

Koncept provozu elektrických dvouzdrojových vozidel v regionální železniční dopravě v Kraji Vysočina

Jaroslav Novák
UNIVERZITA PARDUBICE
Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra elektrotechniky, elektroniky
a zabezpečovací techniky v dopravě



Přednosti železnice

- Malé jízdní odpory (odpor valení 8x menší oproti silnici)



Přednosti železnice

- Malé jízdní odpory (odpor valení 8x menší oproti silnici)
- Předpoklady pro nižší spotřebu energie (os. auto 200 Wh/km/t, autobus 110 Wh/km/t, tramvaj 50 Wh/km/t, elektrický vlak 40 Wh/km/t)



Přednosti železnice

- Malé jízdní odpory (odpor valení 8x menší oproti silnici)
- Předpoklady pro nižší spotřebu energie (os. auto 200 Wh/km/t, autobus 110 Wh/km/t, tramvaj 50 Wh/km/t, elektrický vlak 40 Wh/km/t)
- Velká přepravní kapacita



Přednosti železnice

- Malé jízdní odpory (odpor valení 8x menší oproti silnici)
- Předpoklady pro nižší spotřebu energie (os. auto 200 Wh/km/t, autobus 110 Wh/km/t, tramvaj 50 Wh/km/t, elektrický vlak 40 Wh/km/t)
- Velká přepravní kapacita
- Větší bezpečnost



Přednosti železnice

- Malé jízdní odpory (odpor valení 8x menší oproti silnici)
- Předpoklady pro nižší spotřebu energie (os. auto 200 Wh/km/t, autobus 110 Wh/km/t, tramvaj 50 Wh/km/t, elektrický vlak 40 Wh/km/t)
- Velká přepravní kapacita
- Větší bezpečnost
- Předpoklady pro větší komfort



Přednosti železnice

- Malé jízdní odpory (odpor valení 8x menší oproti silnici)
- Předpoklady pro nižší spotřebu energie (os. auto 200 Wh/km/t, autobus 110 Wh/km/t, tramvaj 50 Wh/km/t, elektrický vlak 40 Wh/km/t)
- Velká přepravní kapacita
- Větší bezpečnost
- Předpoklady pro větší komfort
- Předpoklady pro větší rychlost



Přednosti železnice

- Malé jízdní odpory (odpor valení 8x menší oproti silnici)
- Předpoklady pro nižší spotřebu energie (os. auto 200 Wh/km/t, autobus 110 Wh/km/t, tramvaj 50 Wh/km/t, elektrický vlak 40 Wh/km/t)
- Velká přepravní kapacita
- Větší bezpečnost
- Předpoklady pro větší komfort
- Předpoklady pro větší rychlost
- Předpoklady pro výrazně čistší provoz



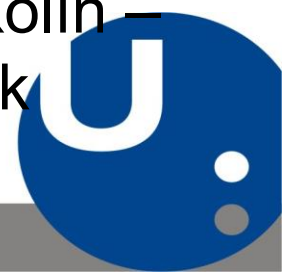
Příklad z historie



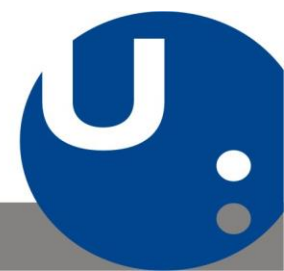
Příklad z historie



Obr. z r. 1967 - dva roky po dokončení elektrizace trati Kolín – H. Brod – je nedostatek elektrických lokomotiv a přebytek nových parních, které budou brzy zrušeny.



Železnice v dálkové dopravě



Železnice v příměstské dopravě



Železnice v regionální krajské dopravě

- Otázka infrastruktury – technický stav tratí, potenciál pro elektrizaci?
- Otázka vozidel – potřeba koncepčně nových vozidel pro potřebný komfort a čistý provoz



Železnice v regionální krajské dopravě

- Otázka infrastruktury – technický stav tratí, potenciál pro elektrizaci?
- Otázka vozidel – potřeba koncepčně nových vozidel pro potřebný komfort a čistý provoz

Co je čistý provoz (s perspektivou 30 let)?

- Biopaliva?
- CNG?
- Hybridní pohony?
- Vodíkové technologie?
- Elektřina z troleje či z akumulátoru?



