuje se na stejnou délku jako přechodnice. Nemusí se navrhovat ve stísněných poměrech při rychlostech do 60 km/h.

Při jízdě z přímé do směrového oblouku a zpět do přímé v situačním výkrese nalezneme body (viz [obr. 25](#)):

- $ZP$  (začátek přechodnice);
- $KP=ZO$  (konec přechodnice, začátek oblouku);
- $KO=ZP$  (konec oblouku, začátek přechodnice);
- $KP$  (konec přechodnice).

Druhy přechodnic používaných na železnici:

- klotoida (používá se i v silniční dopravě);
- Blossova přechodnice (používá se pouze v některých případech, přísluší ji nelineární vzestupnice);
- kubická parabola (do roku 2008).



obr. 25: Situační výkres bez mapového podkladu

## SHRNUTÍ

Hodnoty GPK uvažujeme ve třech hladinách – standardní, mezní a maximální (příp. minimální). Při návrhu není doporučováno překračovat ve více parametrech mezní hodnoty, neboť to nárokuje vyšší náklady na údržbu trati.

**Převýšení** se navrhuje z důvodu vyrovnání působící setrvačné odstředivé síly při průjezdu směrovým obloukem. Převyšuje se vnější kolejnice. Při navržení menšího převýšení než teoretického jde o **nedostatek převýšení**, při navržení většího převýšení než teoretického jde o **přebytek převýšení**. Při využití nedostatku převýšení (130 mm, 150 mm nebo 270 mm) je možné pro některá vozidla zvýšit stanovenou rychlost.

Pro plynulý přechod mezi nepřevýšenou a převýšenou kolejí se zřizuje **vzestupnice**.

Pro plynulý přechod mezi přímou a směrovým obloukem se zřizuje **přechodnice**.



## ÚLOHY



Vypočítejte teoretické převýšení pro poloměr oblouku  $R = 800$  m a traťovou rychlost 80 km/h.

Vypočítejte doporučené převýšení pro poloměr oblouku  $R = 800$  m a traťovou rychlost 80 km/h.

Vypočítejte rychlost  $V$  (tedy bez nedostatku převýšení) pro poloměr oblouku  $R = 800$  m. Vycházejte ze vzorce pro doporučené převýšení.

Vypočítejte rychlost  $V_{130}$  (tedy s nedostatkem převýšení  $l = 130$  mm) pro poloměr oblouku  $R = 800$  m. Navrhované převýšení je doporučené převýšení. Využijte vztahu odvozeného v bodě g).

Vypočítejte rychlost  $V_k$  (tedy s nedostatkem převýšení  $l = 270$  mm) pro poloměr oblouku  $R = 800$  m. Navrhované převýšení je doporučené převýšení. Použijte vztah odvozený v bodě g).

Porovnejte traťové rychlosti ve směrovém oblouku pro předchozí případy 3), 4) a 5) a vynesete je do grafu.

Určete relativní (procentuální) přírůstek traťové rychlosti pro body 3), 4) a 5). Traťovou rychlost  $V$  z bodu 3) považujte jako 100 %.

## KONTROLNÍ OTÁZKY



- 1) Definujte pojmy teoretické převýšení, doporučené převýšení, nedostatek převýšení, přebytek převýšení. Jak tyto pojmy chápete vy?
- 2) Jaký je rozdíl mezi teoretickým převýšením a doporučeným převýšením? Ve kterém případě použijeme teoretické převýšení a ve kterém doporučené převýšení?
- 3) V jakém případě použijeme nedostatek převýšení. Které parametry železniční trati můžeme zvýšit použitím nedostatku převýšení?
- 4) Na jakých veličinách závisí převýšení koleje?
- 5) Jaké druhy přechodnic nalezneme na tuzemských železničních tratích?
- 6) Z jakého důvodu používáme u železničních tratí (i pozemních komunikací) přechodnici?
- 7) Z jakého důvodu používáme u železničních tratí vzešupnici?
- 8) Načrtněte situační schéma přechodu železniční trati mezi přímou a směrovým obloukem. Vyznačte body ZP (začátek přechodnice), KP (konec přechodnice), ZO (začátek oblouku), KO (konec oblouku).
- 9) Uvedte, ve kterých případech není nutné zřizovat přechodnici.

## POUŽITÍ V PRAXI

Geometrické parametry koleje mají přímý vliv na rychlost jízdy vozidla. Správný návrh GPK je tedy klíčový, ale neméně důležité je pravidelnou údržbou tyto parametry zachovávat.

## ZDROJE

- TÝFA, Lukáš. Infrastruktura kolejové dopravy: Geometrické parametry železniční koleje. *Doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/personal/tyfal/str/predmety/ikod-pr/ikod01.pdf>



# Projektování železničních stanic

# 1 Zařízení pro osobní a nákladní přepravu

## MOTIVACE A CÍL

Zařízeními pro osobní dopravu rozumíme zejména nástupiště, zařízeními pro nákladní přepravu rampy a tzv. volné skládky.

V první části kapitoly si představíme druhy nástupišť, jejich výhody a nevýhody a vliv na technologii (provoz) železniční stanice.

Ve druhé části budou následovat zařízení pro nákladní přepravu – rampy a volné skládky.

Po prostudování této kapitoly byste měli:

- rozeznat a pojmenovat druhy nástupišť;
- charakterizovat nástupiště (minimální šířka a výška nástupní hrany);
- vyjmenovat zařízení pro nákladní přepravu;
- aplikovat předešlé poznatky v návrhu dopravního schématu železniční stanice.

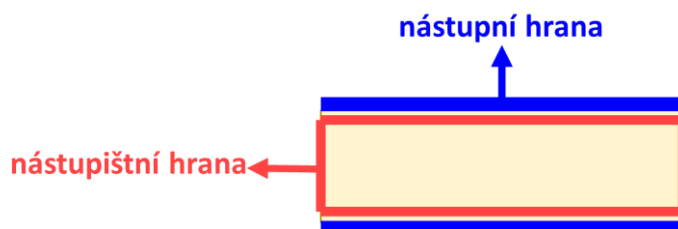
## VÝKLAD

### 1.1 Nástupiště

Nástupiště je zpevněná zvýšená plocha u koleje, je součástí železničního spodku.

U nástupiště rozlišujeme dva pojmy, viz také [obr. 26](#):

- nástupištní hrana (všechny hrany nástupiště);
- nástupní hrana (část nástupištní hrany sloužící k nástupu cestujících do vozidla).



obr. 26: Nástupištní a nástupní hrana

V ČR se nová nástupiště navrhují s výškou nástupní hrany 550 mm nad temenem kolejnice (TK). V některých státech může být výška nástupní hrany jiná, s čímž souvisí váš první úkol, viz část s úlohami.

**Ke každé koleji přísluší právě jedna nástupní hrana. Dle platné normy tedy nemohou být pro jednu kolej nástupiště z obou stran viz [obr. 27](#).**

Nástupiště mohou být pouze u kolejí s rychlostí maximálně 200 km/h.



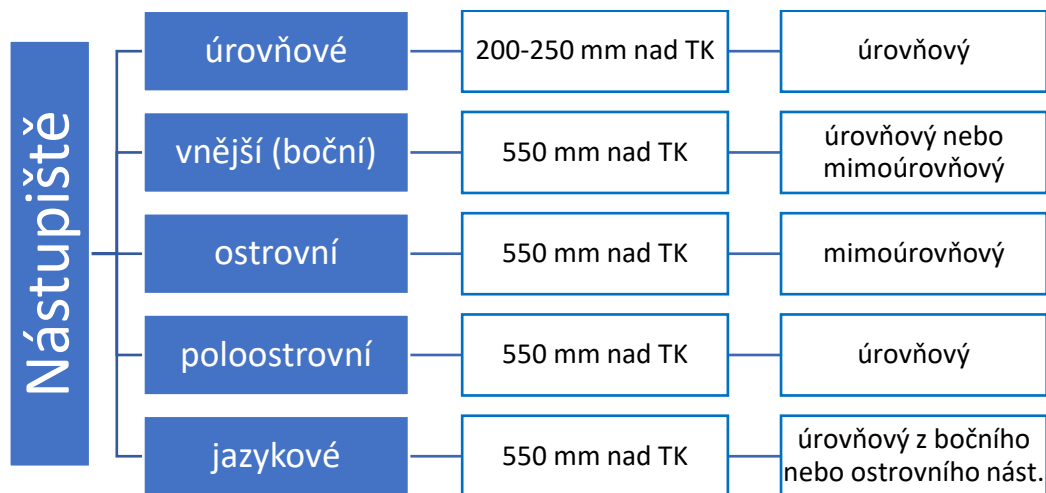
obr. 27: Špatný návrh nástupiště – dvě nástupní hrany pro jednu kolej



### 1.1.1 Přehled typů nástupišť



Rozeznáváme 6 druhů nástupišť, které pak tvoří v železničních stanicích různé kombinace uspořádání. Přehled na [obr. 28](#) obsahuje výšku nástupní hrany nad temenem kolejnice (TK) a přístup na nástupiště.



obr. 28: Přehled typů nástupišť

Přehled šířek nástupišť je v [tab. 7](#).

tab. 7: Šířky nástupišť

převýšení	Šířka nástupiště [m]
úrovňové	1,45–2,3
vnější, ostrovní jednostranné	3,0 (2,5)
ostrovní oboustranné	6,1
poloostrovní (oboustranné)	4,3–6,1
jazykové a konce oboustranných nástupišť	3,2

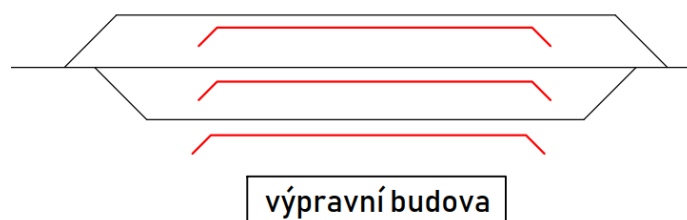
### 1.1.2 Úrovňové nástupiště

Úrovňové nástupiště, jak již z názvu vyplývá, je přístupné úrovňově. Výška nástupní hrany 200 mm, případně 250 mm (poslední nástupiště, které se nepřekračuje) nad TK neumožňuje bezbariérový nástup do vozidla.

