

Vysokorychlostní železniční doprava v České republice

Ing. Jiří Pohl

Ostrava, 18.6.2008

© Siemens Kolejová vozidla s.r.o., 2008

Soulad parametrů tratí a vozidel

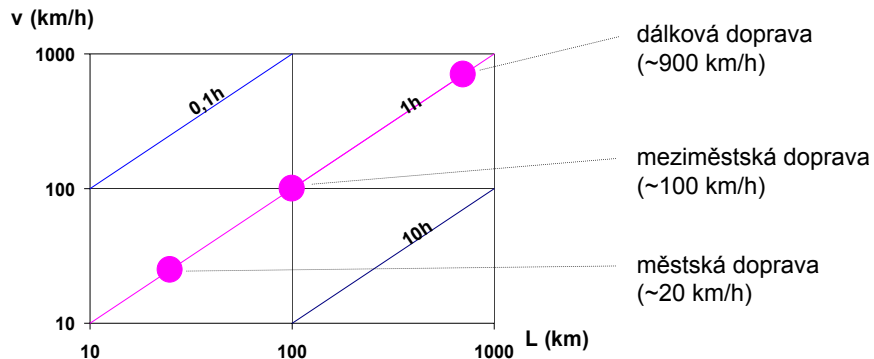
Obsah:

1. Mobilita
2. Energetická náročnost dopravy
3. Závislost dopravy na kapalných uhlovodíkových palivech
4. Potenciál železnice
5. Česká republika
6. Vysokorychlostní tratě
7. Moderní vysokorychlostní vozidla
8. Rychlá meziregionální doprava
9. Rychlá nákladní doprava
10. Optimalizace tratí a vozidel

1. Mobilita

Žijeme ve společnosti, která nevnímá vzdálenost:
„Ráno hodinu tam – odpoledne hodinu zpět“

⇒ vzdálenostem přizpůsobujeme rychlost přepravy

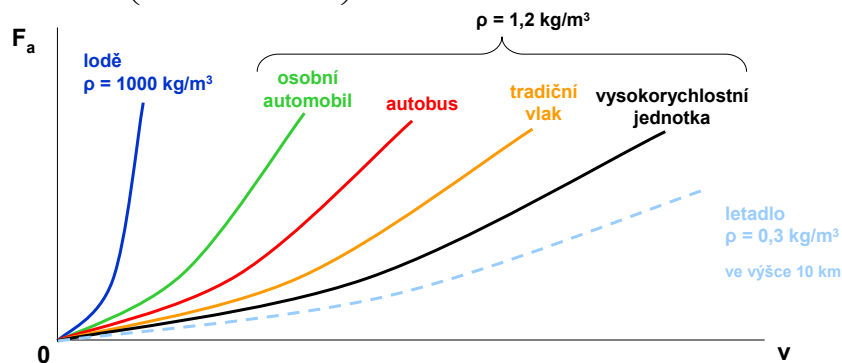


2. Energetická náročnost dopravy

Všeobecně:

Spotřeba energie k překonání odporu prostředí je úměrná 2. mocnině rychlosti:

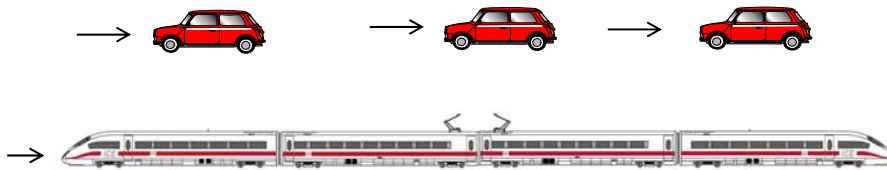
$$F_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_x \cdot S \cdot v^2$$



Aerodynamika

Výhody železnice proti automobilu:

- nižší **valivý odpor** (0,8 až 1,2 ‰ proti 8 ‰)
- **schopnost tvořit vlak** = za jednu čelní plochou je dopravováno mnoho řad cestujících (tato vlastnost je při vysokých rychlostech dominantní)

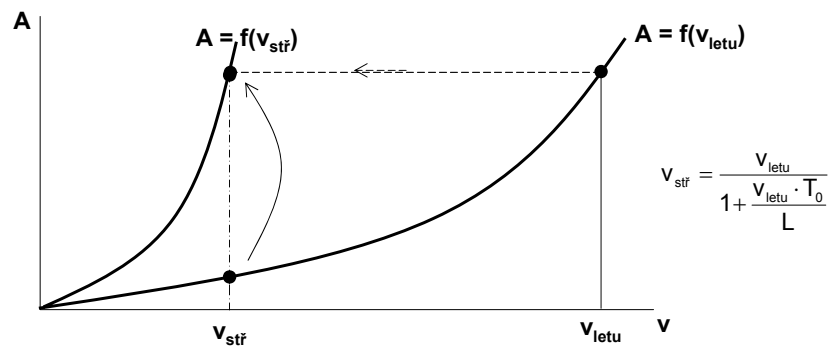


Letadla

Nevýhoda letectví na krátké vzdálenosti

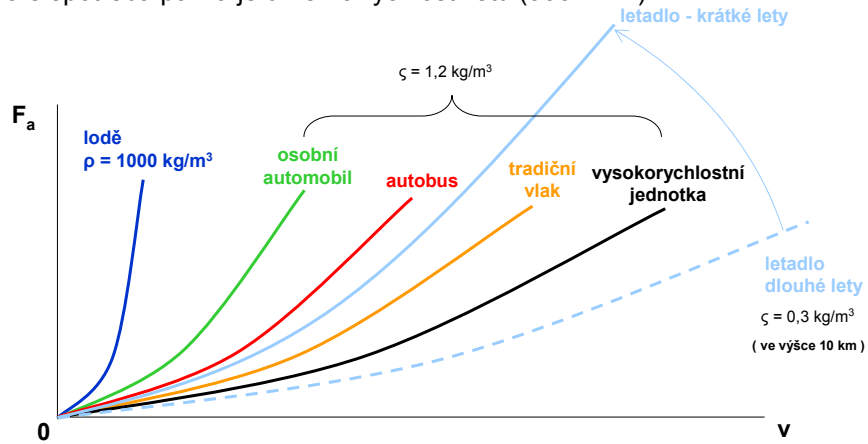
Vlivem velkých ztrátových časů před odletem a po přiletu je výsledná **střední přepravní rychlost** výrazně menší než rychlost letu.

