

# Vybrané přednášky externích a akademických pracovníků ze stáží na DFJP Univerzity Pardubice

v rámci projektu Inženýrské vzdělávání jako  
interakce teorie a praxe CZ.1.07/2.2.00/15/0352



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

**Vybrané přednášky externích a akademických  
pracovníků ze stáží na DFJP UPa v rámci projektu  
Inženýrské vzdělávání jako interakce teorie a praxe  
CZ.1.07/2.2.00/15/0352**



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Všem i zde neuvedeným zúčastněným odborným spolupracovníkům a akademických pracovníků zapojených do projektu Inženýrské vzdělávání jako interakce teorie a praxe CZ.1.07/2.2.00/15/0352 klíčové aktivity KA01 velice děkujeme za vstřícnost a ochotu předávat své nabitě zkušenosti našim studentům. Jakékoli použití obsahu uvedených prezentací je pouze za předpokladu výslovného souhlasu uvedeného autora přednášky.

## Obsah

Část I, Přednášky externích odborníků na půdě Dopravní fakulty Jana Pernera UPa.....	5
Využití georadaru v podzemní stavitelství, Ing. Josef Král (Finpro, Europe, Finland Trade Center Prague) .....	7
Strategie Dopravního podniku hl. m. Prahy, Ing. Jan Hroník (Dopravní podnik hl. m. Prahy).....	13
Modelování imisní zátěže pomocí softwaru SYMOS'97, Ing. Jan György.....	23
Optimale Transportlösungen für heute und morgen, Linda Erlichová (LKW Walter) .....	35
Část II, Přednášky akademických pracovníků DFJP UPa z jejich stáží u podnikatelských subjektů ....	45
Výpočetní postupy stanovování jízdních vlastností kolejových vozidel, doc. Ing. Jaromír Zelenka, CSc. ....	47
Tvorba a modelování JŘ – 1.část – Zásady modelování VHOD, Ing. Josef Bulíček, Ph.D. ....	57
Nedestruktivní diagnostika vozovek pozemních komunikací, Ing. František Haburaj, Ph.D.....	67





## **Část I**

**Přednášky externích odborníků na půdě Dopravní fakulty Jana Pernera UPa**



# Ing. Josef Král

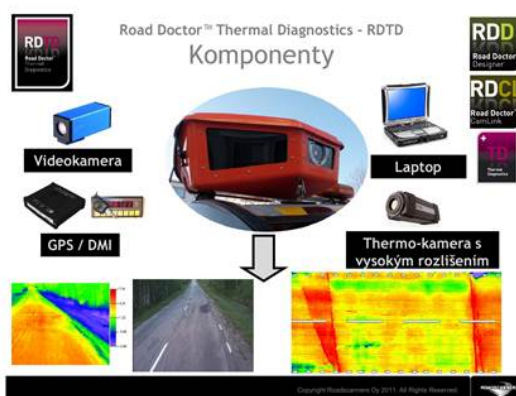
Finpro, Europe, Finland Trade Center Prague

## Využití georadaru v podzemním stavitelství

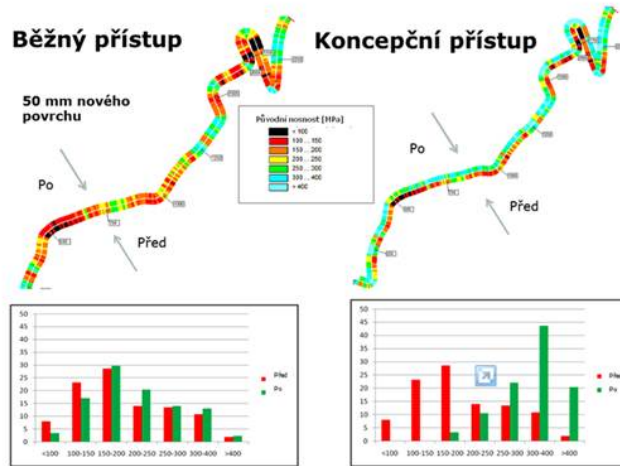


### Georadar

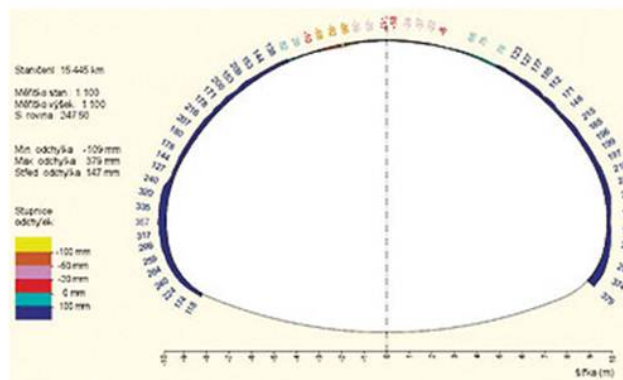
Hlavním předpokladem pro optimální navrhování obnov, oprav a rekonstrukcí dopravní infrastruktury je kvalitní a průběžně prováděná diagnostika jejich stavu. V současné době se v ČR nepoužívají nedestruktivní metody diagnostiky. Stav infrastruktury je kontrolován pomocí jádrových vrtů v několika určených místech zkoumaného úseku. Tento postup však nemůže zaručit optimální výsledky, jelikož stav komunikace je zkoumán pouze v místě provedení sondy.



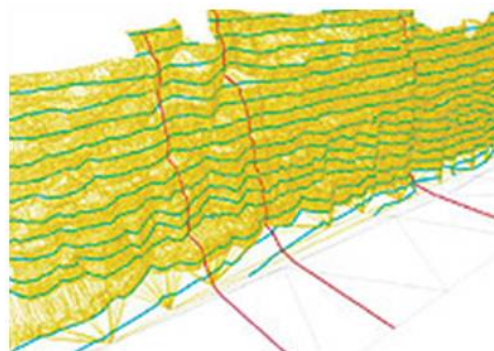
Použitím georadaru je však možné prozkoumat každý centimetr pozemní komunikace, tunelu či mostní konstrukce bez zásahu do povrchu vozovky a tím diagnostikovat možná kritická místa, na kterých je nutné provést opravy. Pravidelné provádění diagnostiky pomocí georadaru a plánování obnov, oprav, případně rekonstrukcí na úsecích, které byly vytipovány jako kritické, dokáže prodloužit životnost pozemní komunikace o 10 až 15 let. Díky použití rychlé, progresivní a nedestruktivní metody pomocí georadaru je možné optimalizovat návrh, čímž se v některých případech sníží investiční náklady až o 30 %.



Těžištěm práce se systémem Cyrax jsou především aplikace laserového skenování při řešení inženýrských a geotechnických úloh, a to zejména zaměřování skutečného stavu podzemních staveb jako jsou tunely a štoly, dále je to zaměřování nepřístupných skalních objektů, inženýrských a pozemních staveb. V neposlední řadě také zaměřujeme skutečný stav architektonických památek, archeologických vykopávek či interiérů filmových kulis.



Zaměření skutečného stavu tunelového ostění je důležité nejenom z hlediska dodržení průjezdnosti tunelové trouby, ale také z hlediska rychlé a efektivní kontroly kvality podzemního díla v jednotlivých etapách výstavby. Přesné zaměření skutečného stavu primárního i sekundárního ostění tunelové trouby má za cíl zjistit odchylky od projektu a určit případnou kubaturu nadvýlomů. Ve většině případech probíhá měření tunelové trouby v souladu se stavební činností a dochází k částečnému zastínění od stavební mechanizace, ventilace či kabelů. Je nezbytné, aby byla zachycena celá geometrie trouby, skenujeme proto z více stanovisek a tím překážky eliminujeme. Systém Cyrax v žádném případě neomezuje stavební činnost a může skenovat i v naprosté tmě.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Rychlé a pohotové zcela digitalizované 3D zobrazení systému Cyrax nabízí řadu výhod:**

- rychlý postup při projektování,
- vysoká spolehlivost výsledků,
- všestranné zpracování údajů,
- nízké náklady.