Zároveň úrovňový přístup na nástupiště ovlivňuje propustnost trati, neboť žádný vlak nesmí projíždět po koleji bližší k výpravní budově než zastavil jiný vlak.

Z výše uvedených důvodů se nově již nezřizuje.

Schematický příklad železniční stanice s úrovňovými nástupišti je na [obr. 29](#).



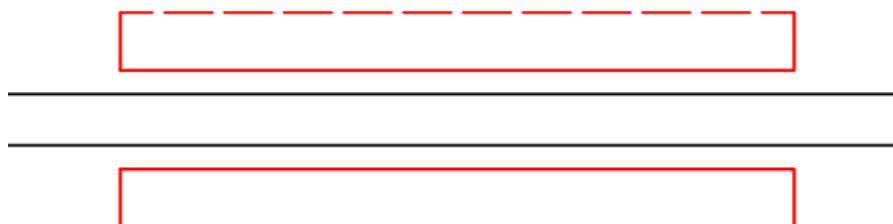
obr. 29: Železniční stanice s úrovňovými nástupišti

### 1.1.3 Vnější (boční) nástupiště

Nachází se buď přímo u výpravní budovy nebo také na opačné straně železniční zastávky. Nejtypičtější použití je u železničních zastávek, kdy se nachází na vnějších stranách železniční trati, viz ukázka na [obr. 30](#).

Šířka vnějšího nástupiště má být alespoň 3 metry, nejméně však 2,5 metru. Výška nástupní hrany se projektuje 550 mm nad TK.

Přístup na nástupiště je zpravidla mimoúrovňový (lávka, podchod, most, silniční podjezd nebo most), někdy také úrovňový (například přes přilehlý železniční přejezd).



obr. 30: Vnější nástupiště železniční zastávky

### 1.1.4 Ostrovní nástupiště

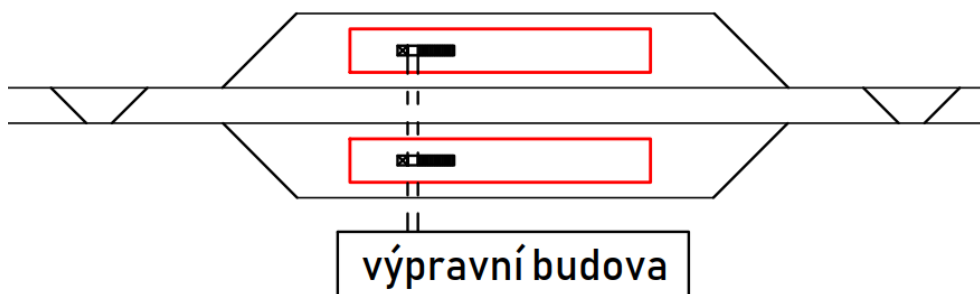
Ostrovní nástupiště jsou mimoúrovňově přístupná nejčastěji podchodem, méně často lávkou. Mimoúrovňový přístup řeší nevýhody úrovňového pohybu cestujících v kolejišti (bezpečnost). Naleznete je v železničních stanicích na rekonstruovaných i nerekonstruovaných tratích (ukázka viz [obr. 31](#)).

Rozlišujeme 2 typy ostrovního nástupiště

- **jednostranné** (s jednou nástupní hranou);
- **oboustranné** (s dvěma nástupními hranami).

Šířka oboustranného ostrovního nástupiště musí být minimálně 6,1 metru, konce nástupiště musí mít šířku min. 3,2 metru.

Šířka jednostranného ostrovního nástupiště je stejná jako u vnějšího nástupiště (3 m, nejméně však 2,5 metru).



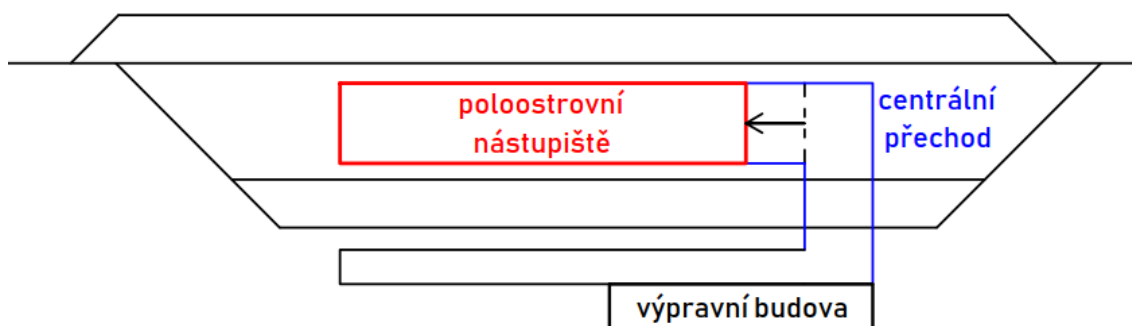
obr. 31: Železniční stanice s ostrovními nástupišti

### 1.1.5 Poloostrovní nástupiště

Poloostrovní nástupiště je úrovněvě přístupné s výškou nástupní hrany 550 mm nad TK. Ukázka takového nástupiště je na [obr. 32](#).

Jde o alternativu ostrovního nástupiště pro železniční stanice na jednokolejných tratích s nižší frekvencí cestujících, kde by bylo vybudování podchodu či nadchodu neefektivní.

Každé poloostrovní nástupiště má pouze jeden úrovněvý přechod nazývaný **centrální přechod**.



obr. 32: Železniční stanice s poloostrovním (červeně) nástupištěm

Kvůli úrovněvému přístupu cestujících je požadováno zejména:

- rychlost přes centrální přechod max. 50 km/h;
- vjíždějící vlaky zastavují přednostně před centrálním přechodem;
- cestující jsou informováni staničním rozhlasem o bezpečnosti pohybu v kolejišti.

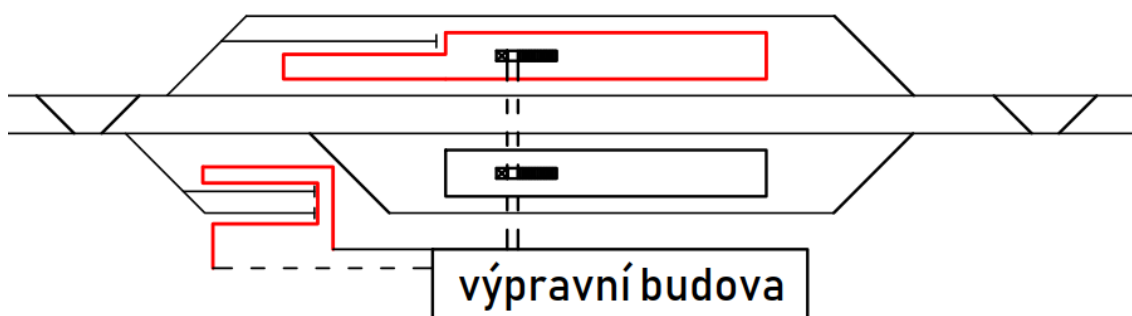


### 1.1.6 Jazykové nástupiště

Jazykové nástupiště je doplnění (prodloužení) ostrovního nástupiště kusými kolejemi nebo navazuje na vnější nástupiště a slouží pro obraty vlaků, viz [obr. 33](#).

Rovněž se může nacházet z boku u výpravní budovy a sloužit tak pro obraty vlaků a příchod a odchod z nástupiště bez použití podchodu.

Šířka jazykové části je minimálně 3,2 metru. Výška nástupní hrany 550 mm nad TK.



obr. 33: Železniční stanice s jazykovým nástupištěm (vyznačeno červeně)



## 1.2 Zařízení pro nákladní přepravu

Jde o stavební zařízení (volná skládka a rampa) a mechanizační zařízení (např. vysokozdvizné vozíky, dopravníky apod.) určené k vykládce a nakládce zboží na/z železničních vozů.

### 1.2.1 Volná skládka

Volná skládka je zpevněná plocha u koleje, která slouží k nakládce a vykládce zboží, případně krátkodobému uložení zboží před další přepravou.

Bývalou volnou skládku, v současnosti parkoviště můžete vidět na [obr. 34](#).

### 1.2.2 Rampa

Zvýšená plocha (viz [obr. 35](#)), která slouží k nakládce a vykládce zboží. Může být boční, čelní nebo kombinovaná.