Ztráty však odpovídají druhé mocnině **skutečné rychlosti letu**.



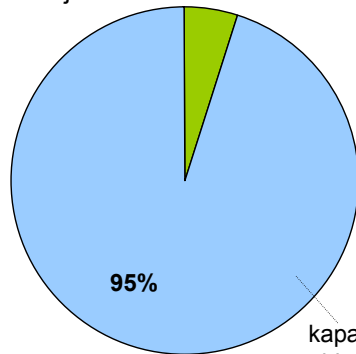
Letecká doprava na krátké vzdálenosti

Výsledná cestovní rychlost je na úrovni pozemních dopravních prostředků, ale spotřeba paliva je úměrná rychlosti letu (900 km/h)

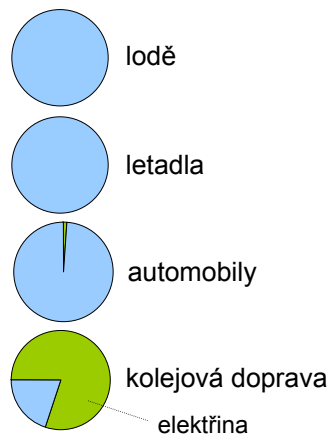


3. Závislost dopravy na kapalných uhlovodíkových palivech

Doprava jako celek



kapalná uhlovodíková paliva



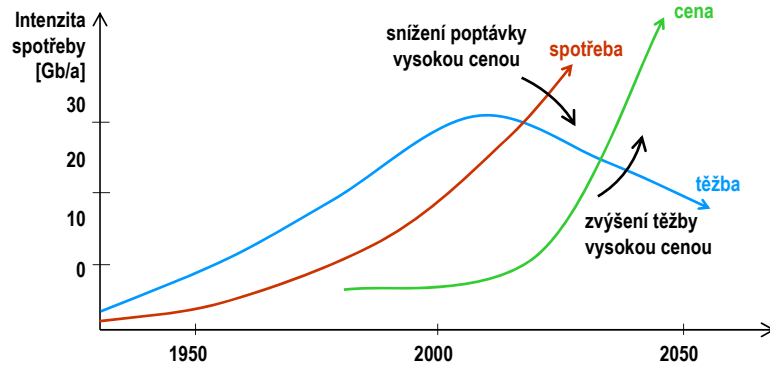
⇒ jen kolejová doprava má alternativu za kapalná uhlovodíková paliva (58% těžby)

Výhled do blízké budoucnosti

Přichází **druhá polovina ropného věku**:

„intenzita těžby limituje intenzitu spotřeby“

⇒ vzniká eskalace cen kapalných paliv, která je nutná k vytvoření rovnováhy k vyrovnání nabídky s poptávkou



Přírodní ropa

1 barel (159 litrů) ropy:

náklady na těžbu

2 ... 10 USD

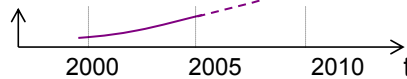
prodejní cena (2008)

110 ... 130 USD

(cca 12 Kč/litr)

Úhly pohledu na těžbu ropy:

A) očima ekonoma

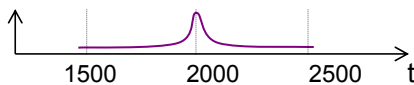


B) očima geologa

(Hubert, 1955)



C) očima historika



4. Potenciál železnice

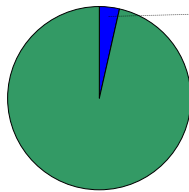
Možnosti železniční dopravy:

- snížit **energetickou náročnost** dopravy (mobility)
- snížit závislost mobility na **kapalných uhlovodíkových palivech** (náhrada ropy snáze zastitelnou elektrickou energií)

Realita železnice

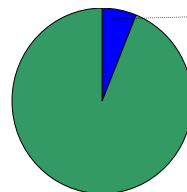
Osobní doprava, Česká republika 2006:

Převaha (osoby)



podíl železnice: 3,6%

Převážní výkony (os·km)



podíl železnice: 6%

- ⇒ železniční doprava plní okrajovou roli a nemá tedy výrazný vliv na energetickou náročnost dopravy
- ⇒ potenciál železnice není využit (ke škodě jí samé i ke škodě společnosti)

Příčiny nízké atraktivnosti železnice

Technická úroveň železnice:

- **tratě z 19. století** nejsou schopny konkurovat současným dálnicím
- **železniční vozidla z 20. století** nejsou schopna konkurovat současným automobilům, autobusům a letadlům

Kritérium: doba přepravy

Tradiční železnice:

- dlouhá základní doba (**dlouhé intervaly**)
- **nízká rychlost**

Moderní železnice:

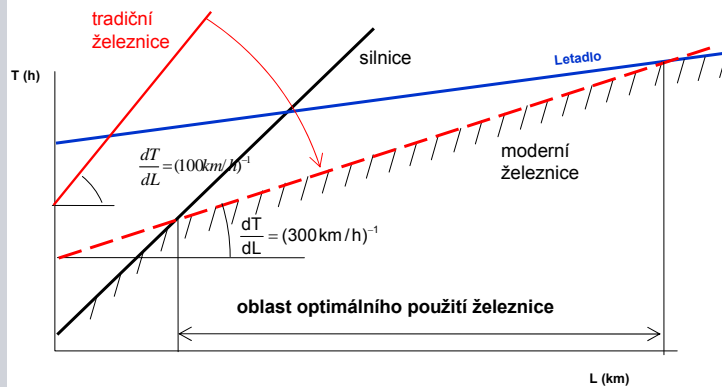
- krátká základní doba (**krátké intervaly**)
- **vysoká rychlost**

$$T_p = T_z + T_j = \left(T_d + \frac{T_i}{2} \right) + \frac{L}{v}$$

T_j ... doba jízdy
 T_i ... interval
 L ... vzdálenost
 v ... rychlost

T_p ... celková doba přepravy
 T_z ... základní doba
 T_d ... doba dosažitelnosti
 místa odjezdu

Kritérium: doba přepravy



5. Česká republika

Zkušenost s uprade koridorových tratí ($v = 160 \text{ km/h}$)

- **bez souběžné dálnice (například: Praha – Ostrava):**
Železnice má **dominantní postavení** na přepravním trhu veřejných dopravců, neboť má kratší časy než silniční doprava.
- **se souběžnou dálnicí (například: Praha – Brno):**
Železnice **nedosahuje kratších přepravních časů** než dálnice.