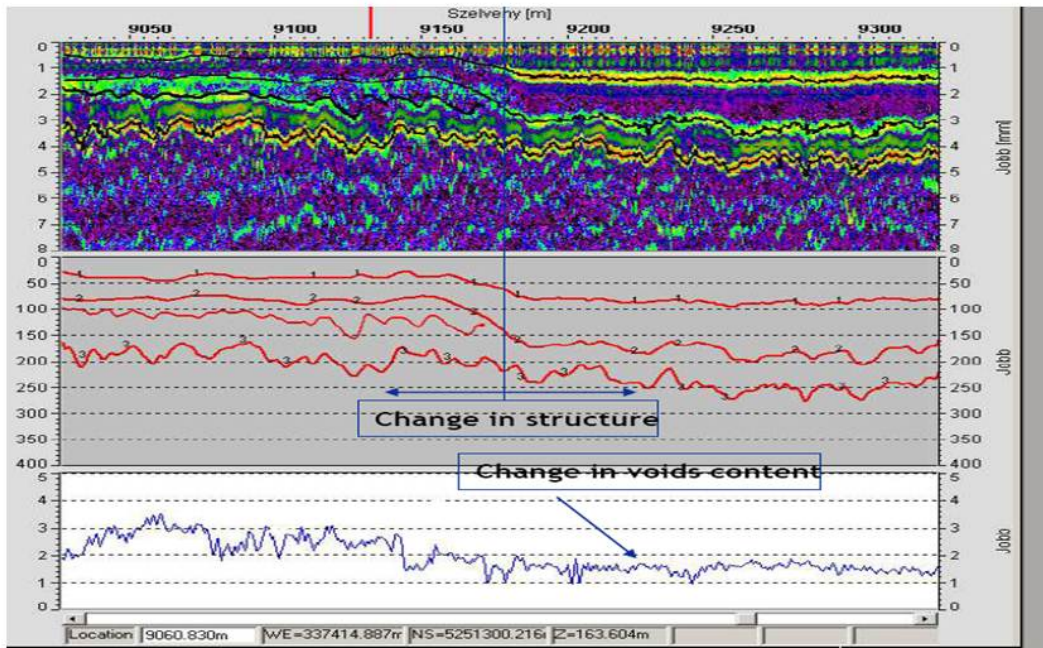
Pro vyhodnocení a vizualizaci se používá technika tzv. "mračna bodů" (point - clouds). Mrak je vytvořen na základě měřené intenzity odraženého laserového svazku tak, že se bodům podle intenzity, která jim přísluší, přiřadí stupeň šedi nebo barva pro zobrazení. Tento systém umožňuje odlišovat v obraze objekty s různými povrchy. Technologie využívá pulsní laser k rychlému skenování koncentrovaného souboru bodů odraženého od skenovaného povrchu. Z těchto údajů je vytvořen soubor 3D bodů referenčních údajů, které se mohou spojit s ostatními skeny získanými z různých stanovisek. Tato technika může být porovnána s digitální terestrickou fotogrammetrií, ale bez nutnosti předem zaměřených vličovacích bodů.



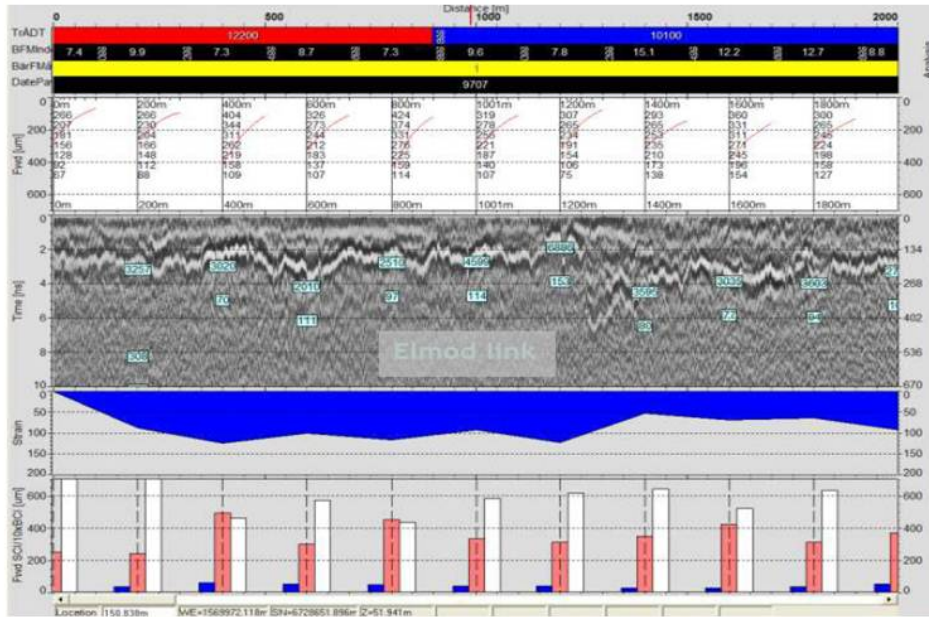
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Software	Hardware	Applications
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roof rack &amp; camera box</li> <li>• Digital video cameras</li> <li>• GPS</li> <li>• Cables &amp; wiring</li> <li>• Interface for external survey equipments</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pavement distress</li> <li>• Patches &amp; patched sections</li> <li>• Drainage analysis</li> <li>• Traffic signs &amp; road furniture</li> <li>• Intersections, bus stops &amp; rest areas</li> <li>• Road Paintings</li> <li>• Road Safety</li> </ul> 

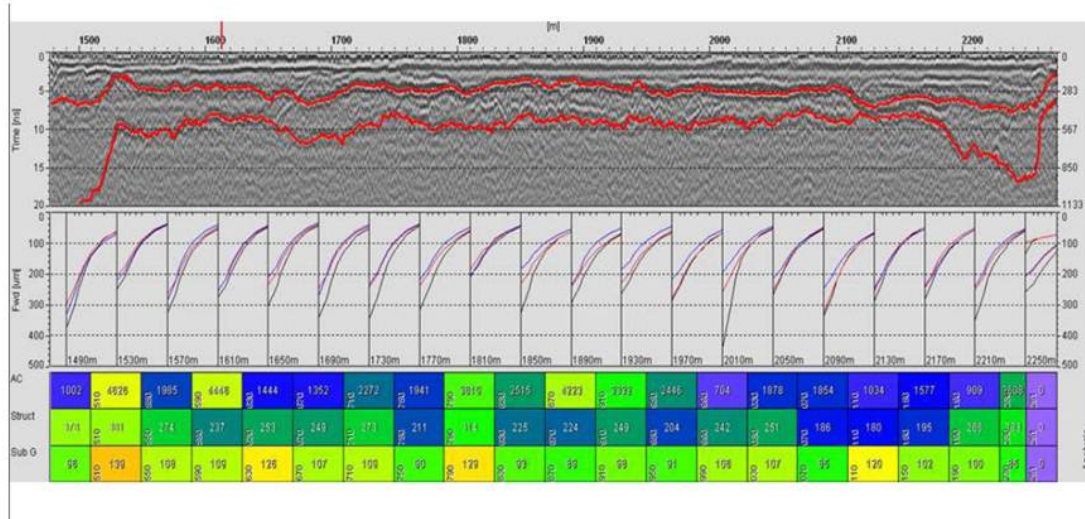


Projekt Inženýrské vzdělávání jako interakce teorie a praxe CZ.1.07/2.2.00/15/0352