Součástí rampy může být sklad.



obr. 34: Dříve volná skládka, dnes parkoviště



obr. 35: Boční rampa

## SHRNUTÍ

Nástupiště dělíme na úrovně přístupná (úrovně, poloostrovní) a mimoúrovňové přístupná (vnější, ostrovní, jazykové – je přístupné buď od vnějšího nebo ostrovního nástupiště).

Výhodou mimoúrovňově přístupných nástupiště je bezpečnost pohybu cestující a odpadá tak nutnost řešit pořadí vlaků s ohledem na pohyb cestujících. Proto se nově zřizují pouze úrovně přístupná poloostrovní nástupiště, a to v železničních stanicích na jednokolejných tratích, kde se nepředpokládá vysoká frekvence (počet) cestujících.

Pro nakládku a vykládku zboží se v železničních stanicích zřizuje volná skládka nebo rampa, případně s budovou skladu.

## ÚLOHY

Zjistěte, jakou výšku nástupní hrany mají nová nástupiště v sousedních zemích.

Popřemýšlejte, proč se mimoúrovňový přístup na nástupiště řeší častěji podchodem než lávkou.

Uveďte příklad železniční stanice s jazykovým a poloostrovním nástupištěm.



## KONTROLNÍ OTÁZKY



- 1) Vyjmenujte všechny typy nástupišť.
- 2) Jaká je výška bezbariérových nástupišť v ČR a odkud se měří?
- 3) Čím se liší poloostrovní nástupiště od úrovněových?
- 4) Jak je zajištěna bezpečnost cestujících při úrovněovém příchodu k poloostrovnímu nástupišti?
- 5) Charakterizujte jazykové nástupiště.
- 6) V čem spočívají výhody jazykového nástupiště?
- 7) Jaká zařízení navrhujeme pro nákladní dopravu?

## POUŽITÍ V PRAXI

Nástupiště i zařízení pro nákladní dopravu jsou nedílnou součástí železniční infrastruktury. Znalosti z této kapitoly budeme aplikovat při návrhu železniční stanice a tvorbě dopravního schématu v poslední kapitole této části.

## ZDROJE



- FRIDRICH, Karel A. Nástupiště: Pomůcky pro cvičení z předmětu železniční stavby 3 (ZST3). In: *Docplayer.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/10934542-Nastupiste-pomucka-pro-cviceni-z-predmetu-zeleznicni-stavby-3-zst3.html>
- NOVOTNÝ, Vojtěch. Železniční stanice: dopravní schéma stanice. In: *Ing. Vojtěch Novotný* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/personal/novotvo4/wp-content/uploads/2014/02/ZTS-cvi%C4%8Den%C3%AD-7-download.pdf>

## 2 Osové vzdálenosti kolejí

### MOTIVACE A CÍL

V předmětu Doprava a přeprava jste se již dozvěděli osovou vzdáleností kolejí železniční trati. V této kapitole shrneme osovou vzdálenost kolejí v železničních stanicích.



Jak jste asi pochopili, osová vzdálenost kolejí na trati a ve stanici není stejná. Uvedeme si proto i způsob změny osovou vzdálenosti kolejí mezi tratí a stanicí.

Po prostudování kapitoly byste měli:

- shrnout osovou vzdálenost kolejí;
- popsat způsoby změny osovou vzdálenosti kolejí mezi tratí a stanicí;
- uvést nevýhodu použití kolejových S;
- použít učivo při návrhu dopravního schématu železniční stanice.

### VÝKLAD

#### 2.1 Přehled osových vzdáleností kolejí v dopravních s kolejovým rozvětvením

Pozn.: Pro zjednodušení bude dále uváděno pouze „v železničních stanicích“ nebo „stanicích“ místo „v dopravních s kolejovým rozvětvením“.

Osovou vzdálenost v [tab. 8](#) uvádí vzdálenost mezi osami příslušných sousedních kolejí. Praktickou ukázkou můžete vidět na [obr. 37](#) v části *Použití v praxi*.

tab. 8: Osovou vzdálenost kolejí v železničních stanicích

druh koleje	osová vzdálenost [m]
<b>standardní dopravní a manipulační kolej</b>	<b>5,00</b>
nejmenší vzdálenost ve stísněných poměrech	4,75
kolej s úrovnovým nástupištěm	6,00
kolej s oboustranným ostrovním nebo poloostrovním nástupištěm šířky 6,10	10,00
mezi kolejí vlečky a sousední kolejí	6,00



#### 2.2 Změna osovou vzdálenosti kolejí

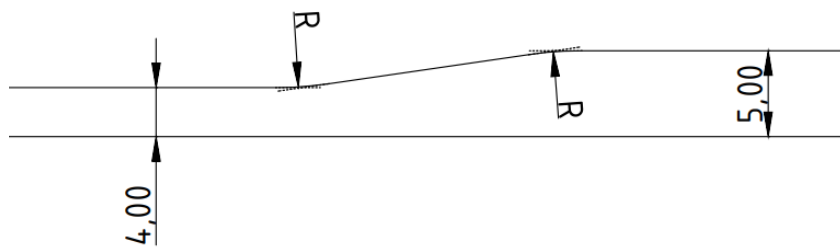
Přechod mezi osovou vzdáleností na trati (4,00 m) a ve stanici se řeší pomocí:

- dvou protisměrných oblouků velkého poloměru bez přechodnice a převýšení u jedné z hlavních kolejí (*kolejová „S“*);
- směrové oblouky bez přechodnice a převýšení v obou hlavních kolejích s různým středem (*nesoustředné oblouky*);
- jiná přechodnice v oblouku vnější koleje ve směrovém oblouku (*abnormální přechodnice*).

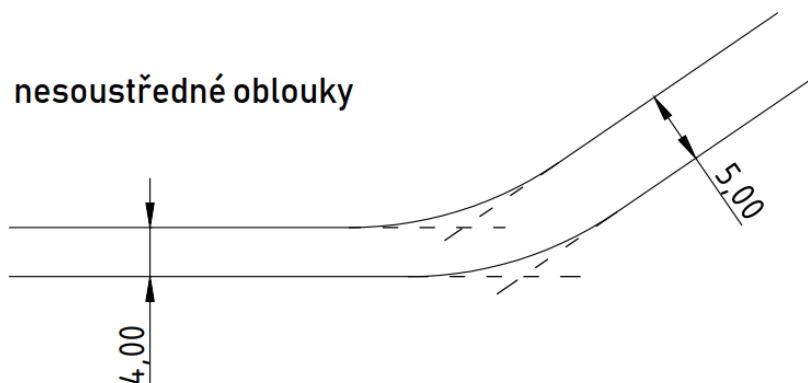
První dvě metody z výše uvedeného seznamu jsou na [obr. 36](#).

Nejčastěji se změna osové délky řeší ve směrových obloucích přiléhajících k železniční stanici. Nevýhodou kolejových „S“ je působení náhlé změny nedostatku převýšení (nevyrovnané boční zrychlení) v protisměrných obloucích bez přechodnic a převýšení.

### kolejová "S"



### nesoustředné oblouky



obr. 36: Vybrané způsoby změny osové vzdálenosti kolejí

## SHRNUTÍ

Základní osová vzdálenost kolejí v železniční stanici je 5,00 m. Na kolejích sousedících s vlečkou nebo při umístění nástupišť se osová vzdálenost zvětšuje.

Pro změnu osové vzdálenosti kolejí mezi tratí (4,00 m) a stanicí se používají 3 metody. Pokud následuje blízko železniční stanice směrový oblouk, řeší se tato změna buď nesoustřednými oblouky nebo abnormálními přechodnicí (pro každou kolej různá přechodnice). Pokud je trať v přímé, používají se tzv. kolejová „S“ (dva protisměrné oblouky v jedné z kolejí).

## ÚLOHY

Zamyslete se, zda jste někdy viděli kolejová „S“.