⇒ v souvislosti s rostoucí sítí dálnic se bude pozice železnice vůči automobilové a autobusové dopravě komplikovat

6. Vysokorychlostní tratě

Zajištění atraktivity osobní železniční dopravy:

A) vlak musí jet podstatně **rychleji, než automobil**

- je nutno kompenzovat horší dostupnost nádraží a menší operativnost hromadné dopravy
- je nutno vytvořit (a nabídnout cestujícímu) bonus navíc

B) vlak musí **využít časový náskok** daný snazší dostupností nádraží **proti letišti** a dojet během tohoto času co nejdál

Vysokorychlostní tratě

Kolem roku 2016 skončí modernizace koridorů.

Co budeme v ČR stavěno potom ?

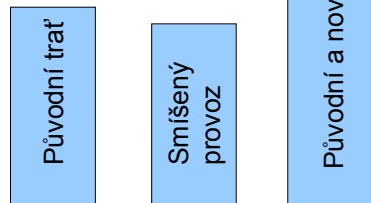
Existují dvě základní kategorie vysokorychlostních tratí:

- tratě určené **výhradně jen pro vysokorychlostní vlaky**
- tratě určené pro **smíšený provoz** (vysokorychlostní vlaky v souběhu s dalšími vlaky)

Kterou doporučit?

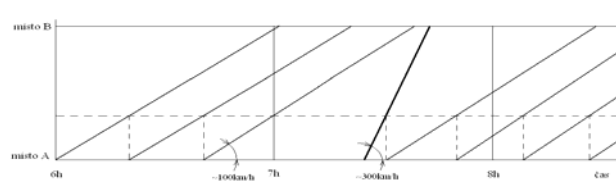
Dopravní hledisko

Dopravní výkonnost:



Příčina poklesu dopravní výkonnosti:

Souběh rychlých a pomalých vlaků
(nerovnoběžný grafikon)



Investiční hledisko

Náklady na výstavbu:



Úspory výhradně vysokorychlostním provozem:

- menší poloměry oblouků
- větší sklony
- kratší mosty
- kratší tunely
- méně dopraven
- redundance (dvě trasy)

Poloměr oblouku ($v = 300 \text{ km/h}$)

Smíšený provoz – konvenční vlaky: velmi velké poloměry oblouků

$$\left. \begin{array}{l} h_s = 80 \text{ mm} \\ h_n = 100 \text{ mm} \end{array} \right\} a = g \cdot \frac{h_s + h_n}{2e} = 9,81 \cdot \frac{80 + 100}{2 \cdot 750} = 1,18 \text{ m/s}^2$$

$$R = \frac{v^2}{2a} = \frac{300^2}{3,6^2 \cdot 1,18} = 5866 \text{ m}$$

Vysokorychlostní provoz – speciální vlaky: výrazně menší poloměry oblouků

$$\left. \begin{array}{l} h_s = 180 \text{ mm} \\ h_n = 150 \text{ mm} \end{array} \right\} a = g \cdot \frac{h_s + h_n}{2e} = 9,81 \cdot \frac{180 + 150}{2 \cdot 750} = 2,16 \text{ m/s}^2$$

$$R = \frac{v^2}{2a} = \frac{300^2}{3,6^2 \cdot 2,16} = 3215 \text{ m}$$

Sklon

Smíšený provoz (veškeré vlaky):

$$s = 12,5 \text{ ‰}$$

Vysokorychlostní provoz (jen speciální rychle jedoucí vlaky):

$$s = 35 \text{ ‰ (40 ‰)}$$

**Zvládnutí velkých sklonů – staticky
– velkým měrným výkonem**

SIEMENS

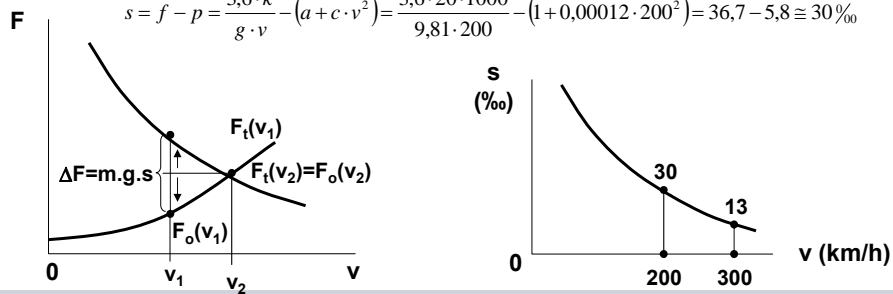
Vysokorychlostní vozidla mají pro překonání aerodynamických ztrát velký měrný výkon a tedy i velkou stoupavost:

$$k = 20 \text{ kW/t}$$

$$p_o = 1 + 0,00012 \cdot v^2$$

$$v = 200 \text{ km/h}$$

$$s = f - p = \frac{3,6 \cdot k}{g \cdot v} - (a + c \cdot v^2) = \frac{3,6 \cdot 20 \cdot 1000}{9,81 \cdot 200} - (1 + 0,00012 \cdot 200^2) = 36,7 - 5,8 \approx 30\%$$