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt Inženýrské vzdělávání jako interakce teorie a praxe CZ.1.07/2.2.00/15/0352



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



## New Road Doctor Thermal Diagnostic - RDTD Components



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Strategie Dopravního podniku hl. m. Prahy

Ing. Jan Hroník  
vedoucí odboru Provozně – správní JSVA, DPP  
[HronikJa@dpp.cz](mailto:HronikJa@dpp.cz), 296133240



## Obsah

1. Statistické údaje o DPP
2. Organizační uspořádání DPP
3. Organizace dopravy v Praze
4. Oblasti plánování v DPP
5. Strategie DPP



## Statistika DP - Autobusy

Vozový park autobusů (k 31.12.2011)			
Typ	DP hl. m. Prahy, a.s.		Soukromí dopravci
	Inventární	Provozní	Provozní
Standardní	341	315	
Kloubový	225	190	
Standardní nízkopodlažní	490	490	
Kloubový nízkopodlažní	199	201	
Midibus	0	0	
Midibus nízkopodlažní	28	28	



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

3

## Statistika DP - Tramvaje

Vozový park tramvají (k 31.12.2011)		
Typ	Inventární	Provozní
Standardní (T3, T3M, T3SU, T3R, T3R.PV, T6)	792	749
Nízkopodlažní (T3R.PLF)	33	33
Standardní kloubový obousměrný (KT8D5)	9	9
Nízkopodlažní kloubový obousměrný (KT8N2)	35	35
Nízkopodlažní kloubový jednosměrný (14T, 15T)	104	104



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

4

## Statistika DP - Metro

Vozový park metra (k 31.12.2011)		
Typ	Inventární	Provozní
Historické soupravy Ečs a 81 – 71	13	0
81 – 71M	460	445
M1	265	240



5

## Statistika DP - sumář

Vývoj základních charakteristik prostředků PID provozovaných DP hl. m. Prahy									
Rok	Provozní délka sítě (km)+			Průměrná cestovní rychlost (km/h)			Počet nasazovaných vozů (ranní špička/sedlo prac. dne)		
	metro	tramvaj	autobus	metro	tramvaj	autobus	metro	tramvaj	autobus
1981	19,3	122,9	545,0	32,2	15,7	23,8	150/85	750/459	871/317
1990	38,5	130,5	607,3	34,6	18,7	23,7	322/158	699/423	918/317
1995	43,6	136,2	671,4	34,9	19,0	23,3	395/190	647/476	957/381
2000	49,8	136,4	812,4*	35,7	18,9	25,2*	345/180	676/530	968/418
2005	53,7	140,9	810,6*	34,6	18,7	25,9*	405/205	702/557	946/442
2010	59,1	141,9	823,0*	35,5	19,0	26,0*	448/245	665/513	904/505
2011	59,1	142,4	840	35,6	18,6	25,8	457/244	663/514	923/510



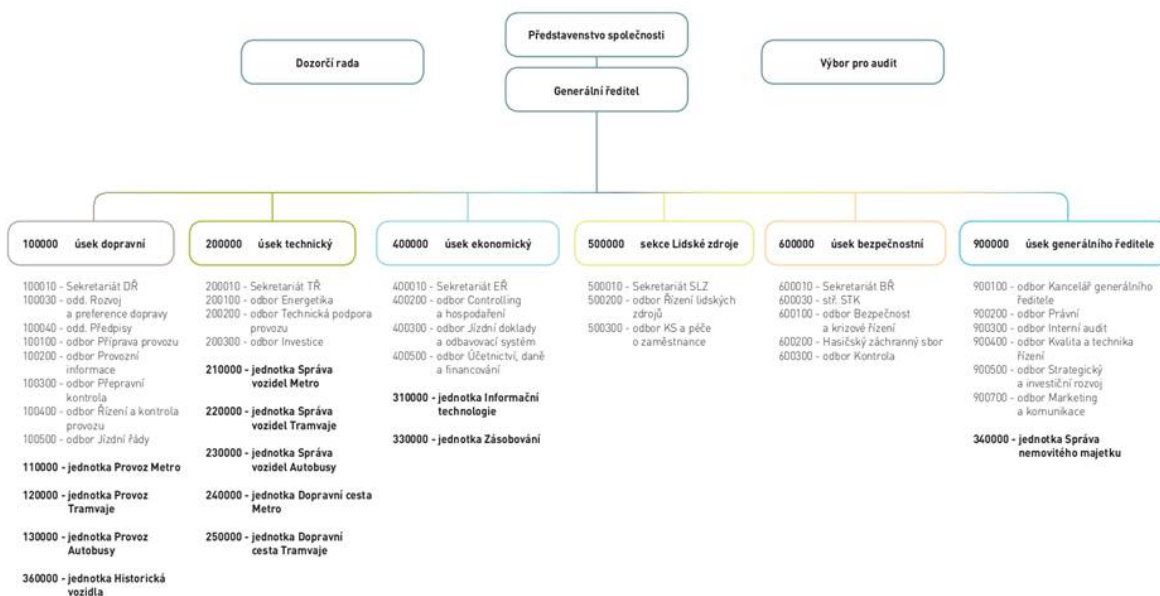
6

## Statistika DP - zaměstnanci

Počet zaměstnanců DP				
	THP	řidiči	dělníci	celkem
Autobusy	274	2274	721	3269
Metro	1076	550	1469	3095
Tramvaje	398	1348	1086	2832



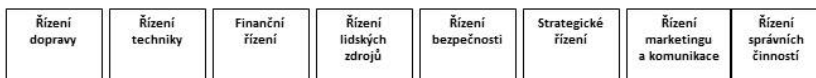
## Organizační uspořádání DPP - 1





## Organizační uspořádání DPP - 2

### Řídící procesy

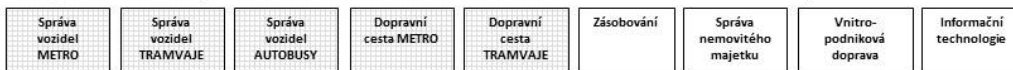


### Hlavní procesy



### Obslužné procesy

#### Speciální služby



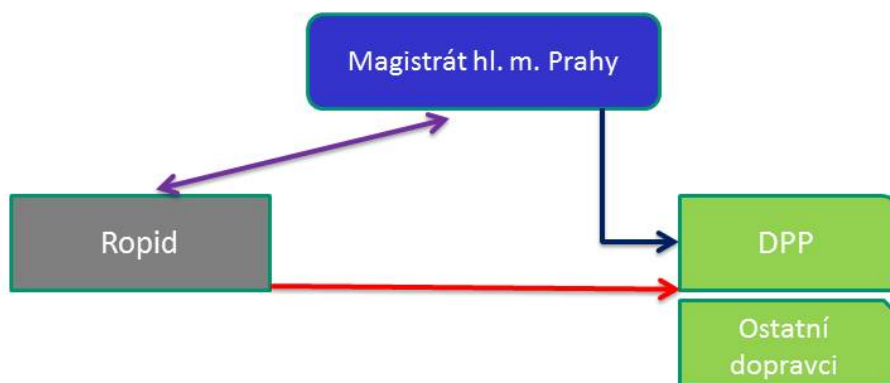
#### Centrální služby

#### Štábní služby



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Organizace dopravy v Praze - 1



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Organizace dopravy v Praze - 2

1. Územní plán
2. Dopravní průzkumy
3. Statistické údaje
4. Požadavky městských částí
5. Požadavky podnikatelské sféry
6. Spolupráce s Krajským úřadem Středočeského kraje