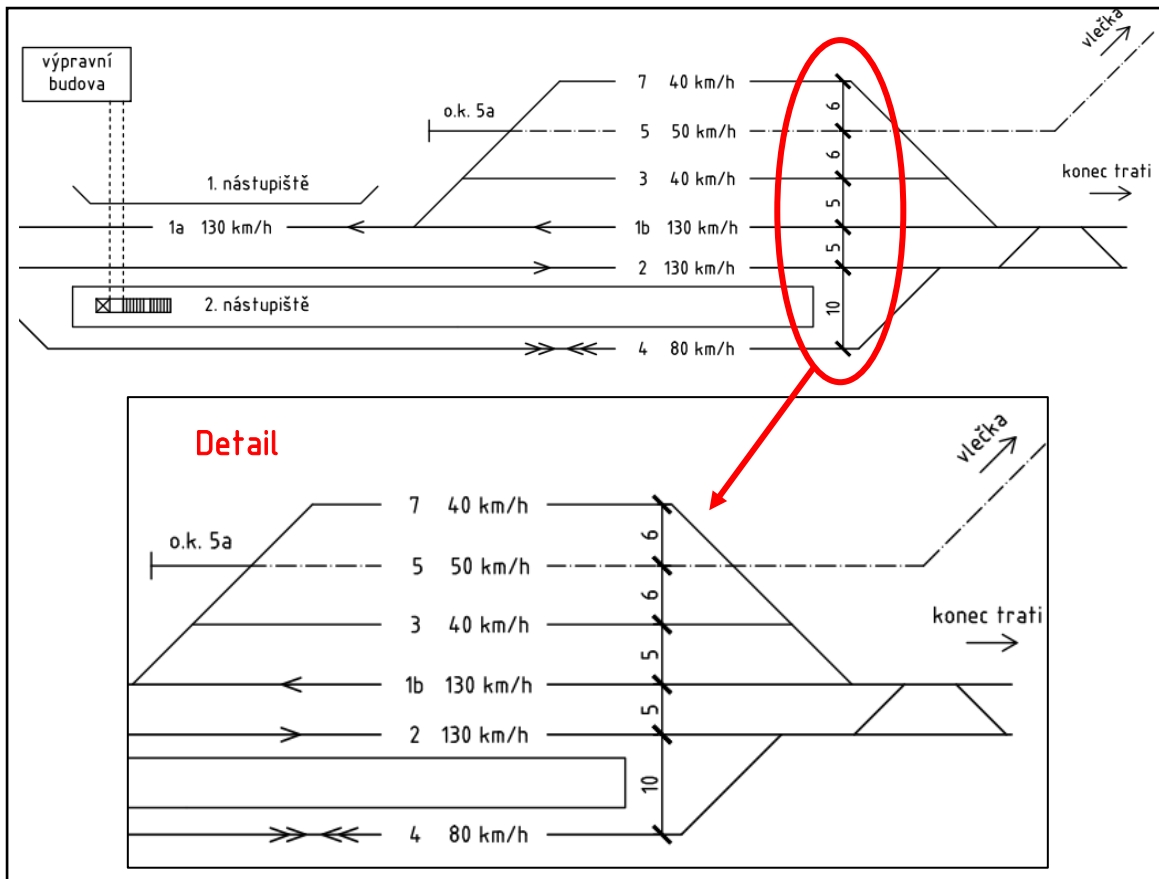
### KONTROLNÍ OTÁZKY

- 1) Jaká je základní (standardní) osová vzdálenost kolejí *na tratí*?
- 2) Jaká je základní (standardní) osová vzdálenost kolejí *ve stanicí*?
- 3) Vymenujte způsoby, jak se řeší změna osové vzdálenosti mezi tratí a stanicí.
- 4) Uveďte nevýhodu použití kolejových „S“.

### POUŽITÍ V PRAXI

Na následujícím dopravním schématu ([obr. 37](#)) jsou v pravé části označeny kóty osových vzdáleností.





obr. 37: Dopravní schéma železniční stanice s detailem osových vzdáleností kolejí

## ZDROJE

- NOVOTNÝ, Vojtěch. Železniční stanice: dopravní schéma stanice. In: *Ing. Vojtěch Novotný* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/personal/novotvo4/wp-content/uploads/2014/02/ZTS-cvi%C4%8Den%C3%AD-7-download.pdf>
- TÝFA, Lukáš. Změna osové vzdálenosti kolejí. In: *Doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.* [online]. [cit. 2018-08-21]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/personal/tyfal/str/predmety/ikod-pr/ikod02.pdf>
- PLÁŠEK, Otto. Úvod do železničních staveb. In: *Doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.* [online]. [cit. 2018-08-21]. Dostupné z: [https://www.fce.vutbr.cz/zl/plasek.o/studium/5\\_zeleznice\\_uvod.pdf](https://www.fce.vutbr.cz/zl/plasek.o/studium/5_zeleznice_uvod.pdf)



## 3 Uspořádání kolejiště železničních stanic

### MOTIVACE A CÍL

V předchozích předmětech jste se dozvěděli dělení železničních stanic podle polohy v železniční síti. Rozdělili jste si je na výchozí/koncovou, mezilehlou, přípojnou, odbočnou, křižovatkovou, styčnou (stykovou), uzlovou a případně i úvraťovou.

V této kapitole budou přiblížena některá specifika koncových, přípojných a odbočných stanic včetně možných řešení.

Dále bude uvedeno začlenění nákladového obvodu do železniční stanice.

Kapitola bude inspirací pro vaši souhrnnou úlohu z železničních stanic, a to návrh železniční stanice a tvorba dopravního schématu ([kapitola 5](#)).

Po prostudování kapitoly byste měli:

- uvést rozdíl mezi přípojnou a odbočnou železniční stanicí, uvést příklady těchto stanic;
- rozlišit směrové a traťové uspořádání odbočné železniční stanice a říci výhody a nevýhody těchto uspořádání;
- rozlišit uspořádání železničních stanic podle uspořádání kolejiště (průjezdné, hlavové, smíšené) a uvést příklady takových stanic;
- umístit do dopravního schématu železniční stanice nákladový obvod.

### VÝKLAD

#### 3.1 Uspořádání nástupišť

Z hlediska uspořádání nástupišť dělíme železniční stanice na:

- *stanice s úrovněově přístupnými nástupišti* (dnes již nelze nově zřizovat s výjimkou centrálního přechodu);
- *poloperonizace* (nástupiště u výpravní budovy před hlavními průjezdnými kolejemi jsou úrovněově přístupné, nástupiště za hlavními kolejemi jsou ostrovní; dnes se nezřizuje);
- *plná peronizace* (všechna nástupiště jsou mimoúrovňově přístupná).

Příklad poloperonizace je na [obr. 37](#), ukázka plné peronizace na [obr. 38](#).

#### 3.2 Přípojná a odbočná železniční stanice

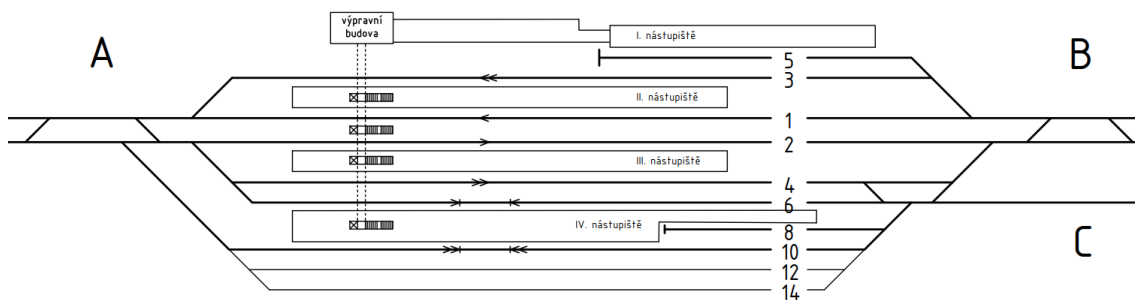
**Přípojná železniční stanice** je stanice, kde odbočuje z trati většího významu trať nižšího významu. Jde tedy typicky o železniční stanici, kde cestující přestupují. Vlak na trati nižšího významu je odtud výchozí, resp. zde končí.

**Odbočná železniční stanice** je stanice, kde odbočuje trať stejného významu. Zpravidla zde cestující nepřestupují, protože vlaky jsou provozovány jako přímé jak na hlavní trať, tak i na odbočnou trať (mohou se například střídat nebo může být vlak rozpojen do dvou částí).

Z výše uvedeného dělení tak vyplývá i uspořádání těchto stanic. U přípojných železničních stanic se budeme snažit o co nejpřívětivější přestup mezi vlaky na přípojnou trať.

Dopravní schéma přípojných železničních stanic je na [obr. 41](#). Zjednodušené dopravní schéma (chybí rychlosti v kolejích, kóty a délky nástupišť) odbočné železniční stanice je na [obr. 38](#).





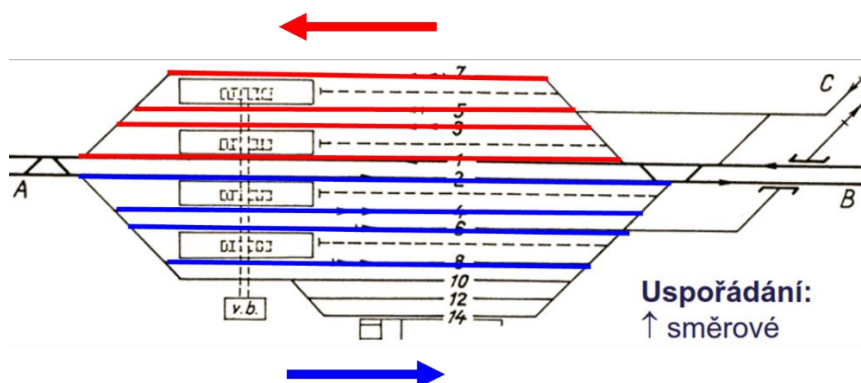
obr. 38: Odbočná železniční stanice s traťovým uspořádáním

### 3.3 Směrové a traťové uspořádání železniční stanice

Odbočná a křižovatková železniční stanice může být v uspořádání směrovém nebo traťovém. V některých případech je nutné zřídit mimoúrovňové křížení hlavní a odbočné trati.

**Směrové uspořádání** je takové rozdělení železniční stanice, že vlaky jedoucí ve směru A → B/C (od začátku ke konci trati) se pohybují v sudé kolejové skupině. Vlaky jedoucí opačným směrem se pohybují v liché kolejové skupině. Schématické znázornění je na [obr. 39](#).

Výhodou směrového uspořádání usměrněný provoz, vlaky od stanice C navíc nemusí přejíždět hlavní kolej trati A–B. Nevýhodou tohoto uspořádání finančně náročná výstavba mimoúrovňového křížení tratí.

