



**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**



TECHNOLOGIE DOPRAVY

17TEDL – TECHNOLOGIE DOPRAVY A LOGISTIKA

ŽELEZNIČNÍ NÁKLADNÍ DOPRAVA

ING. VÍT JANOŠ, PH.D.

ÚSTAV LOGISTIKY A MANAGEMENTU DOPRAVY

FAKULTA DOPRAVNÍ

ČVUT V PRAZE



OSNOVA PŘEDNÁŠKY

- **Formy organizace železniční nákladní dopravy**
- **Základní formy seřaďování**
- **Funkce seřaďovací stanice**
- **Organizace vlakovtorby**
- **Situace na trhu železniční nákladní dopravy**
- **Hnací vozidla pro železniční nákladní dopravu**
- **Požadavky na nákladní vozy**
- **Typy vozů v železniční nákladní dopravě**
- **Meze zatížení vozů**
- **Inovace v železniční nákladní dopravě**





ŽELEZNIČNÍ NÁKLADNÍ DOPRAVA

- Součást nabídky výkonů železniční dopravy
- Nezastupitelná role **logistiky**
- Základní předpoklad – přehled o zdrojových a cílových relacích nákladní dopravy

3 druhy železniční nákladní dopravy:

- Přeprava ucelených vlaků
- Kombinovaná doprava
- Vozové zásilky

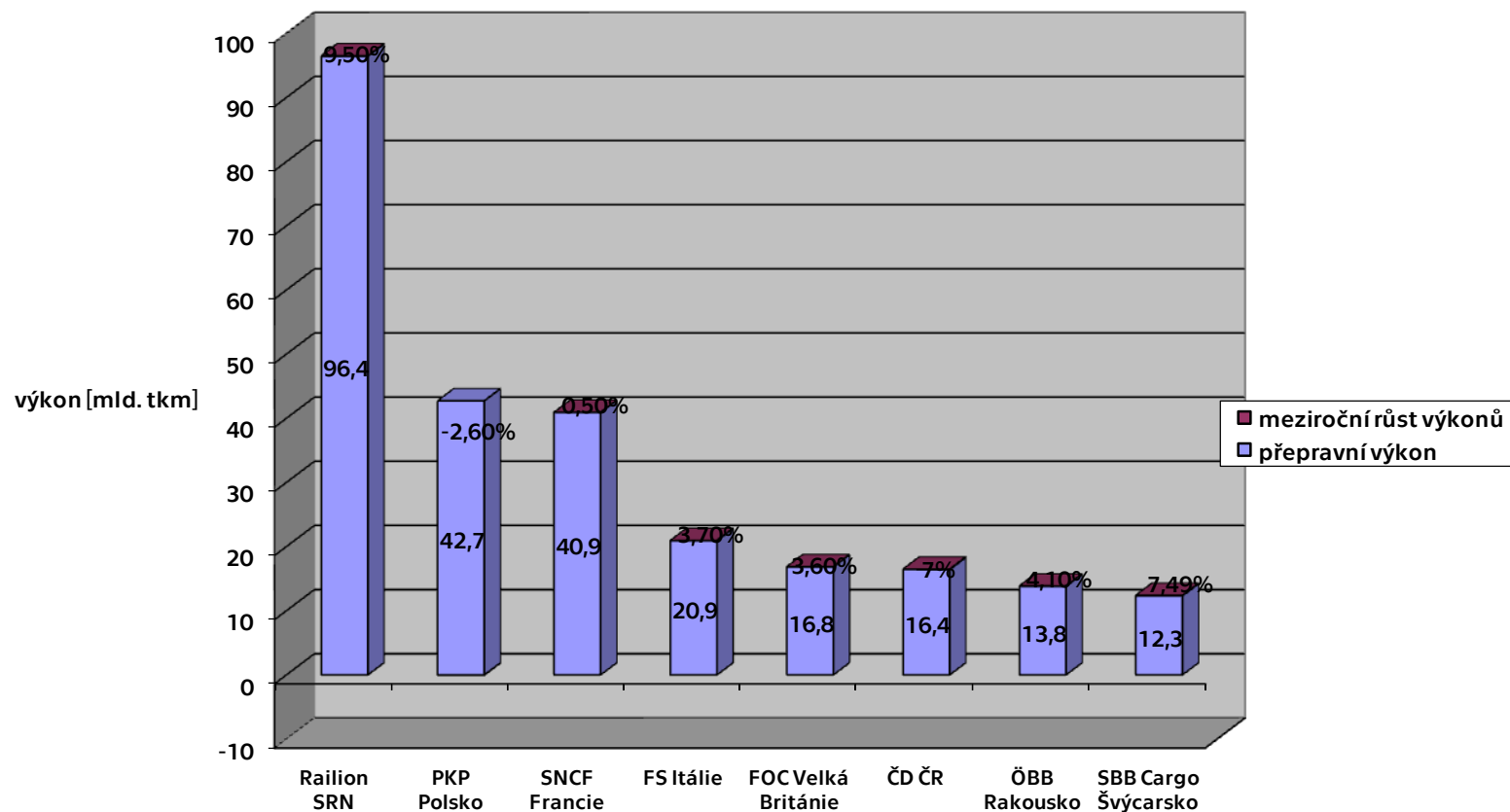
(Režim práce seřadovacích stanic - stochastický X deterministický systém)