Inspirace pro regionální železniční dopravu v MHD

Hradec Králové, Brno, České Budějovice, Zlín, Ostrava,
Plzeň, Teplice, Pardubice, Mariánské Lázně, Opava,
(Praha) - města, kde je nebo v roce 2018 bude zaveden
provoz parciálních elektrobusů



Inspirace pro regionální železniční dopravu v MHD

Hradec Králové, Brno, České Budějovice, Zlín, Ostrava, Plzeň, Teplice, Pardubice, Mariánské Lázně, Opava, (Praha) - města, kde je nebo v roce 2018 bude zaveden provoz parciálních elektrobusů



Kombinace
trolejového
a akumulátorového
napájení



Motivace pro zavedení železničních vozidel s napájením z troleje a z akumulátoru

- Nižší náklady na provoz (energie, údržba)



Motivace pro zavedení železničních vozidel s napájením z troleje a z akumulátoru

- Nižší náklady na provoz (energie, údržba)
- Vozidla s elektrickými pohony neprodukují škodlivé emise a pracují s výrazně nižší hlučností



Motivace pro zavedení železničních vozidel s napájením z troleje a z akumulátoru

- Nižší náklady na provoz (energie, údržba)
- Vozidla s elektrickými pohony neprodukují škodlivé emise a pracují s výrazně nižší hlučností
- Provoz dvouzdrojových kolejových vozidel v podmínkách regionální dopravy klade velmi malé nároky na dobudování případné nabíjecí infrastruktury (třetina tratí v ČR je elektrifikována)



Motivace pro zavedení železničních vozidel s napájením z troleje a z akumulátoru

- Nižší náklady na provoz (energie, údržba)
- Vozidla s elektrickými pohony neprodukují škodlivé emise a pracují s výrazně nižší hlučností
- Provoz dvouzdrojových kolejových vozidel v podmínkách regionální dopravy klade velmi malé nároky na dobudování případné nabíjecí infrastruktury (třetina tratí v ČR je elektrifikována)
- Provozem dvouzdrojových vozidel v části trasy na elektrifikované trati se eliminuje jinak nezanedbatelná nabíjecí doba



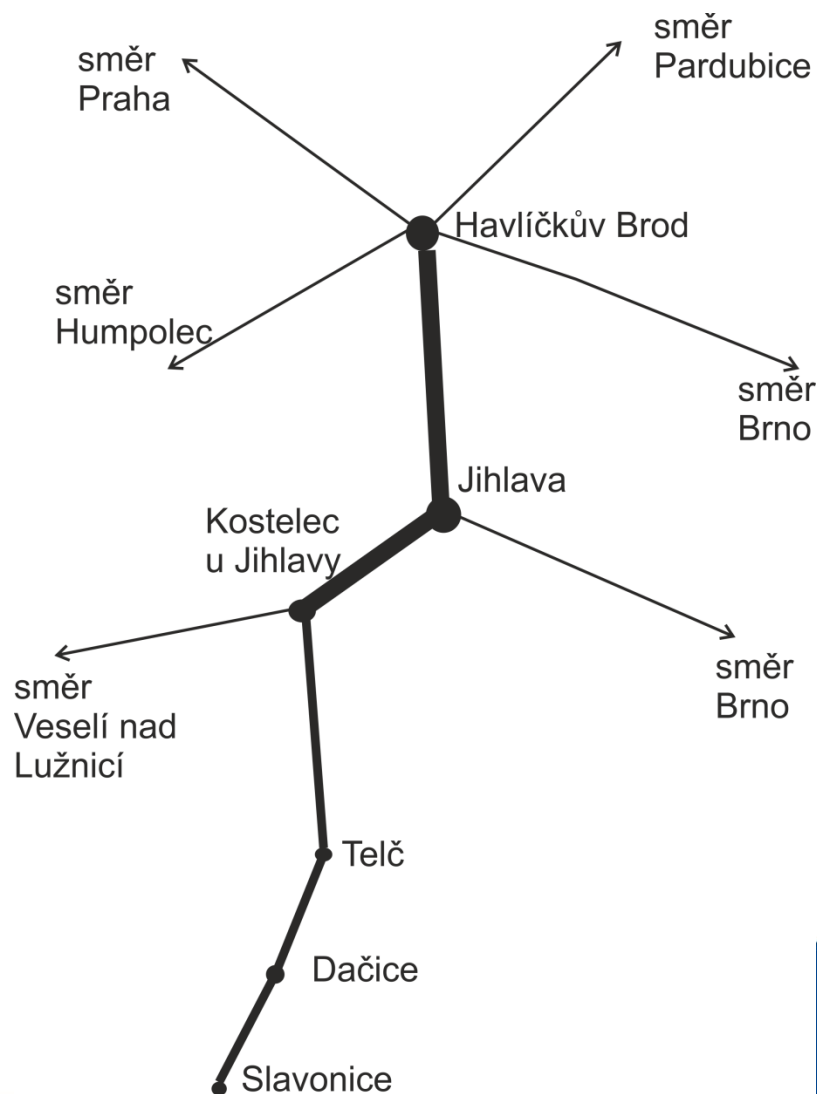
Motivace pro zavedení železničních vozidel s napájením z troleje a z akumulátoru