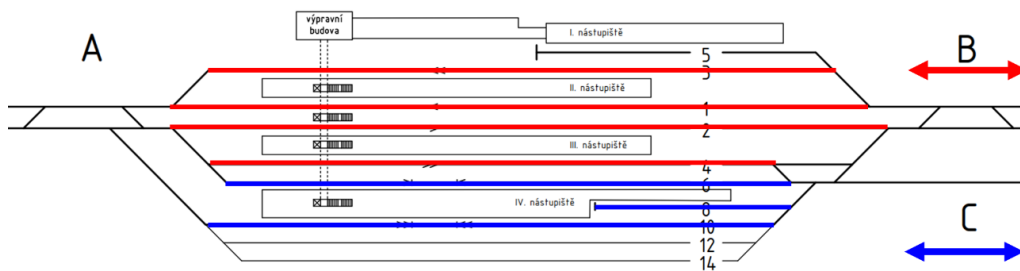


obr. 39: Směrové uspořádání odbočné železniční stanice

zdroj: TÝFA, Lukáš. Projektování kolejové dopravy: vysokoškolská skripta. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2014. ISBN 978-80-01-05440-6 a vlastní úprava.

**Traťové uspořádání** je rozvržení takové, že každá trať (tedy hlavní i odbočná) má svůj „obvod“. Vlaky jedoucí na odbočnou trať i z ní se pohybují ve stejné kolejové skupině. Příklad traťového uspořádání je na [obr. 38](#). Vlaky na i z tratě odbočné do směru C se pohybují v sudé skupině kolejí (konkrétně je možný odjezd z dopravních kolejí č. 4, 6, 8, 10 a manipulačních kolejí 12, 14).

Výhodou traťového uspořádání může být absence mimoúrovňového křížení (menší finanční náročnost). Nevýhodou je nutnost z odbočné trati do hlavní trati přejíždět hlavní kolej trati A–B.



obr. 40: Traťové uspořádání odbočné železniční stanice

### 3.4 Uspořádání kolejí železničních stanic

Rozlišujeme 3 základní typy uspořádání železničních stanic, viz [tab. 9](#).

tab. 9: Železniční stanice dle uspořádání kolejí

Průjezdné	Hlavové	Smíšené
<b>většina kolejí průjezdných (kusé pouze v menší míře)</b>	<b>všechny koleje kusé</b>	<b>část kolejí průjezdná, část hlavová</b>
<i>běžně se vyskytující železniční stanice (Říčany, Praha-Hostivař)</i>	<i>Praha Masarykovo nádraží</i>	<i>Dresden Hbf</i>

Výhodou hlavového uspořádání je malá vzdálenost do haly, případně i krátký přestup na navazující městskou hromadnou dopravu před staniční budovou. Výhodou smíšeného uspořádání je, že končící vlaky nezabírají průjezdné koleje pro průjezdné vlaky.

### 3.5 Nákladový obvod



Pro obsluhu nákladních vozů, nakládání a vykládání vozových zásilek se v železničních stanicích zřizuje nákladový obvod.

Nákladový obvod je tvořen dopravními a manipulačními kolejemi a zařízeními pro nákladní přepravu (volná skládka, rampa, skladiště). Může sem zaústit i vlečka.

Podle rozsahu prováděných ložných operací (nakládka, vykládka, překládka) se zřizuje:

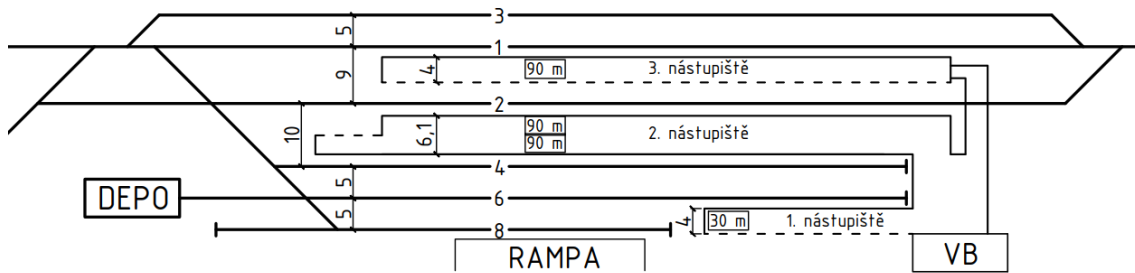
- malý nákladový obvod (cca do 30 zpracovávaných nákladních vozů denně);
- velký nákladový obvod (cca nad 30 nákladních vozů denně).

#### 3.5.1 Malý nákladový obvod

Je tvořen menším počtem kolejí, typicky 1–2. Zpravidla se nachází na straně kolejí přilehlé k výpravní budově.

Ukázka železniční stanice s malým nákladovým obvodem je na [obr. 41](#). Nachází se zde kolej č. 8 s rampou a odvratnou kolejí.

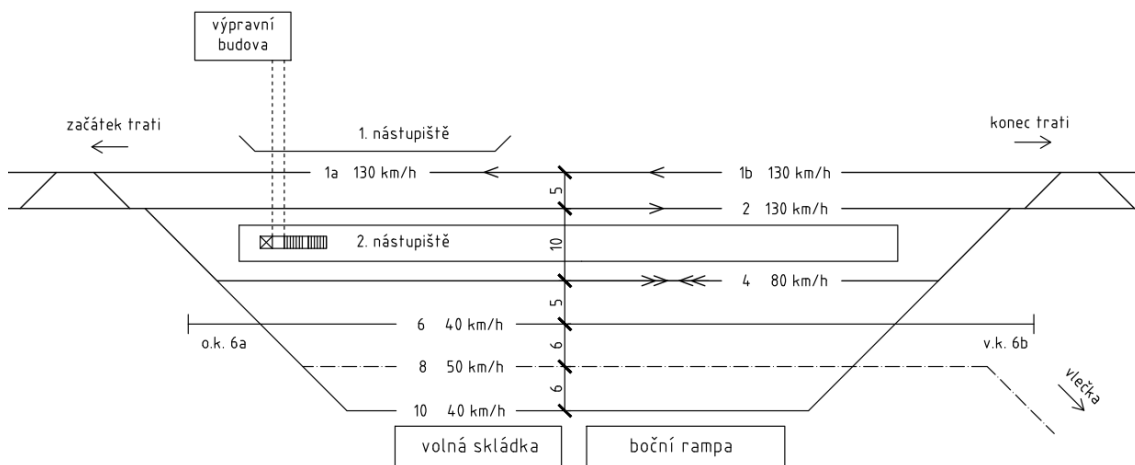




obr. 41: Přípojná železniční stanice s malým nákladovým obvodem

### 3.5.2 Velký nákladový obvod

Je tvořen větším počtem kolejí než malý nákladový obvod. Obvykle se nachází na opačné straně kolejí než je výpravní budova. Na vidíme velký nákladový obvod se dvěma manipulačními kolejemi a vlečkou. Pro manipulaci se zbožím slouží volná skládka a boční rampa. Navíc je zřízena výtazná kolej a odvrtná kolej.



obr. 42: Mezilehlá železniční stanice s velkým nákladovým obvodem

## SHRNUTÍ

Železniční stanice dělíme podle různých hledisek. Z hlediska polohy v síti rozlišujeme železniční stanice výchozí/koncovou, mezilehlou, přípojnou, odbočnou, křižovatkovou, styčnou (stykovou), uzlovou a případně i úvratovou.

V přípojných železničních stanicích jsou vlaky na/z přípojnou trať (nižšího významu) výchozí/koncové. Cestující zde tedy v naprosté většině případů přestupují.

V odbočné železniční stanici se odděluje odbočná trať stejného významu jako trať hlavní. Vlaky většinou jezdí v prokladu (např. se střídají) a cestující zde tudíž nemusí většinou přestupovat.

Z hlediska provozního rozlišujeme směrové a traťové uspořádání.

Z hlediska uspořádání kolejí dělíme stanice na průjezdné (většina), hlavové (např. Praha Masarykovo nádraží) a smíšené (např. Dresden Hbf).

Pro nákladní přepravu zřizujeme nákladový obvod. Pro větší počet zpracovávaných vozů (cca nad 30 vozů denně) se zřizuje velký nákladový obvod na protější straně kolejí než je výpravní budova. Pro menší počet vozů je zřizován malý nákladový obvod, zpravidla na straně u výpravní



budovy s rozsahem 1–2 manipulační koleje. Kromě volné skládky může být v nákladovém obvodu například boční rampa se skladištěm.

## ÚLOHY

Vyhledejte alespoň 2 přípojné a 2 odbočné železniční stanice.

Vyhledejte železniční stanici s traťovým uspořádáním.

Vyhledejte železniční stanici se smíšeným uspořádáním kolejiště.



## KONTROLNÍ OTÁZKY

- 1) Vysvětlete rozdíl mezi přípojnou a odbočnou železniční stanicí.
- 2) Uveďte, jaký bude rozdíl v uspořádání přípojné a odbočné železniční stanice.
- 3) Popište vlastními slovy rozdíl mezi směrovým a traťovým uspořádáním.
- 4) Jmenujte alespoň 2 typicky přípojné a 2 typicky odbočné železniční stanice.
- 5) Uveďte 2 druhy nákladových obvodů.
- 6) Popište podmínky výběru druhu nákladového obvodu.
- 7) Uveďte orientační počet kolejí pro každý druh nákladového obvodu a jeho polohu v kolejišti.