PŘEPRAVNÍ VÝKON EVROPSKÝCH DOPRAVCŮ

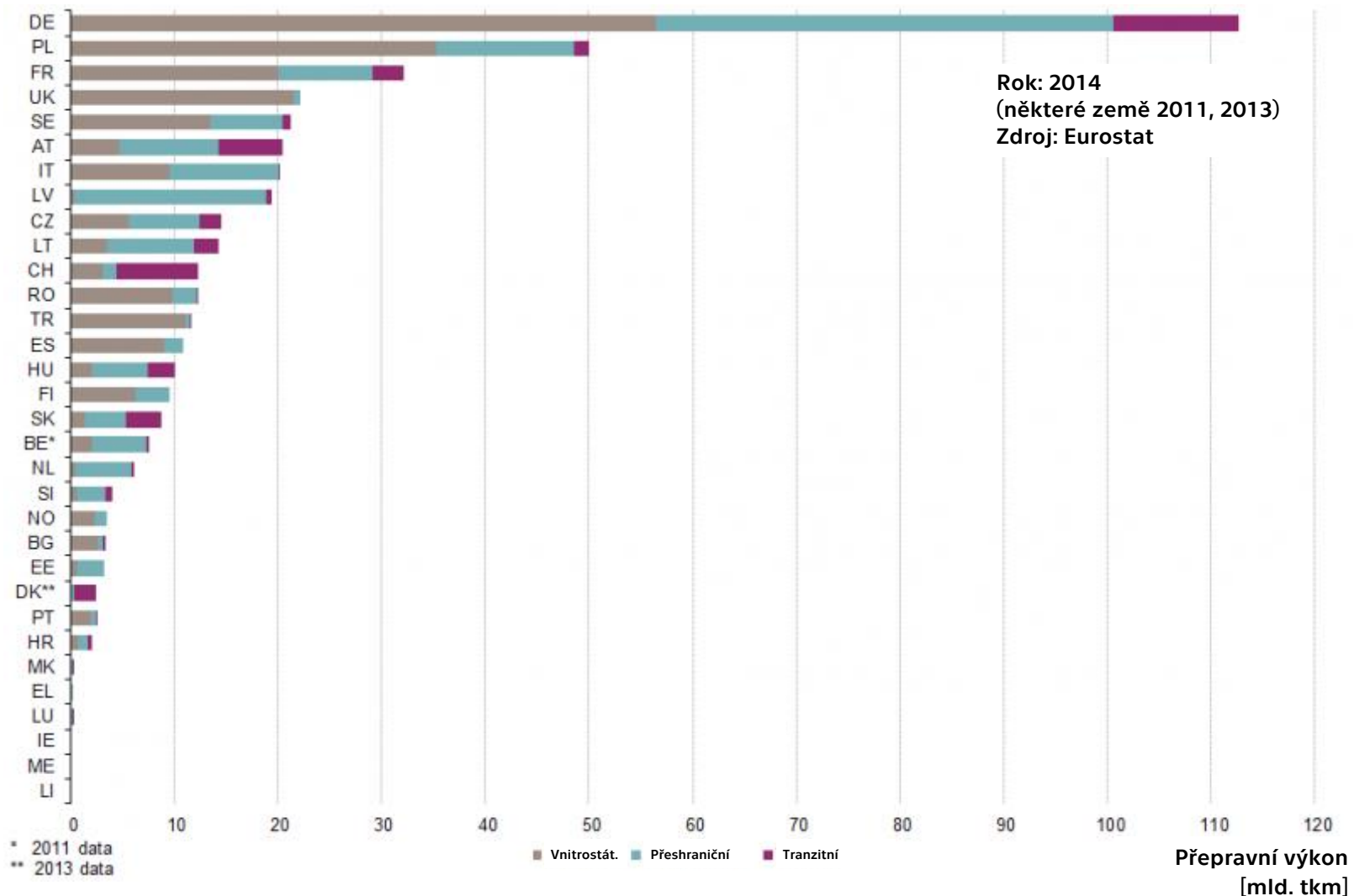
Přepavní výkon evropských dopravců





FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE

PŘEPRAVNÍ VÝKON NÁKLADNÍ ŽELEZNICE V EVROPSKÝCH ZEMÍCH PODLE SMĚROVÁNÍ





Ucelené vlaky

- Jsou vedeny v relaci zdroj – cíl (případně skupinově)
- při vhodných trasách v rámci GVD atraktivní doby přepravy

Vozové zásilky

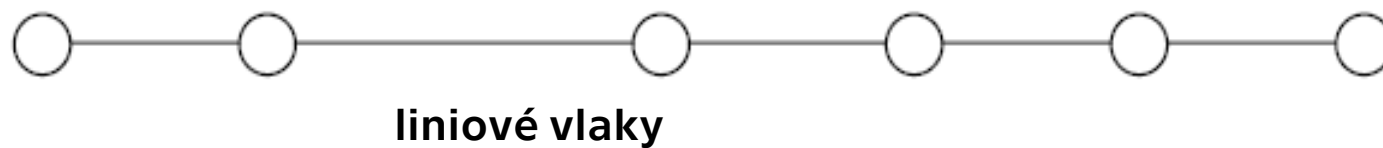
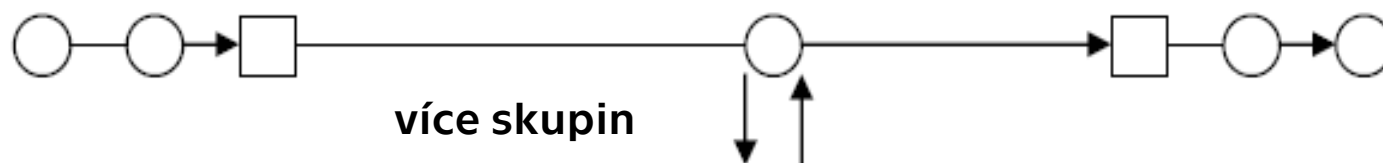
- Sdružování jednotlivých zásilek (vozů) do vlaků
- Koncentrace přepravních proudů (optimalizace společných tras jednotlivých zásilek)
- Přeřazování zásilek mezi vlaky v seřadovacích stanicích = **vlakotvorba**
- Doba dodání závisí na organizaci vlakotvorby

Kombinovaná doprava – využívá více druhů dopravy





SYSTÉMOVÉ PŘEPRAVNÍ ŘETĚZCE





SEŘAŽOVÁNÍ – POSUN

Posun – posunovací lokomotiva trvale spojena s vozy

- konvenční
 - dálkově řízený rádiem
-
- I při kvalitním posunu nízký výkon (25 – 50 vozů/h)
-
- Racionalizace
 - dálkové řízení posunovací lokomotivy
 - místní ovládání výměn - elektricky