Strana 23

červen 08

ing. Jiří Pohl

© Siemens Kolejová vozidla 2008

**Zvládnutí velkých sklonů – staticky
– velkým měrným výkonem**

SIEMENS



Strana 24

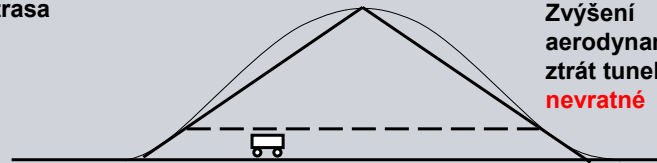
červen 08

ing. Jiří Pohl

© Siemens Kolejová vozidla 2008

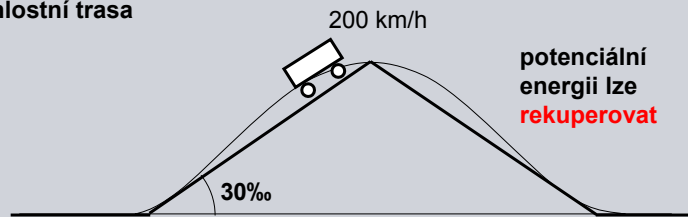
Náhrada tunelu trasou přes vrchol (dlouhé stoupání)

standardní trasa



Zvýšení aerodynamických ztrát tunelem je **nevratné**

vysokorychlostní trasa

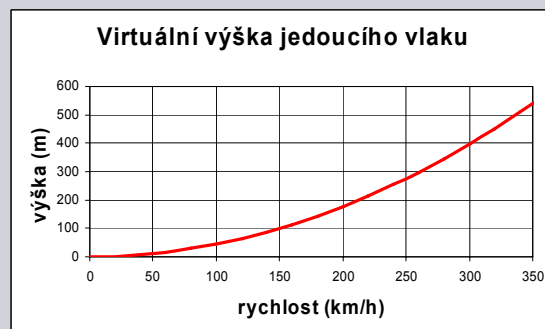


potenciální energii lze **rekuperovat**

Kinetická energie rychle jedoucího vlaku

Vlak jedoucí rychlostí 300 km/h má kinetickou energii odpovídající potenciální energii ve výšce:

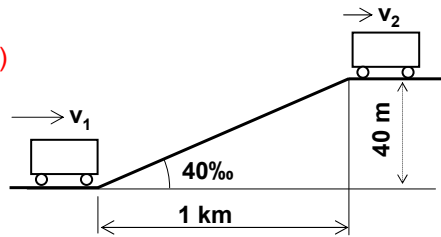
$$h = \frac{0,5 \cdot \xi \cdot v^2}{g} = \frac{0,5 \cdot 1,1 \cdot 300^2}{3,6^2 \cdot 9,81} = 389m$$



Zvládnutí velkých sklonů dynamicky - náběhem

Rampa 1000m, 40 ‰ ($\Delta h = 40\text{m}$)Rychlost na začátku stoupání:
 $v_1 = 300 \text{ km/h}$

Rychlost na konci stoupání:



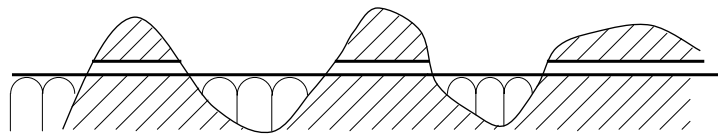
$$v_2 = \sqrt{v_1^2 - \frac{2 \cdot h \cdot g}{\xi}} = 3,6 \cdot \sqrt{\left(\frac{300}{3,6}\right)^2 - \frac{2 \cdot 40 \cdot 9,81}{1,1}} = 284 \text{ km/h}$$

Vlak jedoucí rychlostí 300 km/h má energii odpovídající výšce:

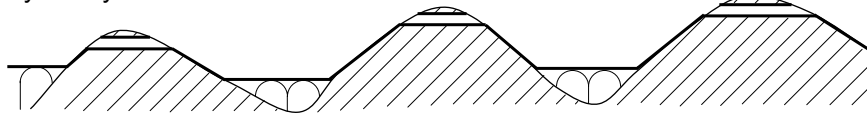
$$h = \frac{0,5 \cdot \xi \cdot v^2}{g} = \frac{0,5 \cdot 1,1 \cdot 300^2}{3,6^2 \cdot 9,81} = 389 \text{ m}$$

Zkrácení tunelů a mostů strmými rampami

Standardní trasa



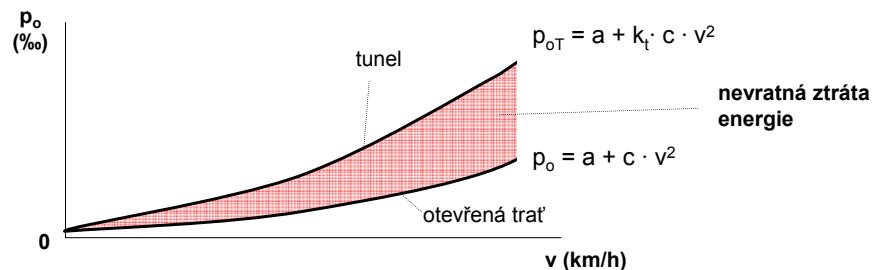
Vysokorychlostní trasa

Střídáním stoupání a spádů nedochází ke ztrátám energie
– kinetická energie se mění v potenciální a zpět

Náhrada tunelu otevřenou tratí

Přednosti:

- snížení investičních nákladů
- snížení požárních rizik (CEN TS 45 545)
- zrychlení výstavby
- snížení spotřeby energie
- snížení účinku tlakových vln



CEN TS 45 545-1 Požární ochrana kolejových vozidel

Provozní třída 1 - Vozidla nejsou řešena pro provoz v tunelu

- max. délka tunelu 1 km,
- tunely činí max. 10 % délky tratě,
- boční evakuace je kdykoliv možná.

Provozní třída 2 - Vozidla jsou řešena pro provoz v tunelu s boční evakuací a s dosažením bezpečného místa v krátkém čase

- vlak dosáhne místo, kde lze provést evakuaci do max. 4 min. a max. 5 km,
- boční evakuace je kdykoliv možná.

Provozní třída 3 - Vozidla jsou řešena pro provoz v tunelu s boční evakuací a s dosažením bezpečného místa v dlouhém čase

- vlak dosáhne místo, kde lze provést evakuaci do max. 15 min. a max. 20 km,
- boční evakuace je kdykoliv možná.

Provozní třída 4 - Vozidla jsou řešena pro provoz v tunelu bez boční evakuace, ale s dosažením bezpečného místa v krátkém čase

Úroveň rizika

Kategorie vozidla	standardní	automatický provoz	dvoupodlažní	lůžkové
	N	A	D	S
Provozní třída				
1	HL 1	HL 1	HL 1	HL 2
2	HL 2	HL 2	HL 2	HL 2
3	HL 2	HL 2	HL 2	HL 3
4	HL 3	HL 3	HL 3	HL 3

Úroveň rizika HL 1 až HL 3 určuje požadavky na konstrukční materiály (hořlavost, kouřivost, toxicita, ...) i na konstrukční řešení (konstrukční uspořádání, evakuační opatření, vytvoření požárních úseků, zachování funkcí, elektrická zařízení, ...)