## POUŽITÍ V PRAXI

Poznanky o uspořádání kolejiště železničních stanic využijete v poslední kapitole tohoto učebního textu při návrhu dopravního schématu železniční stanice.

Správné uspořádání železničních stanic je důležitým krokem pro funkčnost takové stanice. Stavební uspořádání je pak neměnně dlouhou dobu a požadavky na různá vlaková spojení se mění i každý rok. Musíme tedy navrhovat tak, aby byla infrastruktura použitelná i při každoročních mírných změnách.

## ZDROJE

- TÝFA, Lukáš. *Projektování kolejové dopravy: vysokoškolská skripta*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2014. ISBN 978-80-01-05440-6.
- NOVOTNÝ, Vojtěch. Železniční stanice: dopravní schéma stanice. In: *Ing. Vojtěch Novotný* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/personal/novotvo4/wp-content/uploads/2014/02/ZTS-cvi%C4%8Den%C3%AD-7-download.pdf>



## 4 Výhybky a výhybkové konstrukce

### MOTIVACE A CÍL

V některém z předchozích předmětů jste se naučili popsat jednoduchou výhybku. V této kapitole se seznámíme s druhy výhybek a výhybkových konstrukcí a jejich značením.



Protože ne vždy se do návrhu hodí některý ze standardně vyráběných typů, je potřeba někdy výhybku na míru přizpůsobit konkrétnímu zhlaví, tento postup nazýváme *transformace výhybky*.

Po prostudování této kapitoly byste měli:

- rozlišit jednotlivé výhybky a výhybkové konstrukce;
- vysvětlit vytyčovací schéma výhybky;
- vysvětlit označení výhybky;
- vypočítat úhel odbočení výhybky;
- zohlednit druhy výhybek a výhybkových konstrukcí v navrhovaném dopravním schématu.

### VÝKLAD

#### 4.1 Vytyčovací schéma

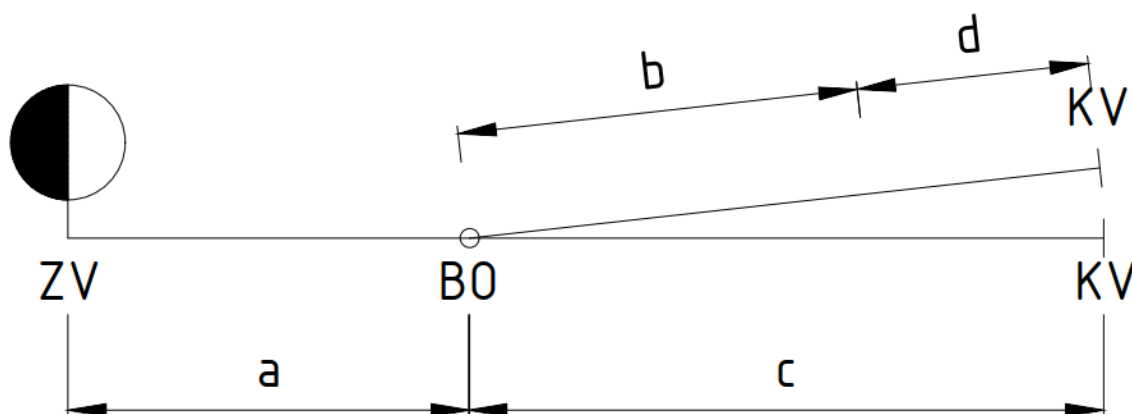
V praxi projektanta se setkáme spíše než s úplným výkresem výhybek s *vytyčovacím schématem*. Vytyčovací schéma zachycuje osu koleje (kolejí) a obsahuje tyto význačné body, viz schéma:



- ZV (výměnový styk, začátek výhybky);
- BO (bod odbočení);
- KV (koncový styk, konec výhybky).

V tabulce vyráběných výhybek a výhybkových konstrukcí nalezneme rozměry jednotlivých částí. Jsou to rozměry  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ . Všimněte si, že v téměř všech případech se rovná součet rozměru  $b$  a  $d$  rozměru druhé větve  $c$ . Kóty  $a$  a  $b$  jsou tečny pro oblouk výhybky. V místě, kde končí kóta  $b$  tedy končí oblouk odbočné větve.

Ukázka vytyčovacího schéma je na [obr. 43](#)



obr. 43: Vytyčovací schéma výhybky

Symbol u výměnového styku výhybky vybarvujeme podle druhu výhybky. V [obr. 43](#) se jedná o levou výhybku, proto je vybarvená levá polovina „závaží“. Analogicky se pravá výhybka značí vybarvenou pravou polovinou. Tento symbol se používá u jednoduchých výhybek.

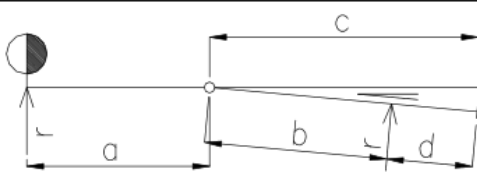
## 4.2 Výhybky

Výběru používaných výhybek s jejich rozměry a parametry můžeme vidět v [tab. 10](#) a [tab. 11](#).

tab. 10: Výběr používaných výhybek

zdroj: <https://www.fd.cvut.cz/personal/tyfal/str/predmety/ikod-cv/vyhybky.pdf>

### Jednoduché výhybky soustavy S 49 a UIC 60 – výběr



tvar výhybky	max. rychlost v odbočné větvi [km/h]	úhel odbočení [°]	poloměr odbočné větve [m]	rozměry výhybky (viz obrázek)				pozn.
				a [mm]	b [mm]	c [mm]	d [mm]	
J49-1:7,5-190-I J60-1:7,5-190-I	40	7,594 643	190	12 611	12 611	16 009	3 398	3)
J49-1:9-190 J60-1:9-190	40	6,340 192	190	10 523	10 523	16 615	6 092	
J49-1:9-300 J60-1:9-300	50	6,340 192	300	16 615,5	16 615,5	16 615,5	-	
J49-1:11-300 J60-1:11-300	50	5,194 429	300	13 608,5	13 608,5	20 000	6 391,5	
J49-1:12-500-I J60-1:12-500-I	60	4,763 642	500	20 797	20 797	21 997	1 200	3)
J49-1:14-760 J60-1:14-760	80	4,085 617	760	27 108	27 108	27 108	-	
J49-1:14-760-I J60-1:14-760-I	80	3,839 117	760	25 471,5	25 471,5	28 744,5	3 271	4)
J49-1:18,5-1200 J60-1:18,5-1200	100	3,094 058	1 200	32 409	32 409	32 409	-	2)
J49-1:18,5-1200-I J60-1:18,5-1200-I				32 409	32 409	33 609	1 200	3)

1) pohyblivý hrot srdcovky (PHS)

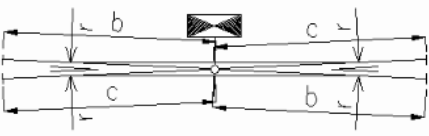
2) koncový styk srdcovky nelze svařit

3) možnost svaření koncového styku srdcovky

4) vhodné pro použití do JKS (kvůli délce mezipřímé)

tab. 11: Charakteristiky křižovatkových výhybek

### Křižovatkové výhybky pro svršek soustavy S 49 – výběr



tvar výhybkové konstrukce	max. rychlost v odbočné větvi [km/h]	úhel odbočení [°]	poloměr odbočné větve [m]	rozměry (viz obrázek)	
				b	c
C49-1:9-190	40	6,340 192	190	16 615	16 615
C49-1:11-300	50	5,194 429	300	20 000	20 000

### 4.3 Výhybkové konstrukce

Výhybkové konstrukce zahrnují:

- kolejové křižovatky;
- dvojitě kolejové spojky (DKS);
- dilatační zařízení (zařízení umožňující roztažnost kolejí vlivem teploty);
- atypické konstrukce (např. kolejová splítka).

### 4.4 Značení výhybek



Značení tvaru výhybek si ukážeme na příkladu jedné z jednoduchých výhybek. Dnes používáme tzv. *poměrovou soustavu*, kdy úhel odbočení je vyjádřen poměrem. Dříve se používala tzv. *stupňová soustava*, kdy v popise výhybky byl přímo úhel.

**Příklad (značení výhybky):** Popište všechny znaky výhybek J49-1:9-300 a J60-1:14-760.

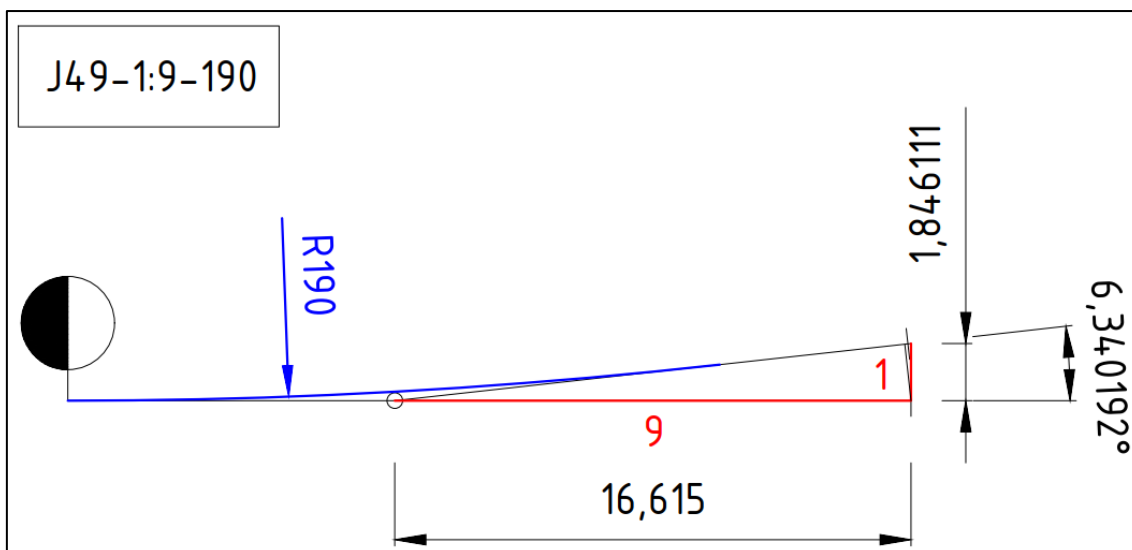
#### J49-1:9-300

- J .....jednoduchá výhybka;
- 49 .....tvar kolejnice S49;
- 1:9 ..... poměr odbočení;
- 300 ..... poloměr oblouku odbočného směru výhybky.