SEŘAĐOVÁNÍ – ODRÁŽENÍ

Odrážení – posunovací lokomotiva spojena s vozy šroubovkou „na volno“ – rozpojené brzdové potrubí

1. Odpojení vozu od posunového dílu
 2. Dostatečné zrychlení posunového dílu
 3. Cílové brzdění vozů pomocí zarážek
- Vyšší výkonnost systému v porovnání s posunem (40 – 70 vozů/h)





SEŘAŽOVÁNÍ – SPOUŠTĚNÍ

Spouštění – posunovací lokomotiva spojena s vozy šroubovkou „na volno“ v místech předpokládaného dělení skupin vozů – rozpojené brzdové potrubí

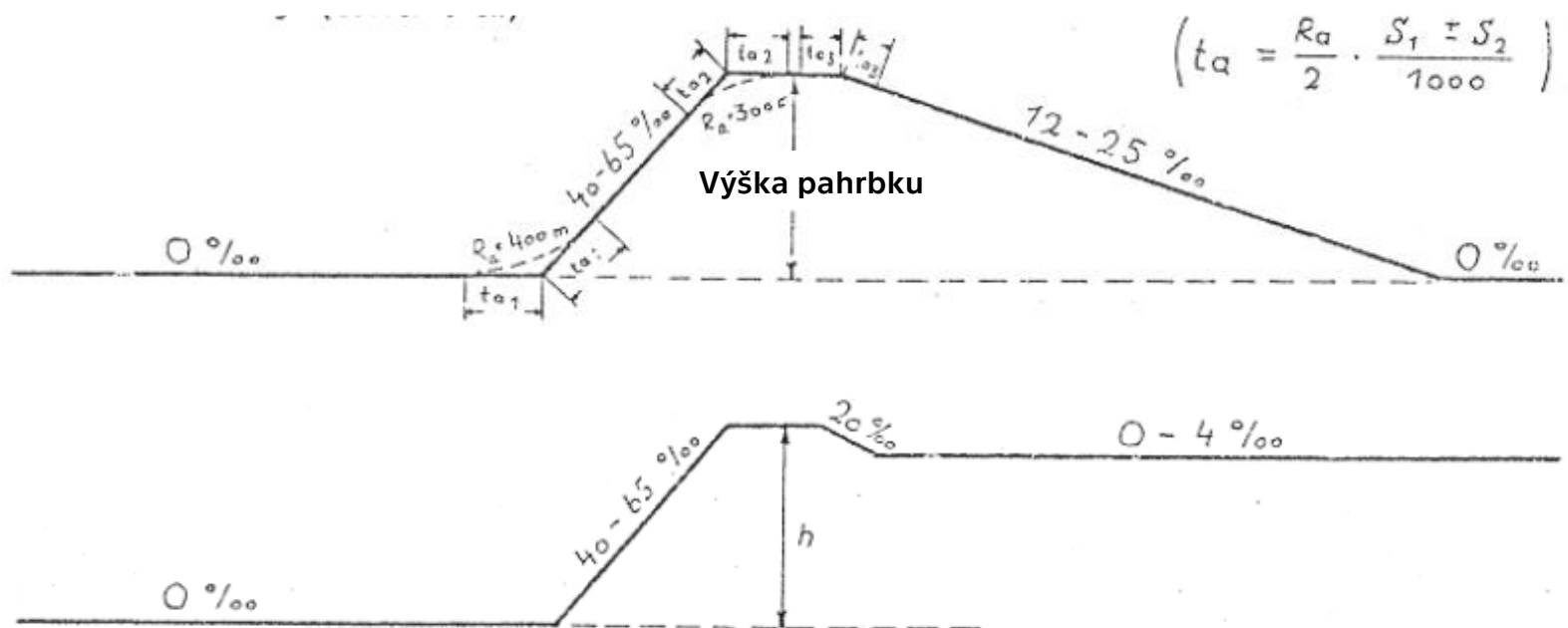
1. Odpojení vozu od posunového dílu na svážném pahrbku – zrychlení díky sklonu (např. 50‰ na 25m)
 2. Cílové brzdění - kolejové brzdy
- Vyšší výkonnost systému v porovnání s odrážením (100 – 300 vozů/h)