11

## Oblasti plánování v DP

1. Rozsah dopravních výkonů
2. Vozový park
3. Investice, údržba a opravy
  - Dopravní cesta
    - Metro
    - Tramvaje
  - Infrastruktura
    - Nemovitý majetek
    - Vnitropodniková doprava
  - Informační technologie
4. Personalistika
  - Jízdní personál
  - Obslužný personál



12

## Rozsah dopravních výkonů

1. **Kilometrické výkony**
2. **Cena dopravního výkonu**
3. **Garance kategorie vozidel**
  - Nízkopodlažní
  - Kloubové
  - Midibusy
  - Sólo/souprava
  - Ostatní
4. **Provozní období**
  - Zadávací karta ROPID



13

## Vozový park

1. **Nákup vozidel**
2. **Rekonstrukce vozidel**
  - Střední opravy
  - Generální opravy
3. **Likvidace vozidel**
  - Prodej
  - Šrotování
4. **Údržba a běžné opravy**



14



## Investice, údržba a opravy

### 1. Dopravní cesta

- Stavba nových tratí
- Opravy tratí
- Rekonstrukce tratí

### 2. Infrastruktura

- Areály,
- Opravny
- Depa, garáže
- Odstavné a manipulační plochy

### 3. Vnitropodniková doprava

- Nákup
- Opravy
- Údržba

### 4. Informační technologie

- Vnitropodniková síť
- Přenosové cesty



15

## Personalistika

### 1. Personalistika

- Jízdní personál
- Obslužný personál
- Výkonný personál
- Management



16

## Plánování v DP

### 1. Investiční plán

- Investice pořizovací hodnoty > 40 000,-Kč
- Technické zhodnocení majetku

### 2. Provozní plán

- Stanovuje se z nákladů předchozího kalendářního období



17

## Strategie DPP - 1

1. Neexistuje schválená studie strategie veřejné dopravy v Praze
2. Organizátor dopravy je závislý na přidělení finančních prostředků od MHMP
3. DPP neovlivní zásadním způsobem rozsah požadovaných výkonů



18

## Strategie DPP - 2

### Strategie DPP

1. skládá se z každoroční úpravy investičního a provozního plánu
2. závisí na objednavce organizátora dopravy
3. podléhá rozhodnutí vlastníka – MHMP (nekonzistentní politika)

=>

**nemůže existovat**



19

## Děkuji za pozornost

Ing. Jan Hroník  
vedoucí odboru Provozně – správní JSVA, DPP  
[HronikJa@dpp.cz](mailto:HronikJa@dpp.cz), 296133240



20

Ing. Jan György

# Modelování imisní zátěže pomocí softwaru SYMOS'97



## Co je rozptylová studie

- dokument pro posouzení úrovně znečištění ovzduší
- hodnocení vlivu stávajících nebo plánovaných zdrojů na imisní situaci v zájmové lokalitě



## Zdroje znečišťování ovzduší

- rozdělení zdrojů
- kategorizace zdrojů
- povinnosti provozovatelů zdrojů



rozptylová studie



## SYMOS'97

- dle metodiky schválené MŽP v roce 1998
- referenční model dle NV 597/2006 Sb., o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší
- pro venkovské oblasti
- výpočetní oblast do 100 km od zdroje



## Vstupní údaje

- údaje o zdrojích
- meteorologické a klimatické podklady
- údaje o topografickém rozložení referenčních bodů, ve kterých se bude výpočet provádět



## Bodové zdroje

- zejména komíny a výduchy, jejichž rozměr je zanedbatelný, vzhledem k výpočtovým vzdálenostem

**Bodový zdroj znečištění**

**Základní vlastnosti**

Číslo:

Název:

Popis:

Pozice X:  m Y:  m

Nadmořská výška:  m z výškopisu

Skupina:

Shluk:

Relativní roční využití (Alfa)  %/100

Denní využití zdroje (Pd):  h den<sup>-1</sup>

Zapnuto

**Specifické vlastnosti zdroje znečištění**

Výška koruny komína nad terénem (h):  m

Objem spalin vycházejících komínem (Vs):  m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>

Teplota spalin (ts):  °C

Vnitřní průměr komína (d):  m

Výstupní rychlost spalin (w0):  m s<sup>-1</sup>

OK Storno





## Plošné zdroje

- dochází k úniku z plochy o určité délce a šířce
- např. parkoviště či staveniště



## Liniové zdroje

- speciální případ plošného zdroje, jehož šířka je zanedbatelná proti jeho délce
- např. pozemní komunikace



# Emisní faktory

- pro liniové zdroje
- pomocí programu MEFA 06

Emitovaná škodlivina	Emisní faktor
NOx (g/km)	0.1376
CO (g/km)	0.2942
SO2 (g/km)	0.0042
PM (g/km)	0.0006
PM10 (g/km)	0.0006
NO2 (g/km)	0.0028
CxHy (g/km)	0.0396
methan (g/km)	0.0139
propan (g/km)	0.0001
1,3-butadien (g/km)	0.0001
benzen (g/km)	0.0021
toluen (g/km)	0.0047
styren (g/km)	0.0003
formaldehyd (g/km)	0.0002
acetaldehyd (g/km)	0.0001



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Výpočet emisí liniových zdrojů

- délková intenzita emise

$$\bar{M}_L = \frac{1}{86,4 \cdot 10^6} \cdot \sum_j N_j \cdot E_{Fj} \quad [\text{g} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}]$$

- emise

$$M_E = M_L \cdot y_0 \quad [\text{g} \cdot \text{s}^{-1}]$$



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



## Větrná růžice

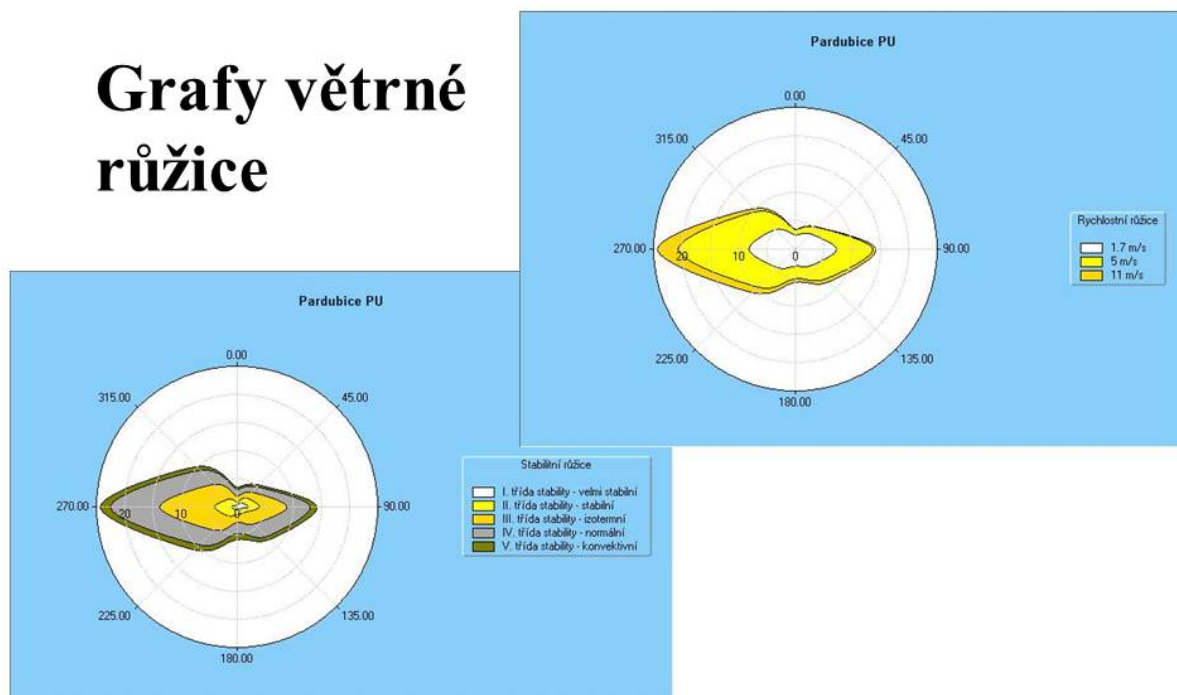
- slouží k popisu zájmové lokality
- stanovuje se ve výšce 10 m nad zemí
- 5 tříd stability (I. - V.)
- 3 třídy rychlosti (slabý, mírný, silný)
- pro všechny četnosti jednotlivých směrů
- vypracovává ČHMÚ



