

Přednáška č. 9 – ŽELEZNICE

1. Dráhy

Dráhy definuje **zákon o drahách** (č. 266/1994).

Dráhou je cesta určená k pohybu drážních vozidel včetně pevných zařízení potřebných k zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy.

Rozdělení drah podle zákona o drahách:

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

Zákon se nevztahuje na dráhy:

- důlní
- průmyslové a přenosné
- lyžařské vleky

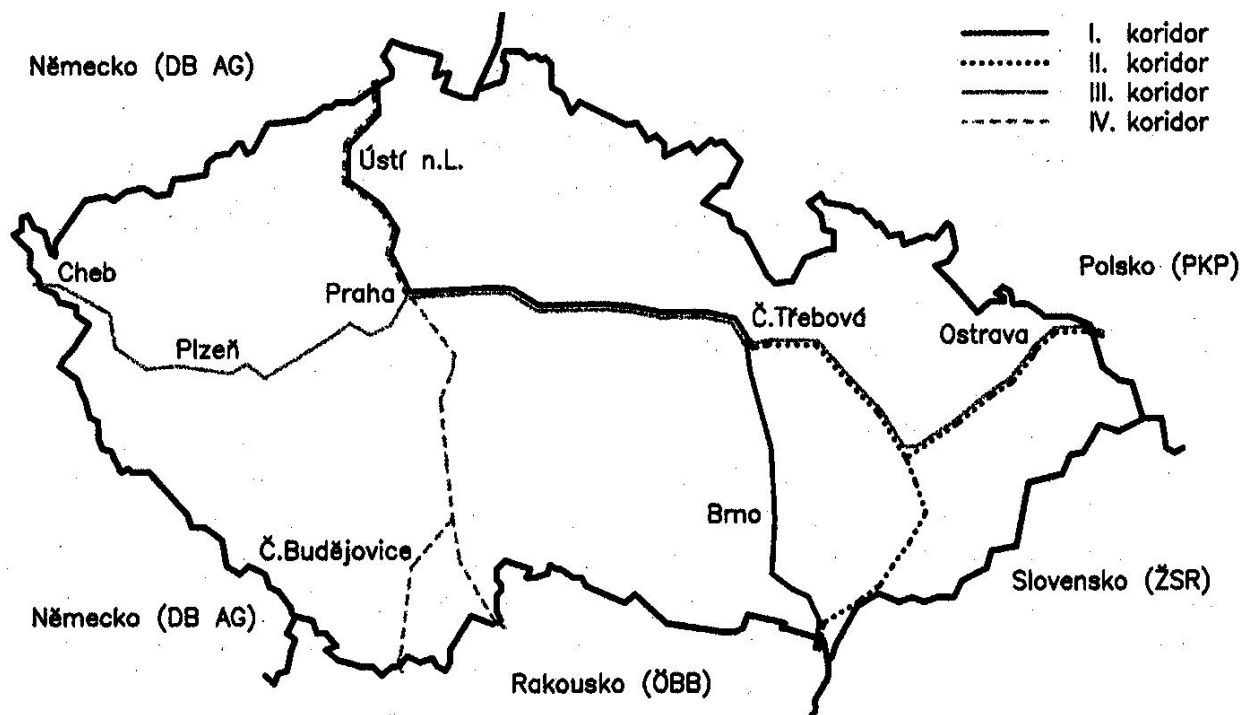
2. Železnice

2.1 HISTORIE ŽELEZNIC

1. kontinentální evropská železnice koněspřežní České Budějovice-Linec (1827)
1. parní železnice na našem území Severní dráha Ferdinandova Vídeň-Břeclav (1839)
1. parní železnice do Prahy z Olomouce (1845)

2.2 MODERNIZACE ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ ČESKÝCH DRAH – KORIDORY

- | | |
|--------------|---|
| I. koridor | st.hr.Německo – Děčín – Praha – Česká Třebová – Brno – Břeclav – st.hr.Rakousko |
| II. koridor | st.hr.Rakousko – Břeclav – Přerov – Ostrava – Petrovice u Karviné – st.hr.Polsko |
| III. koridor | st.hr.Německo – Cheb – Plzeň – Praha – Olomouc – Ostrava – Petrovice u Karviné – st.hr.Polsko |
| IV. Koridor | st.hr.Německo – Děčín – Praha – Veselí nad Lužnicí – st. hr.Rakousko |



Zavedení nejvyšší traťové rychlosti až 160 km/h, nová křižení s pozemními komunikacemi zásadně mimoúrovňově.