SEŘAĐOVÁNÍ – SPOUŠTĚNÍ

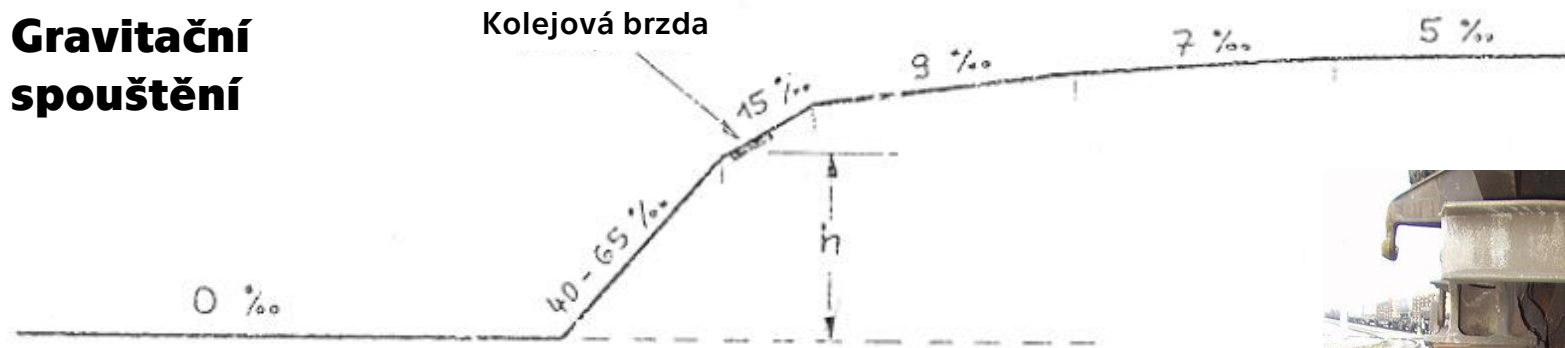
Krátký svážený pahrbek





SEŘAŽOVÁNÍ – SPOUŠTĚNÍ

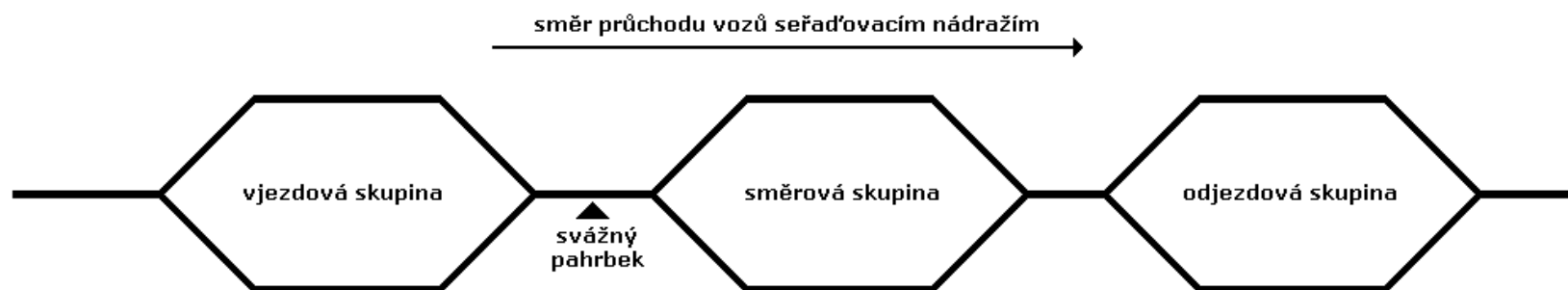
Gravitační spouštění





FUNKCE SEŘAĎOVACÍ STANICE

- přijetí vlaku
- příprava k rozpuštění (spouštění jednotlivých vozů či jejich skupin)
- rozpouštění
- sběr
- třídění
- sestava vlaku
- příprava k odjezdu



Wikipedia: Petr Štefek





KONFIGURACE SEŘAĐOVACÍ STANICE

Vjezdová skupina

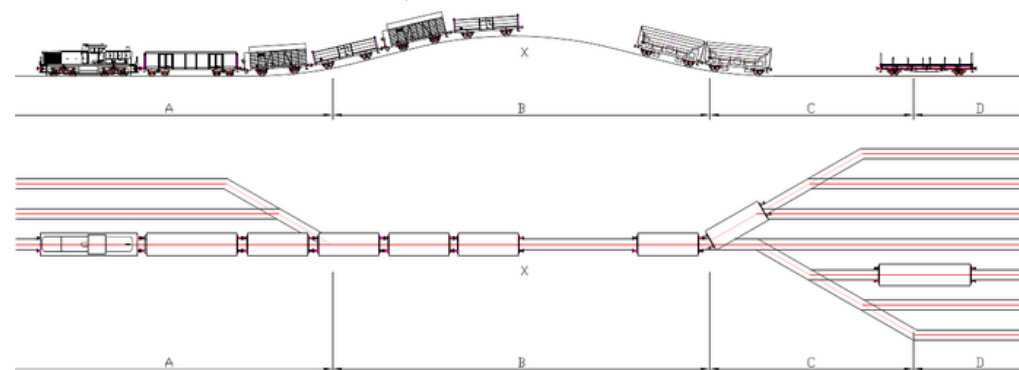
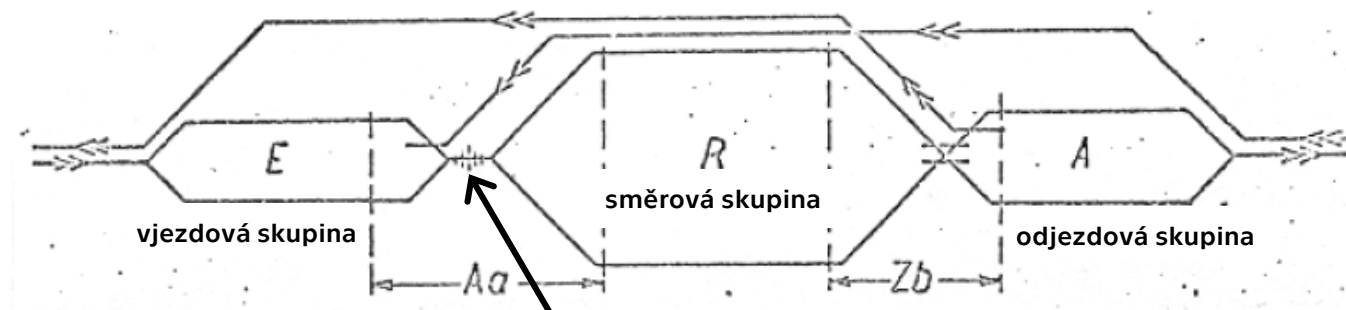
- přijetí, příprava k rozpuštění