celková růžice										
m.s <sup>-1</sup>	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	součet
1,7	3,90	2,39	2,97	5,01	3,83	5,08	7,64	5,16	19,01	54,99
5,0	3,49	1,38	2,60	7,93	2,74	2,64	8,72	6,81		36,31
11,0	0,61	0,22	0,42	3,06	0,43	0,29	1,64	2,03		8,70
součet	8,00	3,99	5,99	16,00	7,00	8,01	18,00	14,00	19,01	100,00



## Grafy větrné růžice



## Referenční body

Typy referenčních bodů:

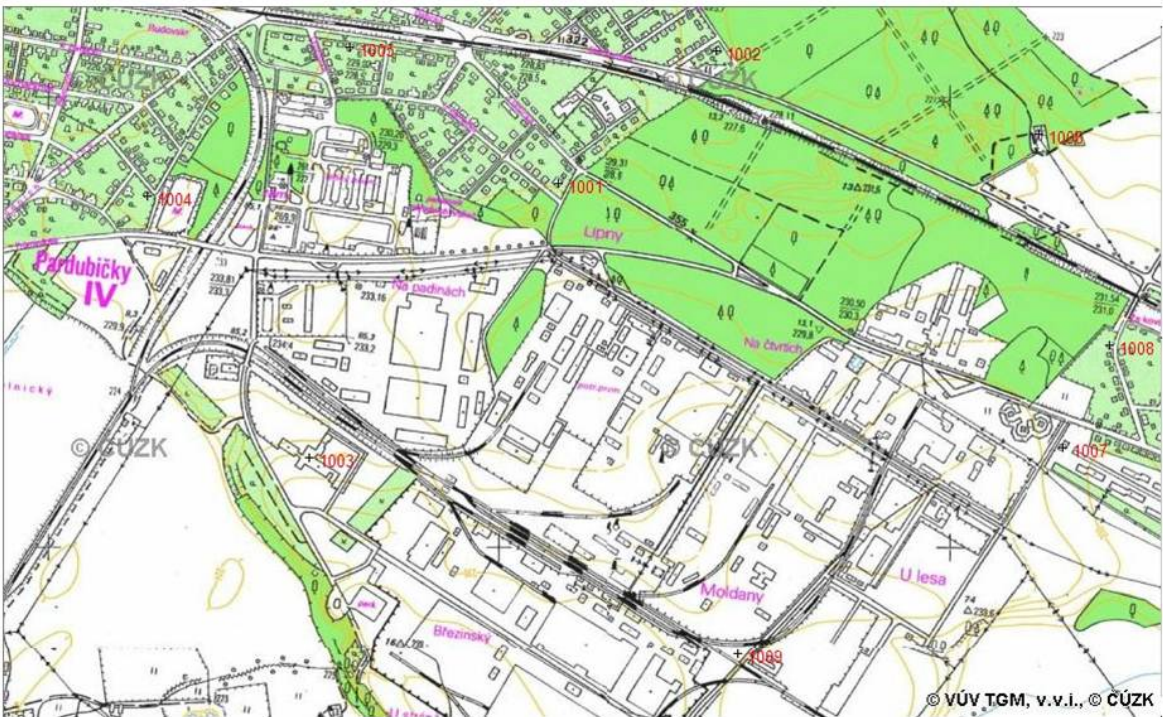
- referenční (uzlové) body v pravidelné síti bodů
- referenční body v nepravidelné síti bodů



Projekt Inženýrské vzdělávání jako interakce teorie a praxe CZ.I.07/2.2.00/15/0352

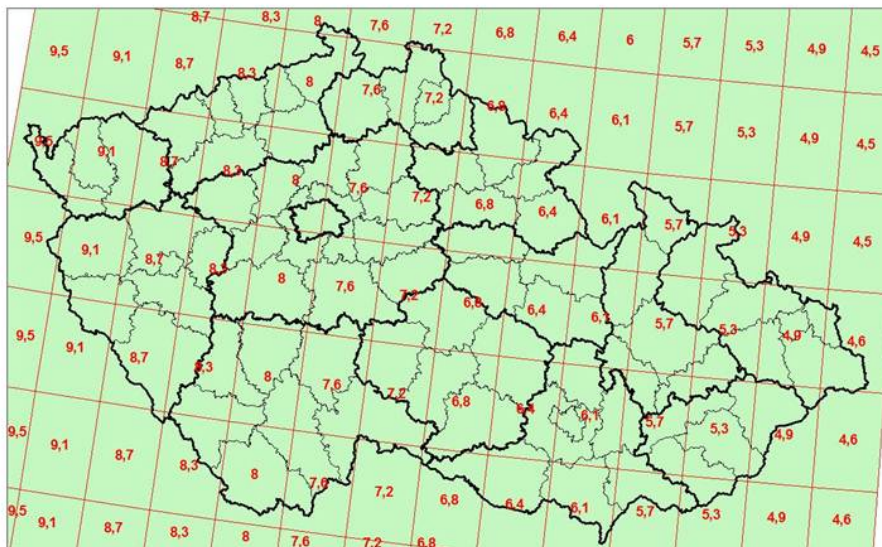


Projekt Inženýrské vzdělávání jako interakce teorie a praxe CZ.I.07/2.2.00/15/0352