#### J60-1:14-760

- J .....jednoduchá výhybka;
- 60 ..... tvar kolejnice UIC 60;
- 1:14 .... poměr odbočení;
- 760 ..... poloměr oblouku odbočného směru výhybky.

Schématické naznačení poměru odbočení a poloměru výhybky je na [obr. 44](#).



obr. 44: Poměr odbočení, úhel odbočení a poloměr odbočení výhybky

Pro jednoduché kolejové spojky se většinou používají výhybky pro rychlost 50 km/h (1:11-300). Oproti výhybkám 1:9-300 mají menší úhel odbočení, tudíž delší mezipřímou a průjezd je tudíž plynulejší.

Poměr odbočení  $1:n$  je tangents úhlu odbočení  $\alpha$ .

$$\frac{1}{n} = \operatorname{tg} \alpha, \text{ pak tedy } \alpha = \operatorname{arctg} \frac{1}{n}$$

Pozn. funkce arkus tangens je funkcí inverzní k funkci tangens.

**Příklad (výpočet úhlu odbočení z poměru odbočení):** Vypočítejte úhel odbočení výhybky J60-1:9-190.

**Řešení:** Poměr odbočení je 1:9. Úhel odbočení  $\alpha$  tedy vypočteme jako tangens těchto stran pravoúhlého trojúhelníka, viz [obr. 44](#).

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{1}{9} = \operatorname{arctg} \frac{1,846\ 11\bar{1}}{16,615} = 6,340\ 192^\circ$$

Výsledný úhel  $6,340\ 192^\circ$  můžeme ověřit i v tabulce [tab. 10](#).

## SHRNUTÍ

Výhybku a výhybkovou konstrukci schematicky zakreslujeme pomocí tzv. vytyčovacího schématu. **Vytyčovací schéma obsahuje** pouze osu koleje, nikoliv celou konstrukci.

Charakteristickými vytyčovacími prvky výhybky je výměnový styk (začátek výhybky), bod odbočení a koncový styk.

Druhy výhybek a výhybkových konstrukcí jsou typizované. Pokud je potřeba vytvořit obloukovou výhybku, je nutné použít *transformaci výhybky* jednoduché, tím lze přizpůsobit výměnu konkrétnímu návrhu zhlaví. Více o transformaci výhybek naleznete ve druhé odkazu ve zdrojích.

**Značení druhu výhybky** a výhybkové konstrukce obsahuje:

- typ výhybky (jednoduchá, oblouková, křižovatková atd.),
- druh kolejnice (S 49, UIC 60);
- poměr odbočení (souvisí s úhlem odbočení);
- poloměr oblouku v odbočné větvi výhybky.

V podrobnějších výkresech se přidává k výše uvedenému značení směr odbočení výhybky (pravá/levá), druh pražců a další údaje.

## ÚLOHY

Projděte si v tabulce výhybek sloupec s rychlostmi a srovnajte rychlosti v odbočném směru výhybek s rychlostmi návěstěnými rychlostní návěstní soustavou.

Nakreslete vytyčovací schéma výhybky a popište v něm význačné body.

Vypočítejte úhel odbočení výhybky J60-1:14-760. Správnost výsledku ověřte v tabulce výhybek.

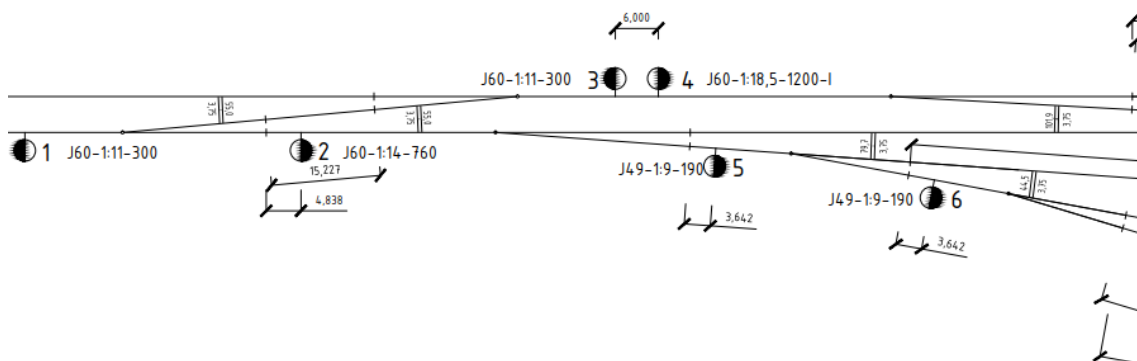
## KONTROLNÍ OTÁZKY

- 1) Jak říkáme stavebnímu schématu výhybky?
- 2) Jak byste vlastními slovy popsali vytyčovací schéma výhybky?
- 3) Vyjmenujte charakteristické body vytyčovacího schéma.
- 4) Popište a vysvětlete význam všech znaků v popisu výhybky J60-1:12-500.



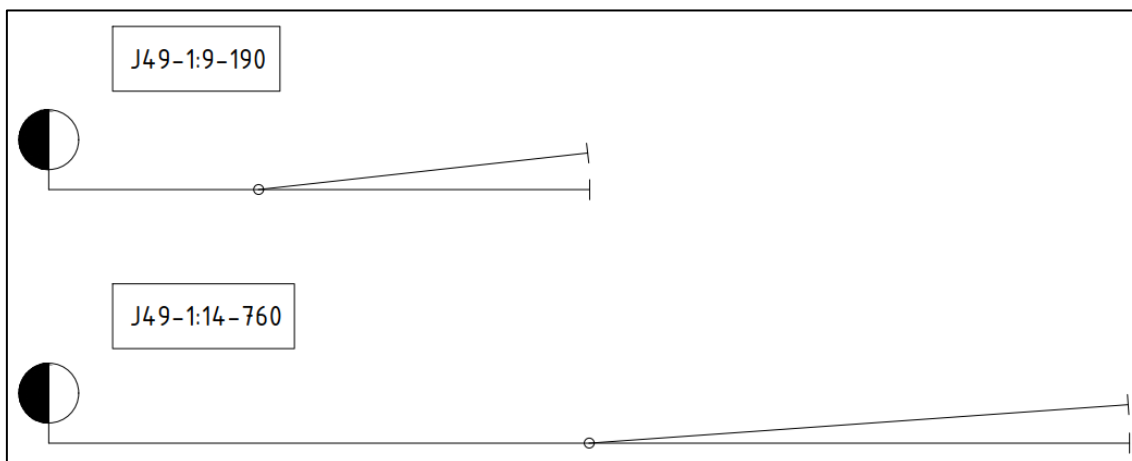
## POUŽITÍ V PRAXI

Výhybky a jejich vytyčovací schémata se využívají při návrhu zhlaví dopraven. Výřez části takového návrhu vidíte na [obr. 45](#).



obr. 45: Výkres zhlaví – výřez

Porovnání délky a poměru odbočení výhybek pro rychlost 40 km/h (1:9-190) a pro rychlost 80 km/h (1:14-760) je na [obr. 46](#).



obr. 46: Porovnání výhybek 1:9-190 a 1:14-760

## ZDROJE

- TÝFA, Lukáš. Výhybky a výhybkové konstrukce. In: *Doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.* [online]. [cit. 2018-08-22]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/personal/tyfal/str/predmety/ikod-cv/vyhybky.pdf>
- Železniční stavby I: Výhybky a výhybkové konstrukce. In: *Márió Lenčేశ* [online]. c2008-2018, 2007 [cit. 2018-08-22]. Dostupné z: <http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/CN01-Zeleznici%20konstrukce%20I/M03-V%C3%BDhybky%20a%20v%C3%BDhybkov%C3%A9%20konstrukce.pdf>



## 5 Dopravní schéma železniční stanice

### MOTIVACE A CÍL

Znalosti z předchozích kapitol o železničních stanicích si v této kapitole shrneme v podobě návrhu železniční stanice.

Vaším úkolem bude podle zadání navrhnout kolejové uspořádání přípojné stanice.

Cílem této kapitoly je shrnout poznatky z železničních stanic (částečně i tratí) a použít je v návrhu.

Po dokončení návrhu zhodnoťte váš návrh, zejména z hlediska bezpečnosti cestujících a uživatelské přívětivosti.