Tlakové vlny

Rychle jedoucí vlak vyvolává tlakovou vlnu

V otevřené krajině se tlaková vlna rozptyluje do stran

V tunelu se nemůže tlaková vlna šířit do stran a proto se pohybuje podélně – kmitá mezi oběma portály

Působení tlakových vln

Amplituda na vlak působících **tlakových vln** závisí na jeho rychlosti a tvaru, na průřezu tunelu, na rychlosti protijedoucího vlaku a dalších faktorech – maximum je až **+/- 7 kPa**

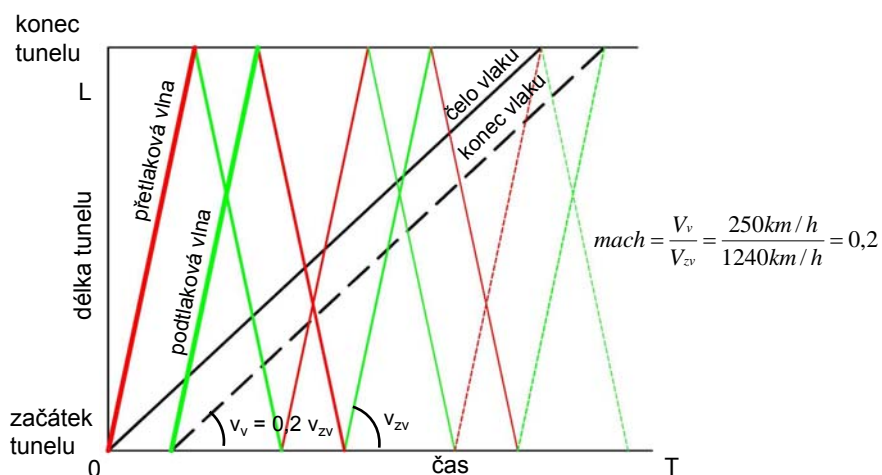
Člověk snáší strmost změny tlaku zhruba do **0,5 kPa/s** – při náhlých změnách tlaku pociťuje zaléhání až bolest v uších.

Cestujícího je nutno chránit před účinkem tlakových vln
→ **tlakotěsné vozy**

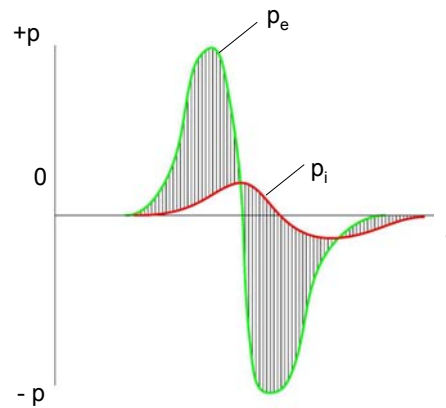
Konstrukce tlakotěsných vozů je namáhána **velkými silami**:

- bočnice (70 m²): $F = p \cdot S = 7 \cdot 70 = 490 \text{ kN}$ (50 t),
- okno (1 m²): $F = p \cdot S = 7 \cdot 1 = 7 \text{ kN}$ (700 kg),
- dveře (2 m²): $F = p \cdot S = 7 \cdot 2 = 14 \text{ kN}$ (1 400 kg),

„Grafikon“ průjezdu vlaku a tlakových vln tunelem



Namáhání vozové skříně tlakotěsného vozu



p_e tlak vně vozu
(amplituda až ± 7 kPa)

p_i tlak uvnitř vozu
($dp_i / dt \leq 0,5$ kPa/s)

Tlakotěsnost vyvolává tlakopevnost a tlakotuhost

Ventilace prostoru pro cestující za jízdy tunelem

Ventilační systém vnitřku vozu nesmí narušit jeho tlakotěsnost:

Pasivní tlaková ochrana (krátké a málo početné tunely)

System přechází do režimu 100 % recirkulace

→ ve voze stoupá koncentrace CO_2

Cestující vydechuje za hodinu 20 litrů CO_2 , pro pocit

nevydýchaného vzduchu nesmí být koncentrace CO_2 větší než 1 %

- do vozu je potřeba přivádět za hodinu pro každého cestujícího 20 m^3 čerstvého vzduchu.

b) **Aktivní tlaková ochrana** (dlouhé a početné tunely) – ventilátory udržují ve voze stálý tlak (podobně jako v letadle)

7. Vysokorychlostní vozidla - Trakční výkon

Aerodynamická síla (odpor prostředí) roste s **druhou mocninou** rychlosti (při zvýšení rychlosti ze 100 km/h na 300 km/h vzroste **9 krát**):

$$F = 0,5 \cdot C_x \cdot S \cdot \rho \cdot v^2$$

Trakční výkon pro překonání aerodynamického odporu roste se **třetí mocninou** rychlosti (při zvýšení rychlosti ze 100 km/h na 300 km/h vzroste **27 krát**):

$$P = F \cdot v = 0,5 \cdot C_x \cdot S \cdot \rho \cdot v^2 \cdot v = 0,5 \cdot C_x \cdot S \cdot \rho \cdot v^3$$

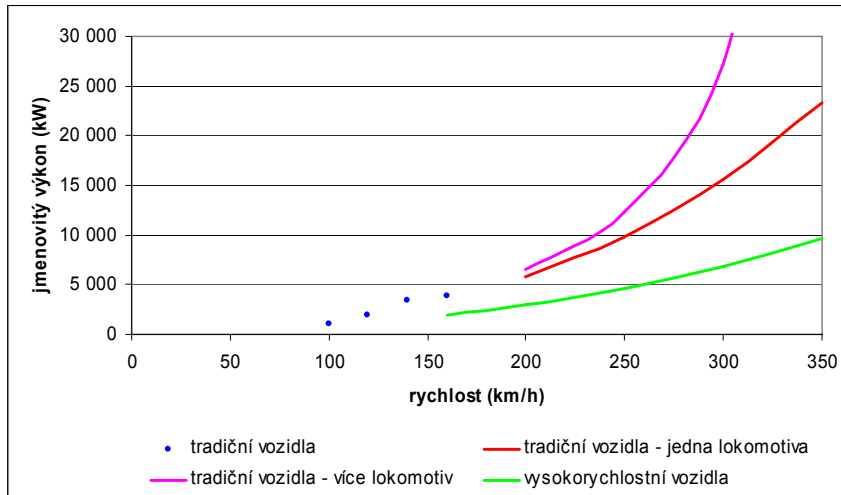
Při zachování běžného tvaru vlaků by tento postup by vedl k nereálně velkým výkonům → **vozidla musí mít aerodynamický tvar** (výrazně menší C_x)