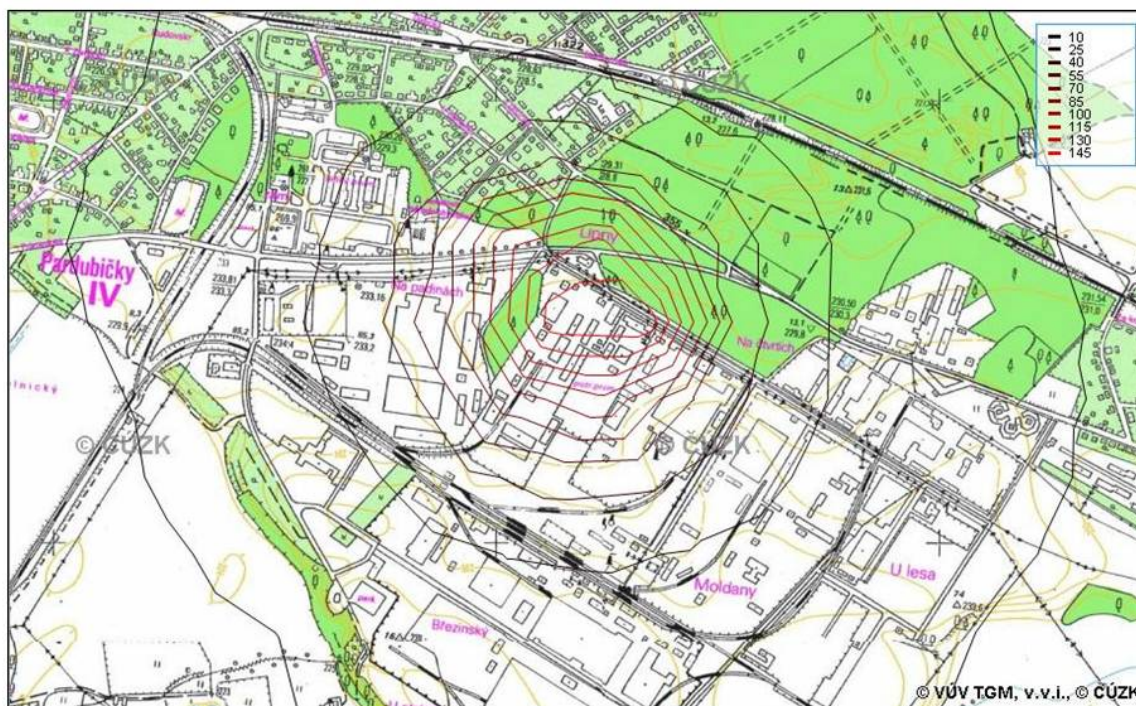




# Natočení větrné růžice



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

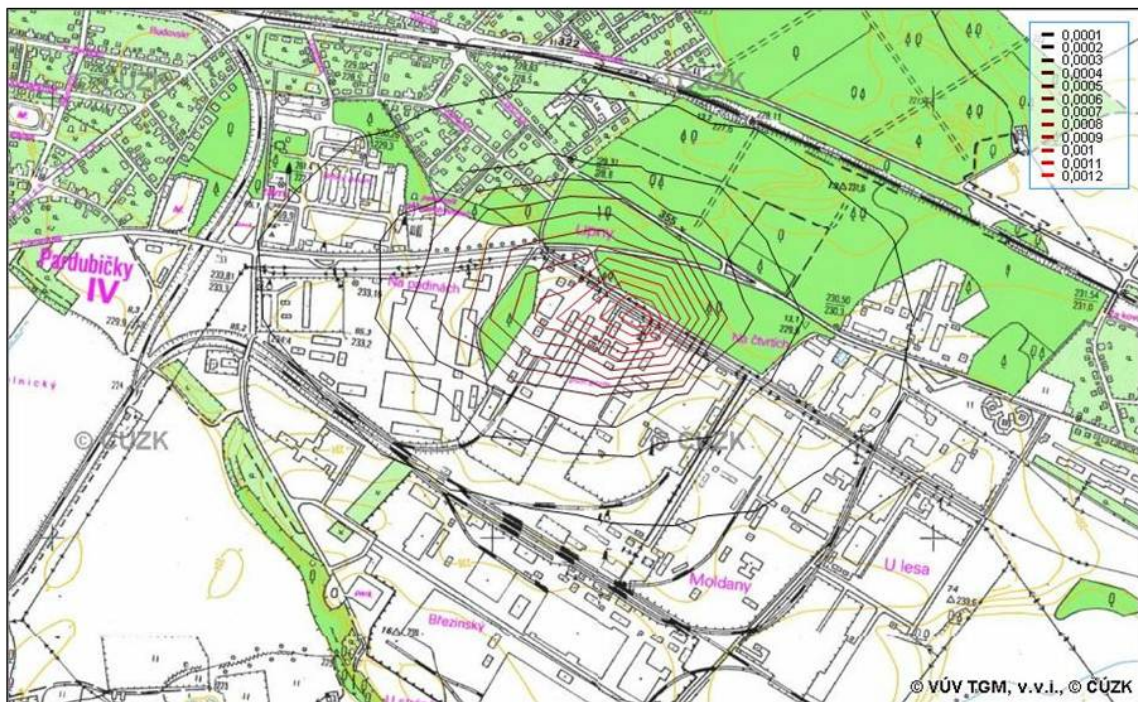


Projekt Inženýrské vzdělávání jako interakce teorie a praxe CZ.I.07/2.2.00/15/0352



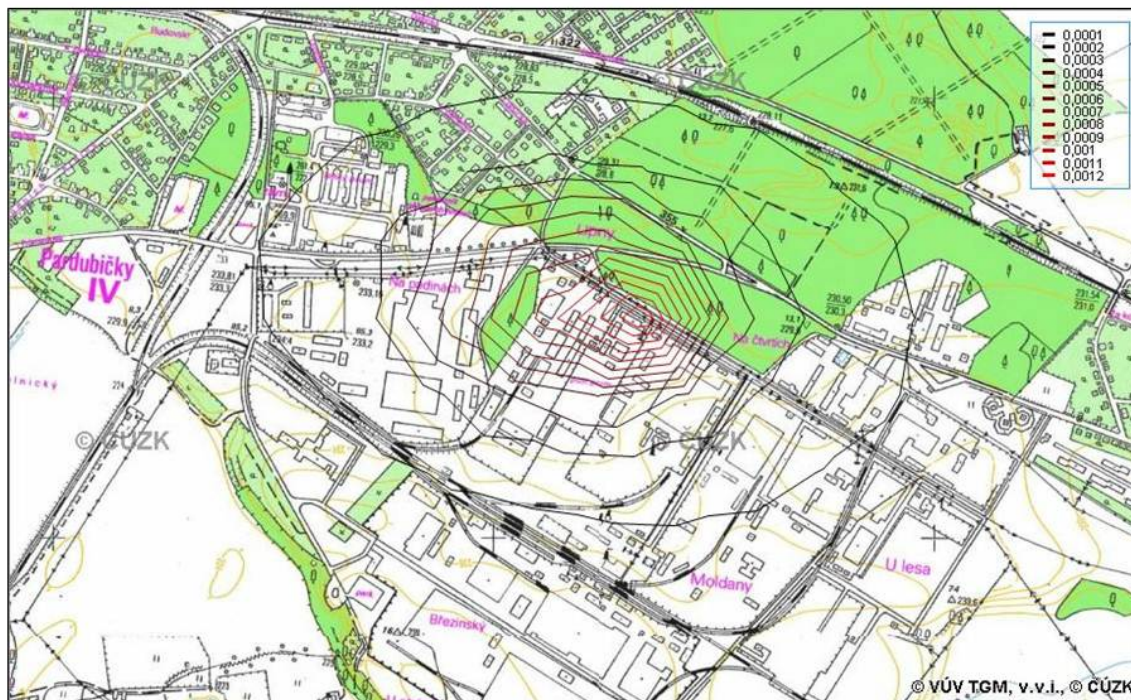
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt Inženýrské vzdělávání jako interakce teorie a praxe CZ.I.07/2.2.00/15/0352



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Příspěvky k imisní koncentraci

Doba koncentrací		Maximální hodinová	Maximální denní	Průměrná roční
<b>PRAVIDELNÁ SÍŤ REFERENČNÍCH BODŮ</b>				
Nejvyšší příspěvek	max c [µg/m <sup>3</sup> ]	214,32	4,28	0,00202
<b>REFERENČNÍ BODY REPREZENTUJÍCÍ OBYTNÉ ZÁSTAVBY A VÝZNAMNÁ MÍSTA</b>				
Nejvyšší příspěvek	max c [µg/m <sup>3</sup> ]	64,90	1,36	0,00023
Číslo referenčního bodu	-	1001	1001	1001



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Děkuji za pozornost



Brožura slouží k představení různorodosti přednášek proběhlých v rámci projektu Inženýrské vzdělávání jako interakce teorie a praxe CZ.1.07/2.2.00/15/0352.