Směrová skupina

- rozpuštění, sběr, třídění

Odjezdová skupina

- sestava vlaku, příprava k odjezdu



Wikipedia: Christian Lindecke

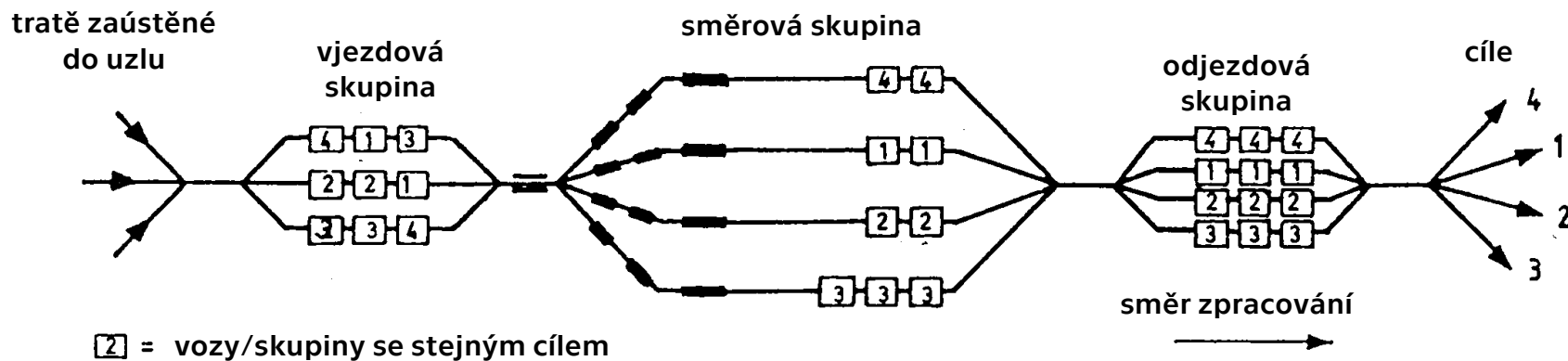




PRINCIP PRÁCE SEŘAĐOVACÍ STANICE

Způsob třídění vozů

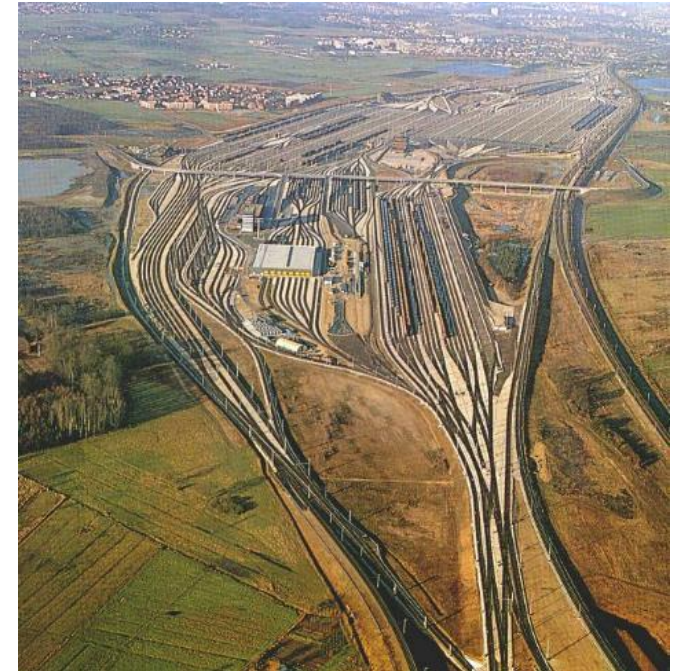
- klasický při malém počtu vozů podle směrů (vlaků), následně podle cílových stanic
- simultánní méně časově náročný způsob, efekt nastává od určitého počtu tříděných vozů





POLOHA SEŘAĎOVACÍ STANICE V SÍTI

- v blízkosti **uzlů** a **průmyslových oblastí** – zdroje a cíle nákladní dopravy
- centrální poloha v síti s cílem minimalizace ujetých vkm
- dostupnost okolních tratí s maximální separací od osobní dopravy
- mimo osídlené oblasti (hluk)
- zabezpečení sítí – energie, voda



Maschen (SRN)





VLAKOTVORNÉ (SEŘAŽOVACÍ) STANICE

nádraží	počet směrových kolejí	výkonnost (počet rozposunovaných vozů / den)
Ostrava levé + pravé	39	2849
Nymburk hl. n.	17	2186
Česká Třebová	32	1463
Most nové nádraží	33	1374
České Budějovice	21	1194
Břeclav přednádraží	13	1072
Praha-Libeň	11	1033
Český Těšín	8	1004
Brno-Maloměřice	23	987
Olomouc pravé předn.	15	876
Plzeň hl.n.	21	830
Přerov pravé přednádraží	22	822
Valašské Meziříčí	11	808
Třinec	6	675
Havlíčkův Brod	13	660
Hradec Králové hl. n.	11	639
Pardubice hl. n.	10	638
Kralupy nad Vltavou	11	590
Děčín hl. n.	10	558
Beroun	12	538
Cheb	15	422
Liberec	12	336

- **Prioritní** – k modernizaci a automatizaci
- **Stabilní výkony** – k obnově či modernizaci dle potřeby
- **Neperspektivní** – klesající výkony

[Binko, SŽDC: Prohlášení o dráze]



„Klasická“ vlakotvorba

- z každé vlakotvorné stanice odjede určitý počet relačních vlaků (odlivů) do vybraných ostatních vlakotvorných stanic (ne do všech v síti)
- místní obsluha prováděna v atrakčním obvodu vlakotvorné stanice dle nejrůznějších kritérií
- **Plán vlakotvorby** určuje směrování zásilek (s ohledem na čas a počet rozřazení)

Funkčnost

- velmi dobrá při vysokém počtu vozových zásilek v síti (velké počty odlivů – kratší intervaly mezi odlivy)
- špatná při malém množství odlivů (dlouhé doby dodání, enormní nárůsty doby přepravy při nepravidelnostech)

(např. ČD Cargo, ZSSK Cargo apod.)





Vlakotvorba na principu „nočních skoků“

- z každé vlakotvorné stanice v síti odjede pouze jeden relační vlak do každé další vlakotvorné stanice (skupinové vlaky i podle dní v týdnu)
- všechny relace mezi vlakotvornými stanicemi obsluhovány v noci
- místní obsluha prováděna v atrakčním obvodu vlakotvorné stanice výhradně dle parametru času (obsluha převážně v okrajových částech dne)
- Plán vlakotvorby je podstatně jednodušší (směrování zásilek principiálně stejné, **variantní směrování** se upravuje dle aktuálního dne)

Funkčnost

- velmi dobrá i při malém počtu vozových zásilek v síti
- vysoké nároky na přesnost, dobu řazení, ostré špičky v seřadovacích stanicích

(např. SBB Cargo, Railion...)