- Nižší náklady na provoz (energie, údržba)
- Vozidla s elektrickými pohony neprodukují škodlivé emise a pracují s výrazně nižší hlučností
- Provoz dvouzdrojových kolejových vozidel v podmínkách regionální dopravy klade velmi malé nároky na dobudování případné nabíjecí infrastruktury (třetina tratí v ČR je elektrifikována)
- Provozem dvouzdrojových vozidel v části trasy na elektrifikované trati se eliminuje jinak nezanedbatelná nabíjecí doba
- V případě postupující elektrifikace lze dvouzdrojové kolejové vozidlo sběrač - akumulátor použít s minimálními úpravami pro trvalý plnohodnotný provoz s výhradně trolejovým napájením



Průzkum možností realizace pilotního provozu dvouzdrojových železničních vozidel

- KÚ Vysočina, ČD, SIEMENS, Univerzita Pardubice - Dopravní fakulta Jana Pernera
- Koncept provozu dvouzdrojových vozidel na budoucí páteřní krajské železniční lince Havlíčkův Brod – Dačice – (Slavonice) bez úzké vazby na aktuální stav železniční infrastruktury



Výpočetní studie provozu dvouzdrojových vozidel na železniční lince Havlíčkův Brod – Slavonice zpracovaná na Univerzitě Pardubice

Modelové vozidlo:

- Dvouvozová souprava pro 120 až 150 cestujících
- Maximální rychlost 160 km/h
- Hmotnost 110 t
- Trakční výkon 1500kW
- Uspořádání Bo' 2' Bo '
- Napájecí systém 25kV/50Hz, aku
- Kapacita akumulátoru 600 kWh
- Hmotnost akumulátoru 4 t
- Životnost akumulátoru 3 až 4 roky



Metodika simulačních výpočtů provozu vozidla

Vstupní data:

- Technické parametry vozidla (trakční charakteristika, jízdní odpory, struktura a parametry komponent pohonného řetězce, účinnosti komponent pohonného řetězce, pomocné spotřeby)
- Parametry tratě (traťové rychlosti sklony, oblouky, poloha zastávek)
- Rozsah elektrizace na trati
- Strategie řízení energetických toků vozidla při jízdě na elektrifikovaném a neelektrifikovaném úseku