3. Trakce na železnici

3.1 PARNÍ TRAKCE

1. parní lokomotiva dnešního typu – G. Stephenson v Anglii r. 1813.
Malá účinnost parního stroje – neekonomičnost provozu.
U nás parní trakce úplně zrušena v roce 1980.

3.2 ELEKTRICKÁ TRAKCE

1. tramvajový úsek s elektrickým pohonem u nás – v Praze r. 1891 – Křížík.
1. elektrizovaná železniční trať u nás – z Tábora do Bechyně r. 1903 (dle Křížíkova projektu).
Provoz ekonomicky je výhodnější, elektrizace tratí je nákladná.

Přenos el. energie - trolejové vedení vrchní (nejčastější)
- třetí proudová kolejnice (vedená po boku koleje)

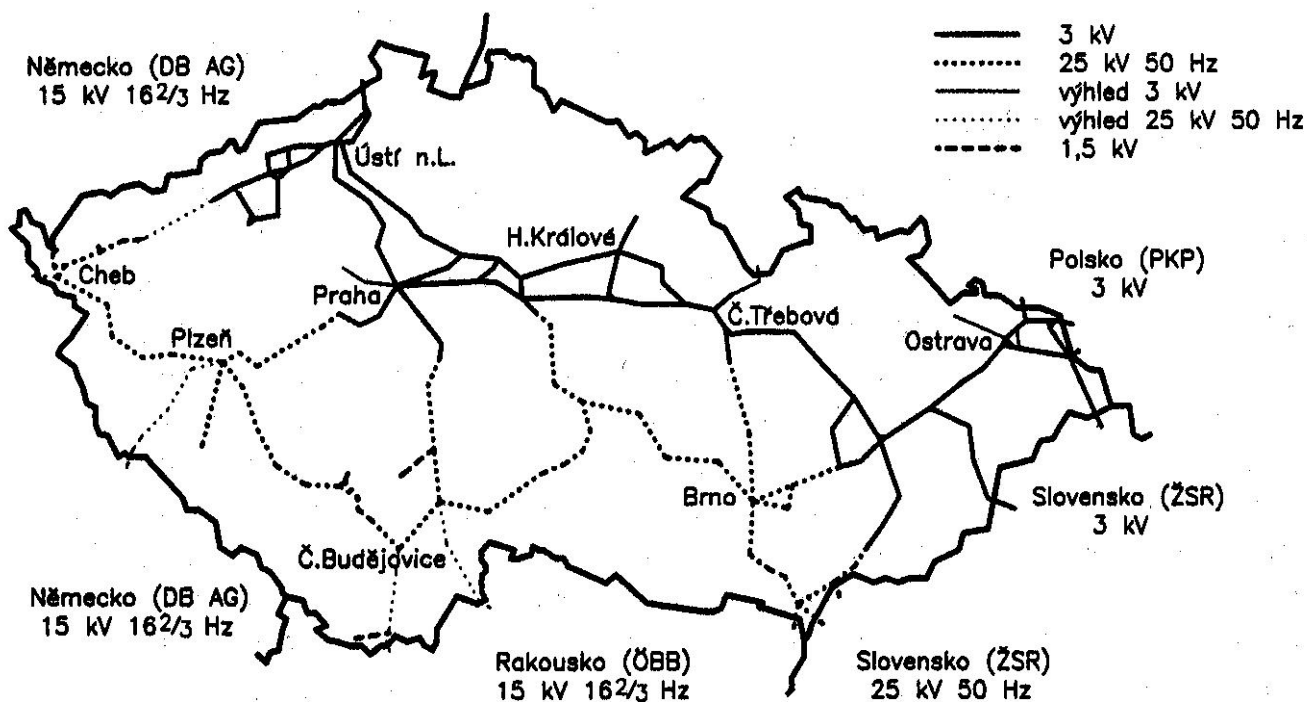
3.2.1 Proudové soustavy:

- **stejnoseměrná** – napětí v troleji 250, 600, 750, 900, 1200, 1500, 3000 a 6000 V
- **střídavá jednofázová**
 - s normálním (průmyslovým) kmitočtem 50 Hz – napětí 6000, 10000, 15000, 20000 a 25000 V
 - se zvýšeným kmitočtem 60 Hz – napětí 20000, 25000 a 30000 V
 - se sníženým kmitočtem $16\frac{2}{3}$ nebo 25 Hz – napětí 10000, 11000 a 15000 V
- **střídavá trojfázová**
 - se sníženým kmitočtem $16\frac{2}{3}$ Hz – napětí 3600 V

3.2.2 Proudové soustavy u nás:

- do 60. let výhradně stejnosměrná soustava o napětí 3000 V
- dokončení elektrizace na sever od I. hlavního tahu stejnosměrná 3000 V
- na jih od I. hlavního tahu elektrizace střídavou jednofázovou soustavou 50 Hz s napětím 25000 V

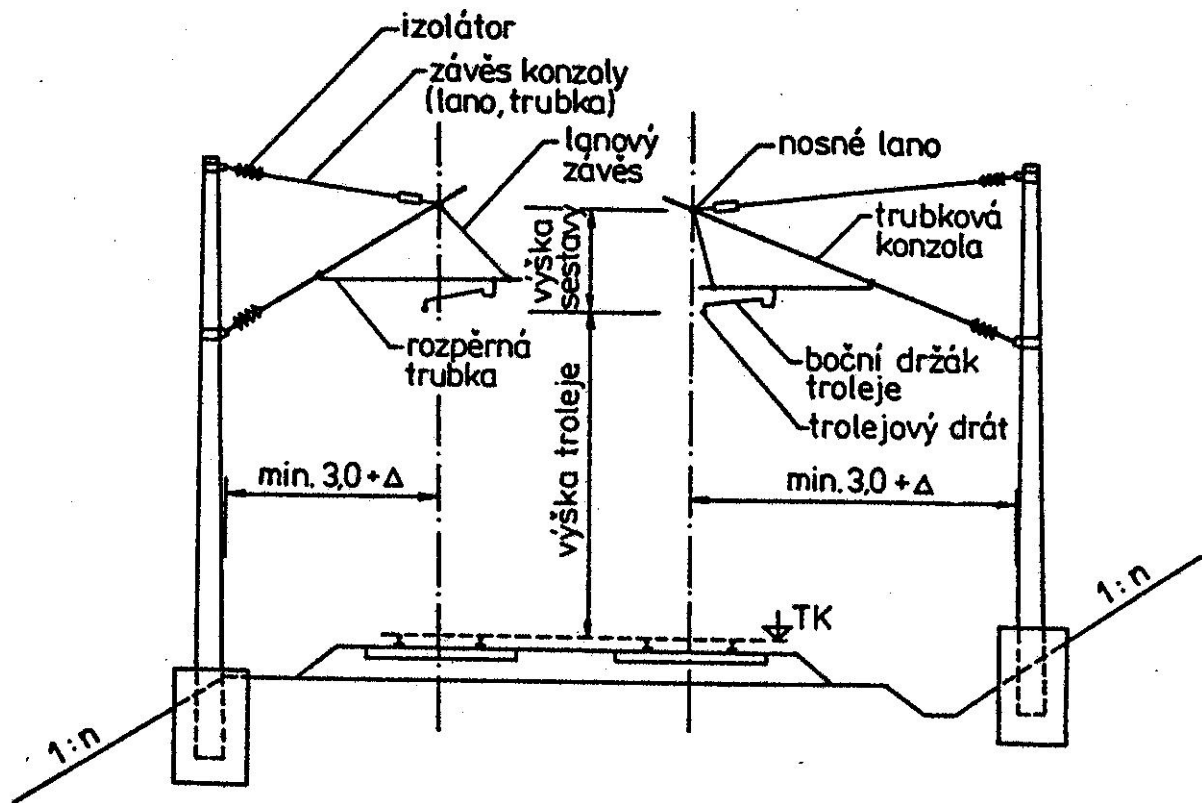
V současné době elektrizováno 30 % délky tratí.