PLÁN VLAKOTVORBY

Zásilka:
Šumperk (327) – Liberec (527)

1. Šumperk → 501 (Č. Třebová)
2. Č. Třebová → 519 (Nymburk)
3. Nymburk → 527 (Liberec)

Nalezené spoje:

Den odjezdu	Odkud/Kam	Příjezd	Odjezd	Vlak
13.11	Šumperk		18:11	93171/1
	Zábřeh na Moravě	19:09	21:37	61302/2
14.11	Česká Třebová	22:26	05:17	63402/2
	Nymburk	07:47	17:53	64302/2
	Liberec	22:38		
28 hod, 27 min / 245 km (tarifní vzdálenost)				

327 Šumperk	300	301-318=320 325,326=326 335-344=501 349=501	319=326 328,329=326 345=326	320-324=320 330-334=320 346-348=320
	500	501-561=501		
	700	701-726=501		
501 Česká Třebová seř. n.	300	301,302=312 307=320 311-315=312* 319=312 326-329=326 342=342 346=320	303-305=305 308-310=312 316=312 320-324=320 330-332=320 343,344=343 347-349=343	306=312 311-315=311* 317,318=320 325=325 333-341=343 345=325
	500	502=502 505=505 508-511=509 517=517 529-542=519 553=544	503=503 506=509 512-514=513 518-527=519 543-550=544 554-561=558	504=504 507=519 515,516=343 528=544 551,552=519
	700	701-704=544 712-715=558 723=544	705=558 716,717=710 724,725=343	706-711=710 718-722=343 726=726
519 Nymburk hl.n.	300	301-332=501 342=501 347-349=343	333,334=343 343,344=343	335-341=515 345,346=501
	500	501-504=501 507=526 512-514=513 518=518 522-525=533 528=544 531=531 536-542=540 553=701	505=505 508-510=509 515,516=515 520=520 526=526 529=529 532,533=533 543-550=544 554-561=558	506=509 511=511 517=517 521=521 527=527 530=530 534,535=535 551,552=540
	700	701-704=701 712-715=558 723=544	705=558 716,717=701 724,725=515	706-711=701 718-722=515 726=726



ORGANIZACE VLAKOTVORBY – SROVNÁNÍ

- **„klasická“ vlakovorba** reaguje na pokles zásilek snížením počtu relačních vlaků (odlivů), případně zrušením relací – nákladově efektivní, avšak existuje vysoké riziko poklesu tržeb (prodloužení dodacích lhůt – např. i na 4 – 5 dní)
- při poklesu vozových zásilek pod určité množství se systém založený na principu **„nočních skoků“** stává neúnosně drahý
 - Railion – optimalizace MORA C – snížení počtu obsluhovaných tarifních bodů
 - SBB Cargo – prodloužení dodacích lhůt na kategorie 18, 24 a 36 h dle skupin zákazníků
- v případě principu „nočních skoků“ je nutno řešit nákladovou vazbu mezi počtem obsluhovaných seřadovacích stanic a velikostí atrakčních obvodů (nepřímá úměra) a to s ohledem na dodací lhůty (tj. součet všech technologických dob včetně doby jízdy vlaků, rozřazování atd.)





KONEČNÝ ZÁKAZNÍK?

Průmyslové areály s vlastním kolejištěm:

Předávací koleje

Průmyslové areály, podniky:

Vlečky

Ostatní zákazníci:

VNVK (= všeobecné nákladkové a vykládkové koleje) v jednotlivých stanicích, obvykle vybaveny rampou





SLABÉ STRÁNKY ROZVOJE ŽND

- Absence napojení nově budovaných **průmyslových zón a logistických center** – zejména v aglomeračních oblastech
 - Neschopnost získání přeprav (s ohledem na doby dodání, řízení provozu a výlukovou činnost) v režimu **Just-in-time**, kdy zároveň existuje tlak na spolehlivost i krátkou dobu přepravy
 - Cena za použití železniční dopravní cesty – např. za vlak o hmotnosti 1500 t se na celostátní dráze platí 101,15 Kč/vlkm (na tratích zařazených do evropského systému 109,95 Kč/vlkm)
 - Nedostatečná kapacita na centrálních prvcích sítě
- ⇒ V roce 2016 založeno zájmové sdružení nákladních železničních dopravců ŽESNAD, sdružující prakticky všechny významné dopravce v ČR

ŽESNAD.CZ





SITUACE NA TRHU

Liberalizovaný přístup k železniční dopravní cestě

- Přidělování kapacity a konstrukce tras v rámci přípravy GVD (žádost 8 měsíců před počátkem platnosti)
- Přidělování kapacity a konstrukce tras v „ad hoc“ režimu (OSS)
- Cena za použití dopravní cesty – výkonové zpoplatnění na celé síti (prohlášení o dráze, cenový výměr Ministerstva financí)

V ČR existuje celá řada velkých nákladních železničních dopravců:

- ČD Cargo, AWT (dříve Viamont + OKD), Metrans Rail, Unipetrol, ...
- Ostrá konkurence zejména v přepravě ucelených vlaků

V Evropě

- Liberalizovaný trh nákladní dopravy
- Většina dopravců jde cestou **kooperace v mezinárodní dopravě** (lepší využívání zdrojů; větší finanční efekt, než investice do interoperability)
- např. Railion + BLS Cargo, Xrail (přeprava vozových zásilek)





Přeprava ucelených vlaků

- Míra závislosti na výrobě oceli, uhlí, ropných produktů, stavebních materiálů, automobilů – podmínka ekonomického růstu
- Podmínka existence vlečky koncových zákazníků
- Vliv třetích dopravců – ostrá konkurence
- Vysoký podíl prázdného běhu
- Požadavek na vyšší efektivitu
- Požadavek na spolehlivost a pravidelnost X přepravní rychlost





Přeprava vozových zásilek

- Podmínka garance dodání zásilky – pevný jízdní řád
- Přehled o zásilce po celou dobu jízdy (Track & Trace)
- Možnost skladování zboží jako dodatečná nabídka železničního dopravce
- Snaha o zvýšení běhu nákladních vozů – zvýšení stupně pokrytí vlastních nákladů
- Kooperace s ostatními dopravci, zejména v mezinárodní přepravě vozových zásilek (Xrail)