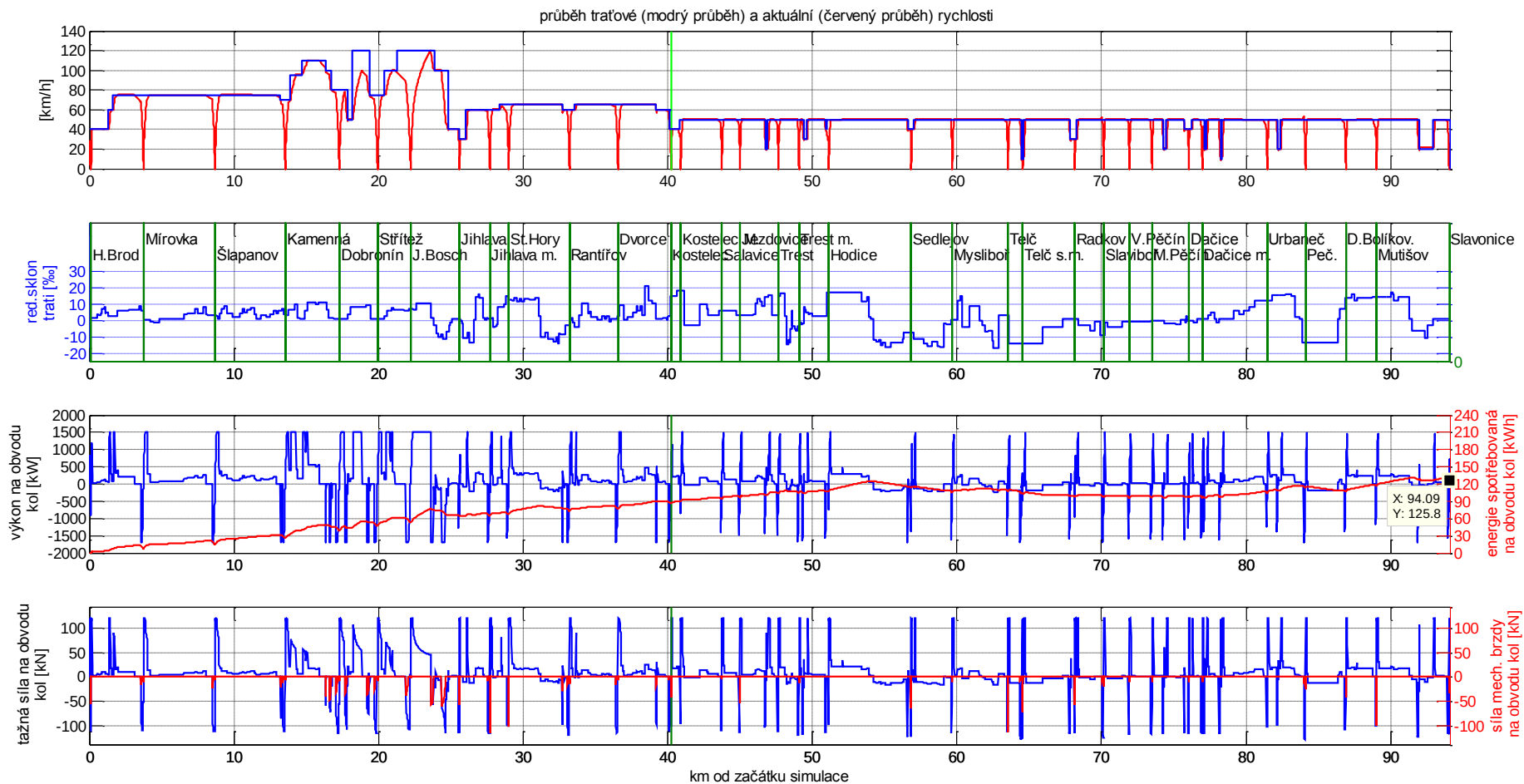
Metodika simulačních výpočtů provozu vozidla

Výstupní data:

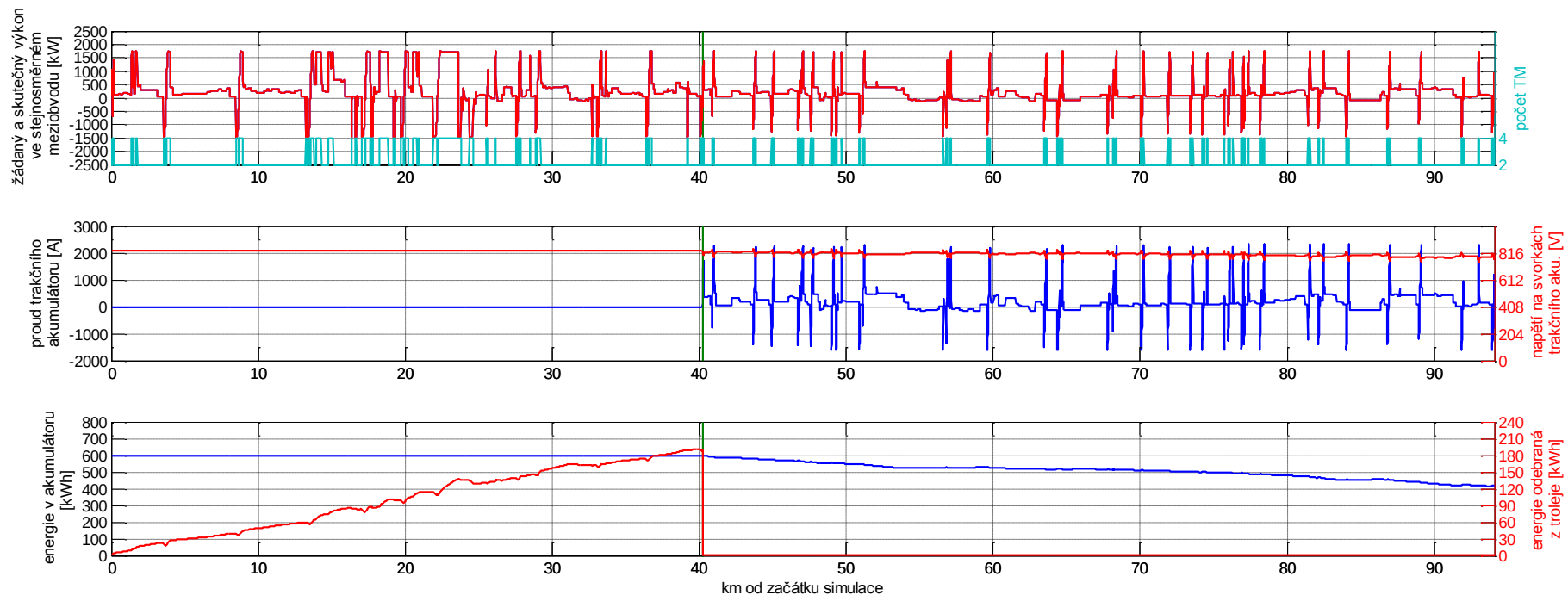
- Rychlost
- Výkon
- Tažná a brzdná síla
- Zrychlení
- Odebraná energie pohonu
- Odebraná energie z trakčního vedení
- Stav nabití akumulátoru
- Čas nabíjení trakčního akumulátoru při jízdě na elektrifikovaném úseku
- Jízdní řád (jízdní doby)



Virtuální projížďka dvouzdrojovým vozidlem



Virtuální projížďka dvouzdrojovým vozidlem



Virtuální projížďka dvouzdrojovým vozidlem – jízdní řád

0	I	H.Brod	I	11:0	11:1.2
3.76	I	Mírovka	I	11:6	11:6
8.707	I	Šlapanov	I	11:10.8	11:12
13.57	I	Kamenná	I	11:15.6	11:16.2
17.306	I	Dobronín	I	11:19.2	11:21
19.949	I	Střítež	I	11:22.2	11:22.8
22.246	I	J.Bosch	I	11:25.2	11:25.2
25.605	I	Jihlava	I	11:28.2	11:29.4
27.702	I	Jihlava m.	I	11:31.8	11:33
29.007	I	St.Hory	I	11:34.2	11:34.2
33.206	I	Rantířov	I	11:39	11:40.2
36.577	I	Dvorce	I	11:43.2	11:43.2
40.236	I	Kostelec	I	11:47.4	11:49.2
40.91	I	Kostelec M.	I	11:48.6	11:48.6
43.752	I	Salavice	I	11:52.8	11:52.8
45.003	I	Jezdovice	I	11:55.2	11:55.2
47.642	I	Trest	I	11:59.4	11:60
49.084	I	Trest m.	I	12:1.8	12:1.8
51.148	I	Hodice	I	12:5.4	12:5.4
56.848	I	Sedlejev	I	12:12.6	12:13.8
59.696	I	Mysliboř	I	12:16.8	12:16.8
63.539	I	Telč	I	12:22.2	12:23.4
64.57	I	Telč s.m.	I	12:24	12:24.6
68.162	I	Radkov	I	12:29.4	12:30
70.162	I	Slaviboř	I	12:32.4	12:33
71.942	I	V.Pěčín	I	12:35.4	12:35.4
73.493	I	M.Pěčín	I	12:37.8	12:38.4
76.038	I	Dačice	I	12:42.6	12:43.8
76.978	I	Dačice m.	I	12:44.4	12:44.4
81.474	I	Urbaneč	I	12:51.6	12:51.6
84.127	I	Peč.	I	12:55.8	12:55.8
86.897	I	D.Bolíkov.		12:60	12:60
89.026	I	Mutišov		13:3	13:3
94.041	I	Slavonice		13:11.4	13:11.4