3.2.3 Trakční vedení

- Vrchní trolejové vedení (nejčastější):

- stožáry – trubkové nebo příhradové
- konzoly nebo závěsy
- nosné lano
- vodič – měděný trolejový drát, základní výška vodiče nad temenem kolejnice 5500 mm. Trolej se vychyluje od osy koleje střídavě na jednu a druhou stranu (klikatost troleje), aby se dosáhlo stejnoměrného ojetí sběrače.



- Třetí (proudová) kolejnice – vedená po boku koleje (např. u metra)

Na všech elektrifikovaných tratích musí být zajištěno

- vodivé spojení kolejnicových styků
- uzemnění všech kovových součástí v blízkosti trakčního vedení
- ochrana proti dotyku s trakčním vedením – na mostech zábradlí s ochranným krytem nebo sítí

3.3 MOTOROVÁ TRAKCE

Používá spalovací dieselové motory.

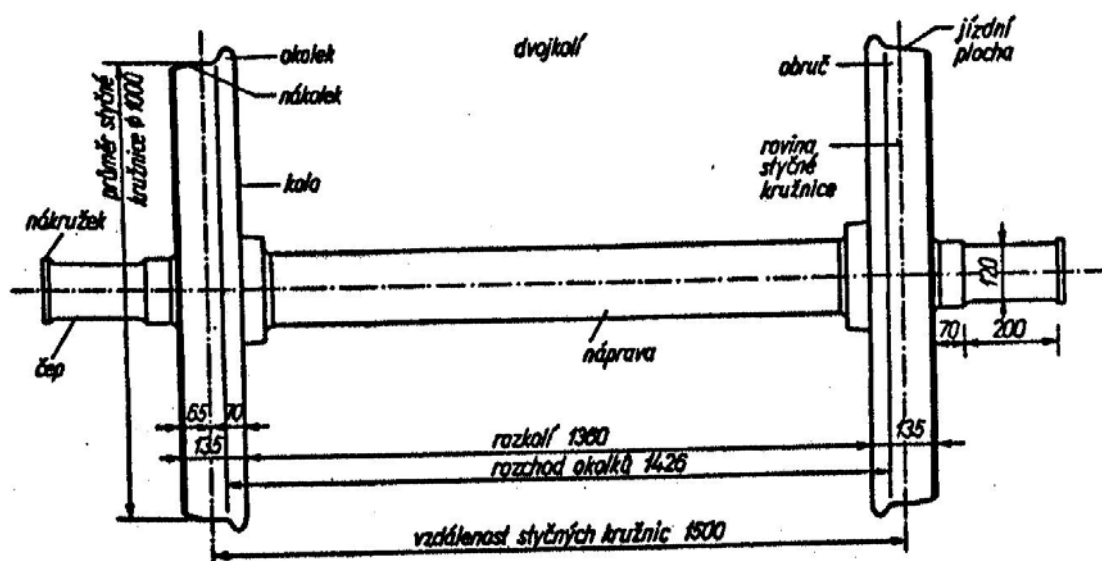
Výhoda – menší náklady na vybavení tratí.

Nevýhoda – dražší tažná vozidla, negativní vliv na životní prostředí.

4. Jízda vozidla v oblouku

4.1 DVOJKOLÍ

Železniční vozidlo se pohybuje za pomoci na pevném dvojkolí. Jsou to kola pevně nalisovaná na nápravách. Vzniklá dvojkolí nesou a vedou vozidlo po kolejnicích.



Jízdní plocha kola se označuje jako **nákok**. Plocha nákolku je tvarovaná (zkosená), aby byla umožněna jízda ve směrových obloucích.

Okolek vede dvojkolí v koleji.

Při provozu se nákok i okolek značně opotřebovávají a jejich tvar se obnovuje soustružením. Největší povolené ojetí a následné opracování je určeno **mezní drážkou** na vnější straně kola.