KATEGORIE NÁKLADNÍCH VLAKŮ

- | | | |
|-------------|----------------------------|---|
| Nex | – <u>expresní nákladní</u> | – přednostní zásilky zpravidla mezinárodní dopravy |
| Rn | – <u>rychlý nákladní</u> | – přednostní zásilky |
| Pn | – <u>průběžný nákladní</u> | – přeprava zátěže mezi vlakovými seřadovacími stanicemi, ucelené vlaky (uhlí, chemie) |
| Mn | – <u>manipulační</u> | – svoz a rozvoz zátěže do mezilehlých stanic |
| Vn | – <u>vyrovnávkový</u> | – přeprava prázdných vozů |
| Vleč | – <u>vlečkový</u> | – pro jízdu na vlečku odbočující ze širé trati |





HNACÍ VOZIDLA PRO NÁKLADNÍ DOPRAVU

Traťové lokomotivy – požadavek velké tažné síly (až 300 kN) \Rightarrow vysoké nápravové zatížení

- Výkon až 6 MW v elektrické trakci (v ČR do 3 MW)

Parametry nákladních vlaků

- Hmotnost: 400 – 2500 t
- Rychlost 70 – 120 km/h, výjimečně 160 km/h
- Délka až 700 m (SRN)

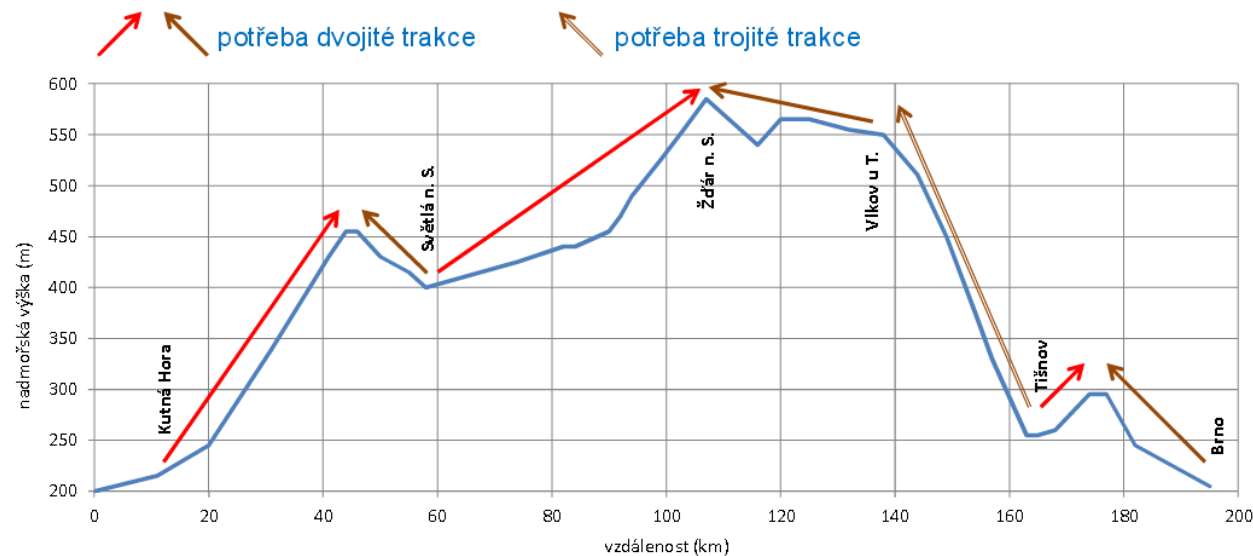




DODATEČNÉ ČINNÉ HNACÍ VOZIDLO

Více než jedním činným hnacím vozidlem (tj. s přípřeží, postrkem nebo vloženým hnacím vozidlem) je dovoleno dopravovat každý vlak, jehož dopravní hmotnost překračuje normativní hmotnosti příslušný jednomu (vlakovému) hnacímu vozidlu.

- přípřež
 - bez omezení rychlosti, možné omezení tažné síly
- postrk
 - zavěšený $v_{max} = 100 \text{ km/h}$
 - nezavěšený $v_{max} = 80 \text{ km/h}$





POŽADAVKY NA NÁKLADNÍ VOZY

- Požadavky zákazníka – doba přepravy – např. noční skok, technologie Just-in-Time ⇒ nejvyšší dovolená rychlost, rychlost přepravy, časová náročnost nakládky a vykládky
- Překládka – terminál kombinované dopravy, vlečka
- Způsob překládky – např. u sypkých materiálů
- Ochrana před poškozením zboží (posun, odcizení)
⇒ speciální vozy





TYPY NÁKLADNÍCH VOZŮ DLE UIC

E	–	otevřené vozy běžné stavby	– uhlí
F	–	otevřené vozy speciální	– uhlí, rudy
G	–	kryté vozy běžné stavby	– kusové zásilky
H	–	kryté vozy speciální	– paletované zboží
I	–	chladící vozy se střední izolací	– zkazitelné potraviny
K	–	plošinové vozy dvounápravové běžné stavby	





TYPY NÁKLADNÍCH VOZŮ DLE UIC

- L** – plošinové vozy speciální - dvounápravové
- R** – podvozkové vozy běžné stavby s otevíratelnými čelními stěnami a klanicemi
- S** – podvozkové plošinové vozy speciální – kombinovaná doprava
- T** – vozy s otevíratelnou střechou a výškou „dveří“ do 1,90 m
- U** – ostatní vozy – pro přepravu tekutých, plynných a prachových materiálů (např. cement), dále např. hlubinové vozy
- Z** – kotlové vozy („cisternové“)