Energetické a ekonomické efekty

úsek	spotřeba nafty (25Kč/l) + opotřebení SM (10Kč na 1l nafty)	energie z troleje (1kWh = 2,1Kč)	spotřeba nafty (25Kč/l) + opotřebení SM (10Kč na 1l nafty)	energie z troleje (1kWh = 2,1Kč)	Opotřebení aku (1kWh = 8,3Kč)
H.Brod - Slavonice	135l / 4725Kč	190kWh / 399Kč	72l / 2520Kč	190kWh / 399Kč	183kWh / 1519Kč
Slavonice – H.Brod	126l / 4410Kč	128kWh / 269Kč	75l / 2625Kč	527 kWh (včetně dobíjení) / 1107Kč	189kWh / 1569Kč
Náklady na energii na 1 obrat	Diesellové vozidlo 9135Kč	Dvouzdrojové vozidlo trolejové napájení + spalovací motor 5813Kč		Dvouzdrojové vozidlo trolejové napájení + akumulátor 4594Kč	

Cíle – energetické a ekonomické efekty, ale také

- Rozvíjení udržitelné a komfortní mobility - součásti společenského života
- Čistá doprava – eliminace emisí (CO_2 , NO_x , pevné částice, aromatické uhlovodíky, ...)

Normální je žít v čistém prostředí:



Cíle – energetické a ekonomické efekty, ale také

- Rozvíjení udržitelné a komfortní mobility - součásti společenského života
- Čistá doprava – eliminace emisí (CO_2 , NO_x , pevné částice, aromatické uhlovodíky, ...)

Normální je žít v čistém prostředí:

- Přestaly jezdit parní lokomotivy



Cíle – energetické a ekonomické efekty, ale také

- Rozvíjení udržitelné a komfortní mobility - součásti společenského života
- Čistá doprava – eliminace emisí (CO_2 , NO_x , pevné částice, aromatické uhlovodíky, ...)

Normální je žít v čistém prostředí:

- Přestaly jezdit parní lokomotivy
- Výrazné snížení emisí elektráren a průmyslu, přechod na energetický mix



Cíle – energetické a ekonomické efekty, ale také

- Rozvíjení udržitelné a komfortní mobility - součástí společenského života
- Čistá doprava – eliminace emisí (CO_2 , NO_x , pevné částice, aromatické uhlovodíky, ...)

Normální je žít v čistém prostředí:

- Přestaly jezdit parní lokomotivy
- Výrazné snížení emisí elektráren a průmyslu, přechod na energetický mix
- Omezují se emise z domácích topenišť



Cíle – energetické a ekonomické efekty, ale také

- Rozvíjení udržitelné a komfortní mobility - součástí společenského života
- Čistá doprava – eliminace emisí (CO_2 , NO_x , pevné částice, aromatické uhlovodíky, ...)

Normální je žít v čistém prostředí:

- Přestaly jezdit parní lokomotivy
- Výrazné snížení emisí elektráren a průmyslu, přechod na energetický mix
- Omezují se emise z domácích topenišť
- Nekouří se v kancelářích a restauracích

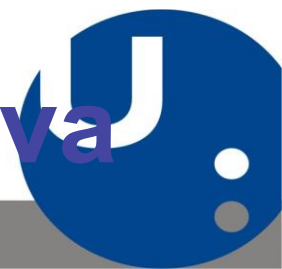


Cíle – energetické a ekonomické efekty, ale také

- Rozvíjení udržitelné a komfortní mobility - součásti společenského života
- Čistá doprava – eliminace emisí (CO_2 , NO_x , pevné částice, aromatické uhlovodíky, ...)

Normální je žít v čistém prostředí:

- Přestaly jezdit parní lokomotivy
- Výrazné snížení emisí elektráren a průmyslu, přechod na energetický mix
- Omezují se emise z domácích topenišť
- Nekouří se v kancelářích a restauracích
- **Zbývá (nejen železniční) doprava**



Děkuji za pozornost