Dopravní schéma stanice je schematický náčrt kolejového uspořádání železniční stanice.

### VÝKLAD


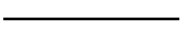
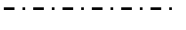
**Dopravní schéma** obsahuje následující prvky:

- číslo koleje a rychlost v koleji;
- nástupiště, včetně jejich délky;
- dopravní program;
- osové vzdálenosti kolejí;
- poloha výpravní budovy;
- nákladový obvod.

Při kreslení se snažíme dodržet poměry stanice (délky kolejí, apod.). Sklon odbočných větví výhybek je 45°.

#### 5.1 Používané čáry

Význam kolejí oddělujeme pomocí těchto čar:

	dopravní koleje	<i>plná silná čára</i>
	manipulační koleje	<i>plná tenká čára</i>
	vlečka	<i>čerchovaná tenká čára</i>

#### 5.2 Rychlosti v kolejích

V hlavních kolejích a předjízdných kolejích bude zadáno. V hlavních dopravních kolejích navrhujeme traťovou rychlost dle přilehlých traťových úseků. Při větším počtu předjízdných kolejí je v první a druhé navrhována obvykle rychlost 60, 80 nebo 100 km/h, ve třetí 50 km/h.

Koleje vlečky a manipulační koleje se navrhují na rychlost 40 km/h.

Rychlost v jednoduchých kolejových spojkách se navrhuje zpravidla 50 km/h.









### 5.3 Dopravní program

Dopravní program znázorňuje směr pravidelného poježdění **dopravních kolejí**, funkci koleje (hlavní kolej, předjízdna kolej) a případně ke které trati kolej přísluší v případě zaústění více tratí do stanice.

Používané schématické značky jsou následující:

	hlavní dopravní kolej pro jeden směr	<i>jedna šipka</i>
	hlavní dopravní kolej pro oba směry	<i>jedna šipka v každém směru</i>
	předjízdna dopravní kolej	<i>dvě šipky</i>
	hlavní dopravní koleje pro různé trati	<i>jednu trať odlišíme svíslou čarou</i>

#### SHRNUTÍ

Do dopravního schématu železniční stanice zakreslujeme charakteristické prvky, které mají vliv na technologii provozu. **Vyznačujeme** sem všechny koleje (s rozlišením dopravní, manipulační, vlečka pomocí různých čar), rychlosti v kolejích, nástupiště a jejich délku dle předpokládaných souprav, osové vzdálenosti kolejí, dopravní program (vyjadřuje směr poježdění kolejí v pravidelném provozu), polohu výpravní budovy a nákladový obvod.

#### ÚLOHY

**Úloha 1 (Dopravní schéma přípojně stanice 1):** Podle následujících požadavků nakreslete dopravní schéma železniční stanice. Při návrhu dodržujte všechny podmínky uvedené v tomto učebním textu.

Požadavky pro návrh:

- přípojná železniční stanice;
- hlavní trať dvoukolejná, přípojná trať jednokolejná;
- rychlost v hlavních kolejích: 140 km/h;
- rychlost v předjízdných kolejích: 80 km/h;
- traťová rychlost přípojně trati: 60 km/h;
- počet předjízdných kolejí: 2.

**Úloha 2 (Dopravní schéma přípojně stanice 2):** Podle následujících požadavků nakreslete dopravní schéma železniční stanice. Při návrhu dodržujte všechny podmínky uvedené v tomto učebním textu.

Požadavky pro návrh:

- přípojná železniční stanice s centrálním přechodem;
- hlavní trať i přípojná trať jednokolejná;
- možnost křižování vlaků;
- zaústění vlečky.



## KONTROLNÍ OTÁZKY

- 1) Zkontrolujte, zda je u každé koleje právě jedna nástupní hrana.
- 2) Je ve vámi navrženém schématu alespoň jeden přestup hrana-hrana?



## POUŽITÍ V PRAXI

V této kapitole jste si vyzkoušeli schématický návrh železniční stanice. V praxi následuje podrobný výkres obou zhlaví, schématický výkres skutečné podoby železniční stanice (poloha výhybek dle přesného výkresu stanice) a další výkresy.

Pro inspiraci můžete nahlédnout na obrázky uvedené v kapitolách výše, zejména do [kapitoly 3](#) v části *Projektování železničních stanic*.

## ZDROJE

- NOVOTNÝ, Vojtěch. Železniční stanice: dopravní schéma stanice. In: *Ing. Vojtěch Novotný* [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/personal/novotvo4/wp-content/uploads/2014/02/ZTS-cvi%C4%8Den%C3%AD-7-download.pdf>



# Souhrnný didaktický test

## Závěrečný test

Závěrečný opakovací test obsahuje 18 otázek se 4 nabízenými odpověďmi. Na jeho splnění máte 20 minut.

Každá otázka má **pouze jednu správnou** odpověď. Přeji hodně štěstí!

---

- 1) Tečnový polygon slouží ve směrovém návrhu:
  - a. ke konstrukci mezipřímé
  - b. ke konstrukci trasy s bodem obratu
  - c. ke konstrukci směrového oblouku
  - d. k výpočtu poměru odbočení
- 2) Výškový průběh trati zakreslujeme do:
  - a. tečnového polygonu
  - b. podélného profilu
  - c. vytyčovacího schématu
  - d. příčného řezu
- 3) Při trasování pomocí tzv. trasy konstantního odporu:
  - a. ve směrovém oblouku se podélný sklon trati snižuje
  - b. ve směrovém oblouku se podélný sklon trati zvyšuje
  - c. ve směrovém oblouku se podélný sklon trati nemění
  - d. trať má v celé délce stejný sklon
- 4) Do železničního spodku nepatří:
  - a. mosty a tunely
  - b. kolejnice
  - c. zemní těleso
  - d. opěrné a zárubní zdi
- 5) Pro konstrukci železničního spodku je výhodné použít materiál:
  - a. soudržný
  - b. namrzavý
  - c. nepropustný
  - d. nesoudržný
- 6) Na hlavních tratích a provozně zatížených staničních kolejích rekonstruovaných tratí se používají kolejnice typu:
  - a. UIC 60 (60 E1 a 60 E2)
  - b. S 49 (49 E1)
  - c. R 65
  - d. NT 1
- 7) Vyberte **nesprávné** tvrzení o bezстыkové koleji:
  - a. nejmenší délka je 150 m
  - b. nedovoluje dilataci (roztažení) kolejnic
  - c. nahrazuje kolejnicové styky
  - d. zvyšuje rázy kol při jízdě

**Otázky pokračují na další stránce.**

- 8) Teoretické převýšení  $D_{eq}$  je vhodné pro tratě:
- se stejnou nebo velmi podobnou rychlostí všech vlaků
  - s velmi rozdílnými rychlostmi vlaků
  - s provozem osobních a nákladních vlaků
  - s provozem dálkové a příměstské dopravy
- 9) Pokud navrhujeme převýšení menší než teoretické, jedná se o:
- doporučené převýšení
  - přebytek převýšení
  - nedostatek převýšení
  - stanovené převýšení
- 10) Přejednice slouží:
- ke změně druhu kolejnic
  - k plynulému nárůstu poloměru ve směrovém oblouku
  - k plynulému nárůstu převýšení ve směrovém oblouku
  - k přechodnému upevnění kolejnic k pražci
- 11) V současnosti se již nenavrhují nástupiště:
- vnější (boční)
  - ostrovní
  - poloostrovní
  - úrovňová
- 12) Nástupištní hrana je:
- každá hrana nástupiště (včetně těch, ze kterých se nenastupuje)
  - pouze hrana určené k nástupu a výstupu cestujících
  - pouze hrany nástupišť u kolejí s rychlostí do rychlosti 200 km/h
  - hrana určená pouze pro nakládání a vykládání jízdních kol
- 13) Osová vzdálenost kolejí mezi tratí a stanicí se **nemění** pomocí:
- kolejových „S“
  - abnormální přejednice
  - nesoustředných oblouků
  - údolnicového oblouku
- 14) Plná peronizace je uspořádání nástupišť takové, že jsou:
- všechna nástupiště úrovňově přístupná
  - všechna nástupiště mimoúrovňově přístupná
  - některá nástupiště úrovňově přístupná
  - nástupiště u výpravní budovy úrovňově přístupná
- 15) Přípojná stanice je stanice, kde:
- odbočuje od trati vyššího významu trať nižšího významu
  - odbočuje trať stejného významu
  - se připojuje vysokorychlostní trať
  - jsou dva nepropojené obvody stanice

**Otázky pokračují na další stránce.**

- 16) Ve výkresech zhlaví stanic používáme pro zakreslení výhybky:
- a. geometrické schéma výhybky
  - b. stavební schéma výhybky
  - c. konstrukční schéma výhybky
  - d. vytyčovací schéma výhybky
- 17) Uveďte, které tvrzení **neplatí** o označení výhybky J60-1:14-760:
- a. jedná se o jednoduchou výhybku
  - b. úhel odbočení je 1:14
  - c. poloměr oblouku odbočné větve je 760 m
  - d. je použit železniční svršek UIC 60
- 18) Dopravní schéma železniční stanice je:
- a. schéma dopravních kolejí v železniční stanici
  - b. výkres zhlaví železniční stanice
  - c. souhrnné schéma uspořádání železniční stanice
  - d. schéma dopravního uspořádání obvodu výpravčího