Porovnání parametrů tradičních vlaků s lokomotivou a vysokorychlostních jednotek

loko	v	P _{tn}	N _L	v _h	P _t	m _L	m _z	k _{tm}	F _t	a	b	F _v	C _x	F _a	ΔF	dv/dt	E ₁
	km/h	kW		km/h	kW	t	t	kW/t	kN	N/kN		kN		kN		m/s ²	kWh/km
754	100	1 100	1	93	1 023	76	360	2,3	37	1,3	0,005	8	2,7	14	15	0,031	9
141	120	2 000	1	115	1 917	84	360	4,3	58	1,3	0,005	8	2,4	18	31	0,064	10
362 (DC)	140	3 410	1	121	2 947	86	360	6,6	76	1,3	0,005	9	2,8	29	39	0,078	15
151	160	3 920	1	160	3 920	82	360	8,9	88	1,3	0,005	9	2,5	33	46	0,094	17
tradiční	200	5 720	1	180	5 148	84	360	11,6	93	1,3	0,005	10	2,8	58	24	0,050	27
tradiční	250	9 761	1	225	8 785	84	360	19,8	127	1,3	0,005	11	2,8	91	24	0,050	41
tradiční	300	15 521	1	270	13 969	84	360	31,5	168	1,3	0,005	12	2,8	131	24	0,050	57
tradiční	350	23 335	1	315	21 002	84	360	47,3	216	1,3	0,005	13	2,8	178	24	0,050	76
tradiční	200	6 507	2	180	5 856	168	360	11,1	105	1,3	0,005	12	3,1	64	29	0,050	30
tradiční	250	12 303	3	225	11 072	252	360	18,1	159	1,3	0,005	15	3,4	110	34	0,050	50
tradiční	300	27 167	7	270	24 450	588	360	25,8	293	1,3	0,005	26	4,6	215	52	0,050	96
tradiční	350	71 520	18	315	64 368	1512	360	34,4	662	1,3	0,005	56	7,9	503	103	0,050	222
VR	160	1 999		160	1 999	0	470	4,3	45	0,8	0,002	5	1,1	14	26	0,050	8
VR	200	2 957		200	2 957	0	470	6,3	53	0,8	0,002	6	1,1	22	26	0,050	11
VR	250	4 581		250	4 581	0	470	9,7	66	0,8	0,002	6	1,1	34	26	0,050	16
VR	300	6 786		300	6 786	0	470	14,4	81	0,8	0,002	6	1,1	49	26	0,050	22
VR	350	9 687		350	9 687	0	470	20,6	100	0,8	0,002	7	1,1	67	26	0,050	29

Porovnání parametrů tradičních vlaků s lokomotivou a vysokorychlostních jednotek

SIEMENS



Strana 39

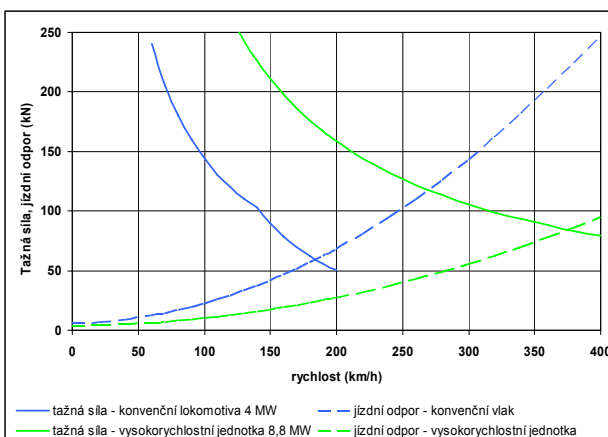
červen 08

ing. Jiří Pohl

© Siemens Kolejová vozidla 2008

Trakční charakteristika, jízdní odpory a spotřeba energie

SIEMENS



Spotřeba energie je úměrná tažné síle, tedy **jízdnímu odporu**.

Ten vlivem lepší **aerodynamiky** nestoupá u vysokorychlostních vozidel s rostoucí rychlostí tak strmě, jako u vozidel konvenčních.

Energetický důsledek: aerodynamicky řešená vysokorychlostní jednotka jedoucí rychlostí 270 km/h má stejnou spotřebu energie, jako tradiční vlak jedoucí rychlostí 160 km/h.

Strana 40

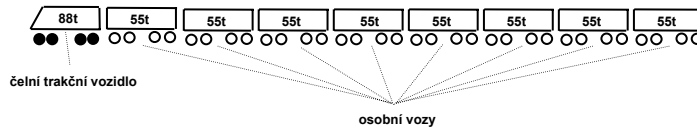
červen 08

ing. Jiří Pohl

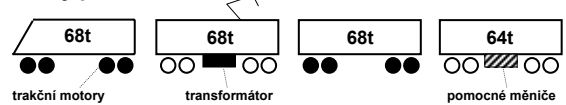
© Siemens Kolejová vozidla 2008

Trend: distribuovaný pohon

konvenční řešení:



distribuovaný pohon:



- ⇒ vyšší (100 %) využití prostoru (délky) pro cestující
- ⇒ nižší limit hmotnosti na dvojkolí (17 t)
- ⇒ vyšší trakční výkon (20 kW/t)
- ⇒ vyšší podíl elektrodynamicke (rekuperační) brzdy
- ⇒ vyšší akcelerace – 50 % dvojkolí je poháněno
- ⇒ redundance (dvě symetrické poloviny)

Moderní vysokorychlostní vozidla
(třída 1 podle TS HS RST) – Velaro E

Charakteristické znaky:

- | | |
|-------------------------------|--|
| ▪ podíl poháněných dvojkolí | $\alpha = 50\%$ |
| ▪ měrný výkon | $k = 20\text{kW/t}$ |
| ▪ hmotnost na dvojkolí | $m_1 < 17\text{t}$ |
| ▪ maximální provozní rychlost | $v = 350\text{ km/h}$ |
| ▪ napájecí napětí | $U = 15\text{kV} / 25\text{kV} / (3\text{kV})$ |
| ▪ chybějící převýšení | $h_n = 150\text{ mm}$ |
| ▪ činitel tvaru | $C_x \approx 1,1$ (pro jednotku délky 200 m) |
| ▪ stoupavost | $s = 40\text{‰}$ |
| ▪ neadhezní brzda | bezdotyková |
| ▪ požární odolnost | pro provoz v tunelu |
| ▪ tlaková odolnost | $\Delta p = \pm 7\text{kPa}$ |
| ▪ homologace | EU |

Elektrická vysokorychlostní jednotka

Velaro – vysokorychlostní jednotka
s distribuovaným trakčním pohonem

$v = 350 \text{ km/h}$
 $P = 8\,800 \text{ kW}$
 50 % dvojkolí poháněno

Přepravní časy v meziměstských
relacích (centrum – centrum) na
vzdálenost do přibližně 1 000 km
kratší než letecké spojení

Energetická úspornost
- jen 5 kWh / 100 km a sedadlo



© Siemens Kolejová vozidla 2008

Velaro E Přehled vozů

- Club, Vůz C1
 - 37 míst k sezení
 - Pohodlná sedadla, potažená kůží
 - Uspořádání sedadel: 2+1
 - Salónek: konferenční místnost
 - Stropní monitory, individuální audiozásuvky
 - Individuální čtecí lampy
 - Tlačítko pro zavolání personálu
 - Otočná sedadla



© Siemens Kolejová vozidla 2008

Velaro E Přehled vozů

SIEMENS

- Preferente, Vozy C2, C3
 - 103 míst k sezení, pohodlná sedadla
 - Uspořádání sedadel: 2 + 1
 - Stropní monitory, individuální audiozásuvky
 - Individuální čtecí lampy
 - Otočná sedadla



Strana 45

červen 08

ing. Jiří Pohl

© Siemens Kolejová vozidla 2008

Velaro E Přehled vozů

SIEMENS

- Turista, Vozy C5, C6, C7, C8
 - 264 míst k sezení
 - Uspořádání sedadel: 2+2
 - Stropní monitory, individuální audiozásuvky
 - Individuální čtecí lampy
 - Otočná sedadla
 - WC pro vozíčkáře (vůz C5)



Vyobrazení: C5

Strana 46

červen 08

ing. Jiří Pohl

© Siemens Kolejová vozidla 2008

Velaro E Vybavení – otočná sedadla

SIEMENS



Strana 47

červen 08

ing. Jiří Pohl

© Siemens Kolejová vozidla 2008

Velaro E Servisní zařízení

SIEMENS



- Celkem 4 kuchyně s rozdílným vybavením
- Kromě restauračního vozu i ve vozech C1, C4 a C8
- Díky servisním vozíkům obsluha ve všech vozech



Strana 48

červen 08

ing. Jiří Pohl

© Siemens Kolejová vozidla 2008

Velaro E – Technika Distribuovaný trakční pohon

SIEMENS



- Trakční dvojkolí (trakce a elektrodynamická brzda)
2 brzdové kotouče v discích kol
- Nepoháněná dvojkolí
3 brzdové kotouče na nápravě
- Transformátor
- Měniče
- ▬ Baterie a nabíječ
- ⚡ Sběrač proudu

- 50 % poháněných dvojkolí
- Trakční výzbroj umístěna výhradně v prostoru pod podlahou

Strana 49

červen 08

ing. Jiří Pohl

© Siemens Kolejová vozidla 2008

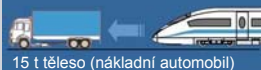
Velaro E – Technika Bezpečnost

SIEMENS



Vyvinuto podle nejnovějších TSI standardů (Technické specifikace pro interoperabilitu) jak pro provoz na konvenčních tratích, tak i pro provoz na speciálních vysokorychlostních tratích

Scénář nárazu



15 t těleso (nákladní automobil)

- Omezená deformace vozové skříně
- Bez deformace prostoru pro přežití

Scénář požáru



80 km/h

- Po nahlášení požáru na palubě může jet až 15 minut touto rychlostí (20km)

Vozová skříň



- Tlakotěsná skříň pro snížení nákladů na infrastrukturu (např. u tunelů)
- Stabilní při bočním větru

Strana 50

červen 08

ing. Jiří Pohl

© Siemens Kolejová vozidla 2008

8. Mezuregionální železniční osobní doprava

Konvenční tratě :

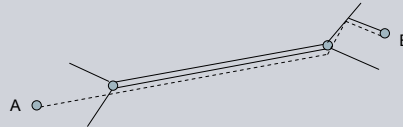
- vozidla řešená podle **TSI CR RST**

Vysokorychlostní tratě :

- vozidla řešená podle **TSI HS RST**

Na vozidla pro vysokorychlostní tratě jsou kladeny **vyšší nároky** :

aerodynamika
vyšší rychlost
vyšší měrný výkon
tlakotěsnost
účinnější brzdy
požární odolnost
redundance
nižší hmotnost na dvojkolí



© Siemens Kolejová vozidla 2008

8. Mezuregionální železniční osobní doprava

Analogie : Dálnice a silnice

- vozidla určená jen pro konvenční tratě **nemohou být používána na vysokorychlostních tratích**
- vozidla určená pro vysokorychlostní tratě **mohou též využívat konvenční síť**

© Siemens Kolejová vozidla 2008

9. Rychlá nákladní doprava (1)

Současná situace v osobní železniční dopravě – všeobecně :
Trend ucelených jednotek je provázen **odklonem od spřahovacího standardu**

Původně

- tažný hák, šroubovka, nárazníky
- průběžná brzda nepřímocinná pneumatická
- pasivní vypružení
- individuální zdroje el. energie (jen společné vedení el. topení)
- netěsné mezivozové přechody