5. Traťové a jízdní odpory

Působí proti tažné síle lokomotivy při jízdě vozidla a dělí se na odpory:

- jízdní O_j závisící na konstrukci vozidla a na rychlosti jízdy (patří sem i odpor vzduchu)
- traťové O_t závisící na směrových a sklonových poměrech trati

Celkový odpor vozidla (vlaku) $O = O_j + O_t$ (N)

Specifický (měrný) odpor vozidla (vlaku) je odpor vztažený na jednotku tíhy vozidla:

$$O = G \cdot o_j + G \cdot o_t = G \cdot (o_j + o_t) \quad (\text{N})$$

kde G je tíha vozidla (kN), o_j je specifický odpor jízdní (N/kN), o_t je specifický odpor traťový (N/kN)

5.1 JÍZDNÍ ODPORY

Jedná se o následující specifické odpory:

- **specifický odpor valivého tření** o_v - mezi koly vozidla a hlavou kolejnice
- **specifický odpor z tření v ložiscích** o_t - ze smykového nebo valivého třením čepů náprav v ložiscích
- **specifický odpor vzduchu** (prostředí) o_{vz} - vzniká odporem vzduchu (tlak na čelní straně, tření vzduchu o boční stěny, sání (podtlak) na zadní straně)

5.2 TRAŤOVÉ ODPORY

5.2.1 Odpor v oblouku

Vzniká ze zakřivení koleje při průjezdu vozidla obloukem a závisí na:

- velikosti poloměru oblouku, rozchodu koleje a jeho rozšíření, převýšení koleje, stavu železničního svršku
- vlastní konstrukci vozidla – rozvoru, počtu a uložení náprav, stavu kol
- rychlosti a tíze vozidla

Specifický odpor v oblouku se stanoví podle vzorce $o_r = \frac{600}{r}$ (N/kN), kde r je poloměr koleje v m

5.2.2 Odpor ve stoupání

Vzniká při pohybu vozidla po nakloněné trati, tíha vozidla Q se rozkládá do dvou složek:

$Q' = Q \cdot \cos \alpha$ - tato složka se eliminuje pevností vodící dráhy

$Q'' = Q \cdot \sin \alpha$ - tato složka je rovnoběžná se sklonem trati

Protože sklon trati je velmi malý (pro sklon 40 ‰ je $\alpha = 2^\circ 20'$), lze nahradit $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{l}$

Podélný sklon trati v ‰ $s = \frac{h}{l} \cdot 1000$, potom $\frac{h}{l} = \frac{s}{1000}$

Po dosazení $Q'' = Q \cdot \sin \alpha = Q \cdot \operatorname{tg} \alpha = Q \cdot \frac{h}{l} = Q \cdot \frac{s}{1000} = O_s$ (kN)

Z toho pak specifický odpor ve stoupání na jednotku tíhy vlaku $o_s = 1000 \cdot \frac{s}{1000} = s$ (N/kN)

5.2.3 Odpor v tunelu

Je způsobován:

- odporem vzduchu proti čelu vlaku
- zvýšenou vlhkostí kolejnic, což způsobuje snížení adheze

V tunelu delším než 100 m se zavádí se hodnota specifického odporu v tunelu, jako by se jednalo o odpor ve stoupání v hodnotě 2‰ $o_t = 2$ (N/kN)

6. Trasa konstantního odporu

Největší podélný sklon trati, tzv. **směrodatné stoupání** se stanoví pro každou trať zvlášť s ohledem na předpokládaný provoz – traťová rychlost, druhy lokomotiv (výkon, brzdění).

Ve stoupání působí traťový odpor – specifický odpor o_s (N/kN) číselně odpovídá podélnému sklonu trati s_s (‰).

V oblouku se zvyšuje traťový odpor o hodnotu specifického odporu $o_r = \frac{600}{r}$ (N/kN), kterému číselně odpovídá sklon s_r (‰), který se uplatní na délku teoretického kružnicového oblouku. Aby celkový traťový odpor zůstal stejný, je třeba v oblouku o tuto hodnotu snížit sklon trati.

V tunelu působí navíc specifický traťový odpor o_t (N/kN), který číselně odpovídá sklonu $s_t = 2$ ‰. Rovněž v úseku s tunelem je třeba na délku tunelu o tuto hodnotu snížit sklon trati, aby celkový traťový odpor zůstal konstantní.

Při návržení trasy konstantního odporu **dochází ke ztrátě výšky** oproti trase se směrodatným stoupáním s_s a výsledkem je pak průměrné stoupání s_d .

Podélný profil trasy konstantního odporu