TYPY NÁKLADNÍCH VOZŮ

Otevřené vozy běžné stavby

- dvounápravové



- čtyřnápravové



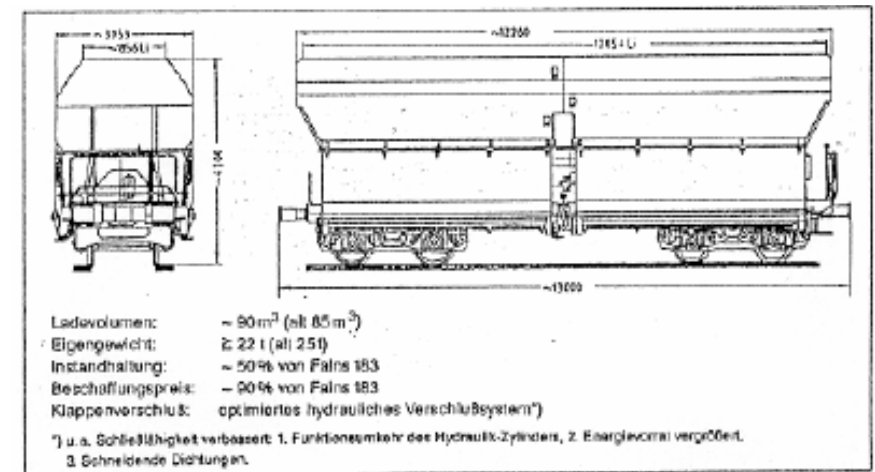
- přeprava sypkých hmot, uhlí, šrotu, dřeva, papíru





TYPY NÁKLADNÍCH VOZŮ

- Modernizované **vozy pro přepravu sypkých hmot** – **Fal** (samovýklopný), **Tal** (se střechou)
- Vysoký poměr hmotnosti nákladu k délce vozu
- Příznivý poměr cena/výkon
- Vlastní hmotnost 25 t
- Objem nákladu až 90 m³





TYPY NÁKLADNÍCH VOZŮ

Kryté vozy

- dvounápravové
 - běžné stavby
 - s posuvnými bočními stěnami
- čtyřnápravové
 - běžné stavby
 - s posuvnými bočními stěnami a přestavitelnými vnitřními dělicími přepážkami
- přeprava paletizovaného zboží podléhajícího povětrnostním vlivům





TYPY NÁKLADNÍCH VOZŮ

Plošinové vozy k přepravě

- automobilů
- strojů
- trubek
- profilů
- svitků ocel. Drátů
- ocelových desek
- předvalků
- kontejnerů
- kolejnic
- pražců
- kolejových polí





TYPY NÁKLADNÍCH VOZŮ

Izotermické (chladicí) vozy

- přeprava snadno zkazitelného zboží
- 3 typy vozů podle regulace teploty:
 1. Izotermický vůz bez chladicího zařízení
 - Přeprava mléčných výrobků a ovoce
 2. Chladicí vozy s chladícím zásobníkem
 - Chladicí látka – přírodní nebo suchý led
 - Kolísání teploty
 3. Chladicí vozy s chladícím zařízením
 - Zajištění konstantní teploty
 - Přeprava hluboko zmrazených potravin
 - Vysoké náklady na údržbu a provoz chladicího zařízení





TYPY NÁKLADNÍCH VOZŮ

Cisternové vozy

- přeprava uhlovodíkových paliv
- stlačený plyn
- chemické látky





TYPY NÁKLADNÍCH VOZŮ

Speciální vozy

- přeprava jemných sypkých hmot
- vykládka pomocí stlačeného vzduchu
- speciální vyklápěcí vozy pro přepravu šterku





MEZE ZATÍŽENÍ VOZŮ

Maximální **ložná míra** podle třídy tratí

Příklad: dvounápravový vůz

- Třída zatížení D – 22,5 t/nápravu
- Celkem: 45 t – (vlastní hmotnost 16,5 t) = 28,5 t nákladu

	A	B	C	D	
S	40,5	48,5	56,5	66,5	**
120	00,0 t				





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

Vozy ČD CARGO



► Nákladní vozy (Evidenční stav k 31.12.)

POČET ►	2008	2007	2006
Nákladní vozy celkem	31 656	32 809	33 354
V tom:			
Kryté vozy	5 559	6 331	7 022
Otevřené vozy	18 225	18 779	18 858
Plošinové vozy	6 089	5 857	5 632
Ostatní nákladní vozy	1 783	1 842	1 842
Celková ložná hmotnost v tis. tun	1 546	1 619	1 635





INOVACE V ŽELEZNIČNÍ NÁKLADNÍ DOPRAVĚ

Vozy

- Inovace se doposud prosadily pouze v oblasti přizpůsobení typu přepravovaného zboží a maximalizace objemu (např. 4 TEU)
- Budoucí efektivní provoz vyžaduje zavést
 - jednotné evropské automatické spřáhlo
 - nákladní vozy s vlastním pohonem
 - nákladní vozy emitující minimální hluk

Provoz a infrastruktura

- možnost přepravy co nejdelších vlaků – lepší využití kapacity (cca 1,5x u 2x dlouhých vlaků – simulace ETH Zürich)
- vyšší nápravové zatížení
- větší průjezdný průřez
- vysokorychlostní přeprava „leteckých“ zásilek





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**



TECHNOLOGIE DOPRAVY

DĚKUJI ZA POZORNOST

[i HTTP://ZOLOTAREV.FD.CVUT.CZ/TEDL](http://zolutarev.fd.cvut.cz/tedl)

[✉ TECHNOLOGIE@FD.CVUT.CZ](mailto:TECHNOLOGIE@FD.CVUT.CZ)

[🏠 KONZULTACE MÍSTNOST A-262, HTTPS://KONZULTACE.FD.CVUT.CZ/](https://konzultace.fd.cvut.cz/)



POUŽITÉ ZDROJE

- archiv Ing. Karla Baudyš, Ph. D.
- Barrera Marquez - http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Rail_gauge_world.png
- Binko, M.: Železniční infrastruktura pro nákladní dopravu. Czech Raildays, 16. 6. 2015 – <http://binko.webzdarma.cz/2015-6b.pdf>
- ČD Cargo – <http://www.cdcargo.cz>
- Cremedia – http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:MAS_PICO.jpg
- Eurostat – http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Railway_freight_transport_statistics
- Krýže P., SŽDC s.o. – www.szdc.cz
- Lindecke C. – <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Ablaufberg.png>
- Neoficiální stránky železniční stanice Praha Masarykovo nádraží – www.masn.wz.cz
- Perez A. M. – www.k-report.net
- Štefek P. – <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Ranzir.PNG>
- TU Dresden – výukové materiály FVW Friedrich List