→ **Efekt:**

Nově

- centrální spřáhlo
 - vně jednotky automatické
 - uvnitř jednotky pevné
- průběžná brzda přímocinná elektropneumatická
- aktivní pneumatické vypružení
- společné zdroje el. energie (propojování vedení sítí 3 x 400 V AC a 110 V DC)
- utěsněné mezivozové přechody

- ztráta universálnosti
- + vyšší technické parametry

Rychlá nákladní doprava (2)

Současná situace v nákladní dopravě :

- velký odklon od vlaků rozřazovaných na seřadištích k **přímým vlakům**,
- přesto je však stále dodržován **spřahovací standard**

Tažné a nárazné ústrojí (nárazníky, tažný hák, šroubovka)

→ přípustná tolerance výšky nárazníků omezuje statický průhyb vypružení a tím vede k jeho velké tuhosti

$$c = \frac{\Delta m \cdot g}{\Delta y}$$

→ nevhodné pro vyšší rychlosti (kvalita chodu, hluk)

Samočinná **pneumatická brzda** s nízkou průraznou rychlostí musí být funkcí rozvaděčů záměrně zpoždována

→ nevhodné pro vyšší rychlosti (dlouhé zábrzdné dráhy)

Současný limit : 120 km/h (režim „SS“)

Řešení: odklon od spřahovacího standardu i v rychlé nákladní dopravě

Rychlá nákladní doprava (3)

Cíl = náhrada letecké cargo – dopravy a dálniční kamionové dopravy

Vozidlo = ucelená jednotka uzpůsobená pro zboží na europaletách (800 mm x 1200 mm)

Přínosy :

kratší přepravní časy způsobené :

- **vyšší rychlosti jízdy**
- **souběhem s osobní dopravou** (bez čekání na volnou „pomalou“ trasu)

ochrana zboží před poškozením

dokonalá aerodynamika (energetická hospodárnost)

nízká hlučnost

Manipulace se zbožím:

- **jednodušší než u letadla**
- **na rampách jako u automobilu**

Rozdělení dopravy mezi konvenční a vysokorychlostní tratě

Konvenční tratě

(procházejí osídlením a 150 let jej formovaly):

- **příměstská a regionální osobní doprava**
- **konvenční nákladní doprava**

Vysokorychlostní tratě

(vedené převážně mimo osídlení):

- **dálková osobní doprava**
- **mezinárodní osobní doprava**
- **rychlé nákladní vlaky (ucelené cargo jednotky)**

Rychlá doprava na modernizovaných tratích

Pro rychlé vlaky (230 km/h) na **modernizovaných tratích** vzniká nová kategorie vozidel – **netrakovní jednotky**. Zajišťují vysoký standard cestování při rozumné výši nákladů.



© Siemens Kolejová vozidla 2008

Strana 57

červen 08

ing. Jiří Pohl

10. Optimalizace trati a vozidel

Potenciál **úspor investičních nákladů na výstavbu tratí** použitím moderních **vozidel**, speciálně řešených pro provoz na vysokorychlostních tratích:

- menší zatížení dvojkolí
- menší poloměry oblouků
- větší sklony
- kratší mosty
- kratší tunely
- úspornější průřez tunelu (tlaková odolnost vozidla)
- úspornější protipožární opatření na straně tunelu (požární odolnost vozidla)

© Siemens Kolejová vozidla 2008

Strana 58

červen 08

ing. Jiří Pohl

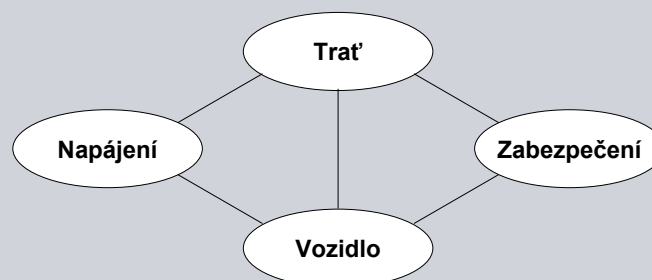
Optimalizovaná trať

© Siemens Kolejová vozidla 2008

Strana 59

červen 08

ing. Jiří Pohl

Společné řešení**Cíl:**

- optimalizace parametrů,
- optimalizace nákladů

© Siemens Kolejová vozidla 2008

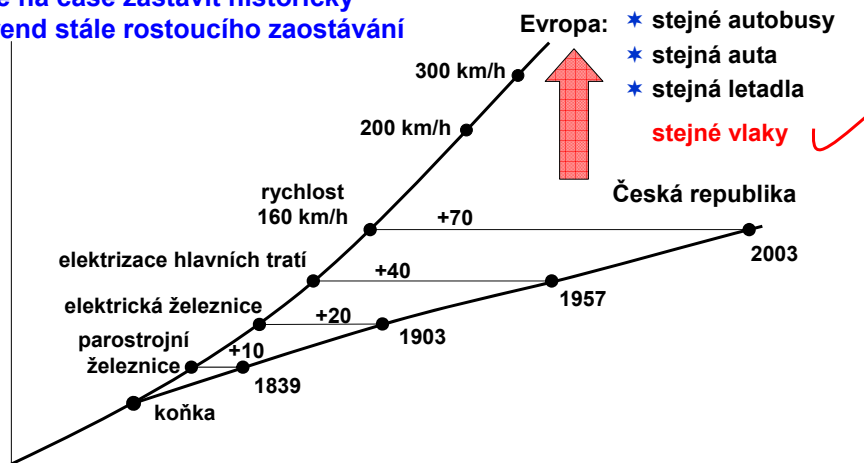
Strana 60

červen 08

ing. Jiří Pohl

Milníky v Evropě a u nás

Je na čase zastavit historický trend stále rostoucího zaostávání



Evropská integrace

Vysokorychlostní tratě v České republice:

- národní **geografické podmínky**,
- národní specifika **převážných potřeb**,
- **evropská jednotnost**,
- evropská zkušenost
- **koordinace se sousedy**.

⇒ úspora času a nákladů při výstavbě

⇒ kolem roku 2016 budou dokončeny koridory

⇒ Máme-li v roce 2017 v ČR začít stavět nové tratě, je potřeba již v krátké době vědět, jak.

SIEMENS

Šťastnou cestu



© Siemens Kolejová vozidla 2008

Strana 63

červen 08

ing. Jiří Pohl

SIEMENS

Děkuji Vám za Vaši pozornost