Název publikace: Vybrané přednášky externích a akademických pracovníků ze stáží na DFJP UPa v rámci projektu Inženýrské vzdělávání jako interakce teorie a praxe CZ.1.07/2.2.00/15/0352

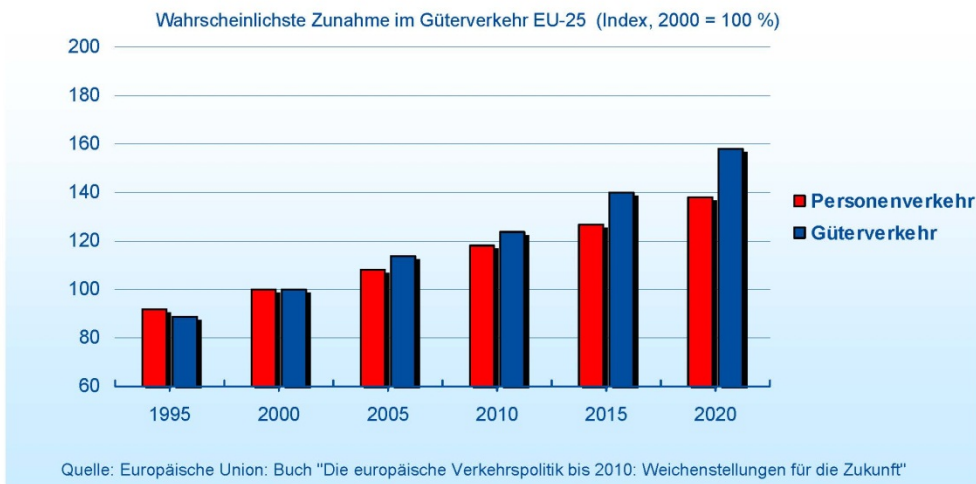
Počet stran: 78

Rok vydání: 2013

Tisk: Tiskařské středisko Univerzity Pardubice



# Transport hat immer Zukunft



## Core Business



LKW-Straßentransport



Kombiverkehr Schiene/Straße



Kombiverkehr Schiene/Straße



Kombiverkehr Short-Sea

Straßentransport

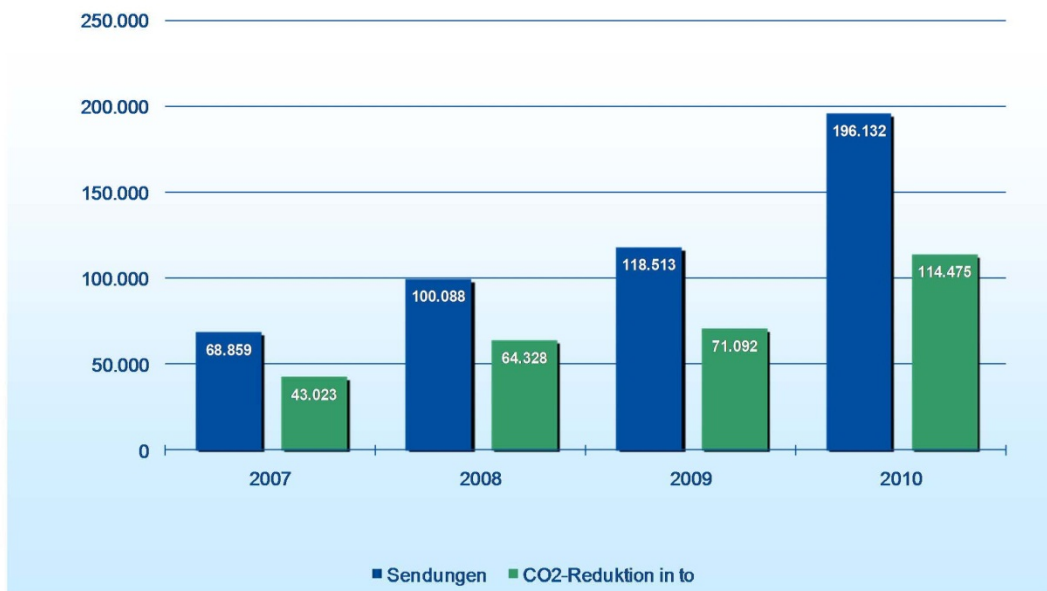


## Kombinierter Verkehr Schiene/Straße

65 – 70 % CO<sub>2</sub>-Einsparung gegenüber dem Straßentransport



## Entwicklung Kombinierter Verkehr



## Umweltschonende Transportabwicklung mit LKW WALTER



- Verstärkter Einsatz lärm- und schadstoffarmer LKWs (EURO 4, 5)
- Seit 1984 kontinuierlicher Ausbau unseres Netzwerkes im Kombinierten Verkehr:
  - Schiene/Straße
  - Short-Sea Shipping
- Laufende Investitionen in modernstes Kombiverkehrs-Equipment
- Softwareunterstützte Transportplanung (intelligente Rundkursplanung, Telematik etc.):
  - zur Optimierung der Wegstrecken
  - zur Reduktion von Leerkilometern

Ihr Europa-Transporteur

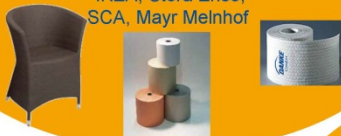
[www.lkw-walter.com](http://www.lkw-walter.com)

## Unsere Kunden

*Join the Winner*

### Holz u. Papier

IKEA, Stora Enso,  
SCA, Mayr Melnhof



### Konsumgüter

Colgate, Mars, Nestle,  
Mc Donalds, Procter & Gamble



### Kunststoffe

BP, Borealis, Bayer, Exxon Mobil



### Elektronik

Siemens, Samsung, Philips



### Automotiv/Metall

Voest Alpine, VW, Thyssen-Krupp



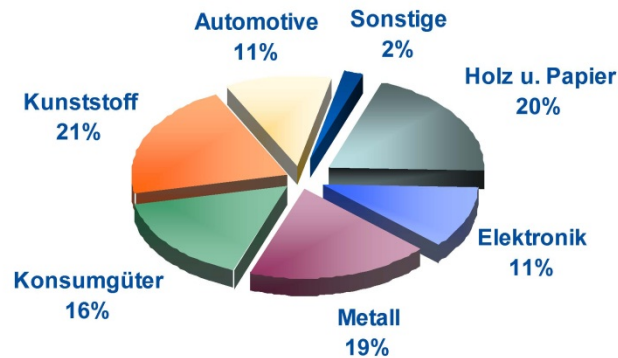
► [jobs.lkw-walter.com](http://jobs.lkw-walter.com)





## Kundenstruktur

**Kleine und mittlere Unternehmen: 49 %**  
**Internationale Konzerne: 51 %**



## Firmeninformation

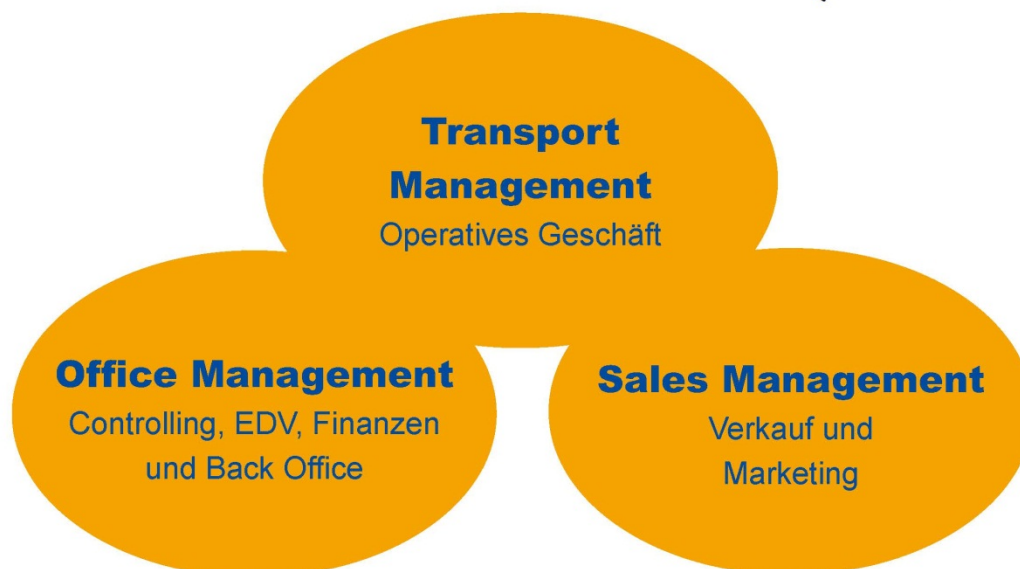
## Wer ist LKW WALTER?





### Firmeninformation

- Konzernungebundenes, rein österreichisches Privatunternehmen
- Gegründet 1924
- Vorläufiger Geschäftsjahresumsatz 2010/11: € 1,32 Mrd.
- "TOP 100" Unternehmen in Österreich
- Sicherheit durch erstklassige Bonität



## Ihre Begabungen

INTERNATIONALE **LKW WALTER**  
TRANSPORTORGANISATION AG

*Join the Winner*

**teamfähig**

**sprachinteressiert**

**unternehmerisches  
Denken**

**kommunikations-  
fähig**



► [jobs.lkw-walter.com](https://jobs.lkw-walter.com)



## Trainee-Programm

INTERNATIONALE **LKW WALTER**  
TRANSPORTORGANISATION AG

*Join the Winner*

**Intensive Aus- und Weiterbildung**

*Train the Winner*

► [jobs.lkw-walter.com](https://jobs.lkw-walter.com)



## Schrittweise Übernahme von Verantwortung



## Führungsnachwuchs aus den eigenen Reihen



Transport hat *immer* Zukunft



INTERNATIONALE **LKW WALTER**  
TRANSPORTORGANISATION AG

► [jobs.lkw-walter.com](http://jobs.lkw-walter.com)





## **Část II**

**Přednášky akademických pracovníků DFJP UPa z jejich stáží u podnikatelských subjektů**



# VÝPOČETNÍ POSTUPY STANOVOVÁNÍ JÍZDNÍCH VLASTNOSTÍ KOLEJOVÝCH VOZIDEL

Doc. Ing. Jaromír Zelenka, CSc.



## ÚVOD

- Vyšetřování stability jízdy kolejového vozidla je jedna z nejdůležitějších etap ověřování správného návrhu vypružení a tlumení v celém rozsahu rychlostí vozidla.
- Nedílnou součástí této etapy jsou simulační výpočty jízdních a vodicích vlastností s podrobnou analýzou kmitání všech částí vozidla.
- Způsob hodnocení simulačních výpočtů v procesu vývoje vozidla:  
norma ČSN EN 14 363, vyhláška UIC 518.....
- V této přednášce se zaměřím na citlivostní analýzu vlivu parametrů tlumičů vrtivých pohybů na stabilitu lokomotivy pomocí simulačních výpočtů.





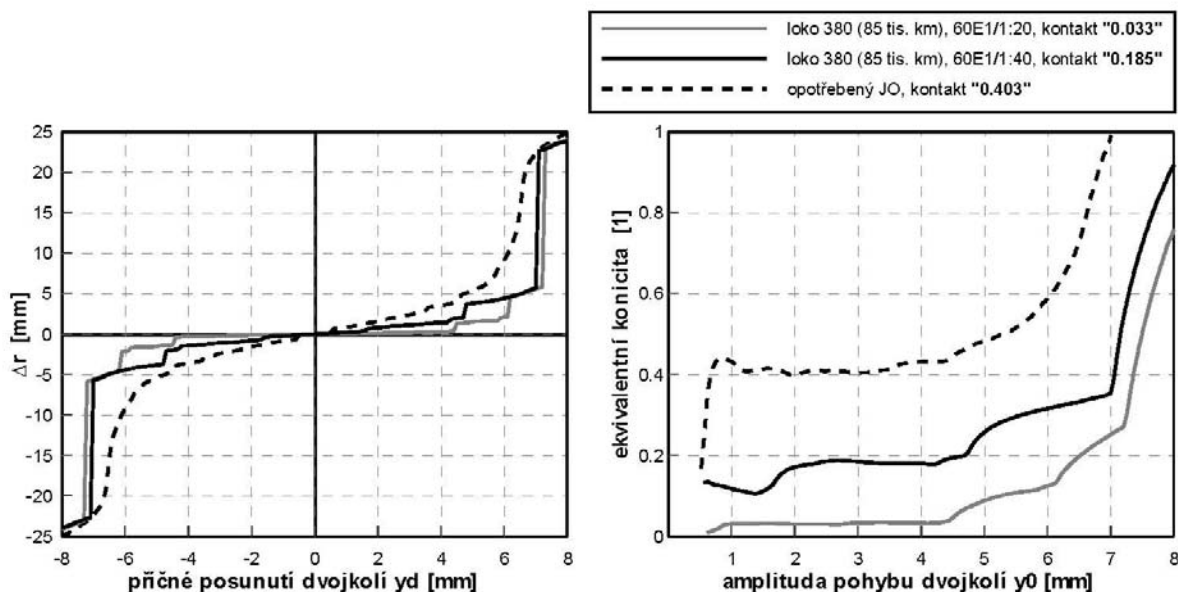
## CITLIVOSTNÍ ANALÝZA JÍZDNÍCH VLASTNOSTÍ LOKOMOTIVY

- U složitých nelineárních dynamických systémů se vliv vstupních charakteristik na výsledné pohyby a silová působení všech jeho částí vyšetřuje pomocí simulačních výpočtů.
- Analýza stability byla u lokomotivy ř. 380 prováděna nelineární metodou na koleji s osamělou příčnou nerovností a na úseku koleje s nerovnostmi (výsledky měření GPK měřícím vozem).
- Kritérium hodnocení:
  - příčné kmity jednotlivých dvojkolí.
- Všechny výpočty jsou prováděny vlastním programovým systémem jízdy kolejového vozidla SJKV, verze L3, který je již 20 let na našem pracovišti vyvíjen.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## VSTUPNÍ PARAMETRY LOKOMOTIVY

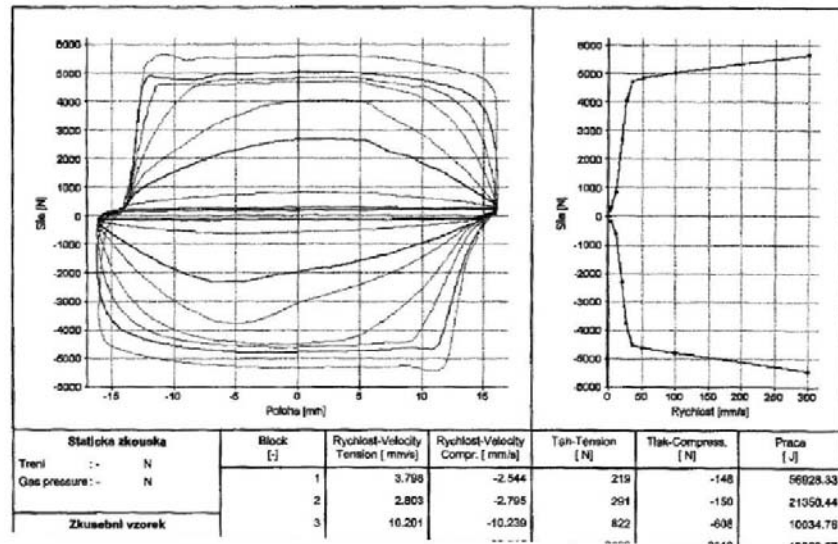


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

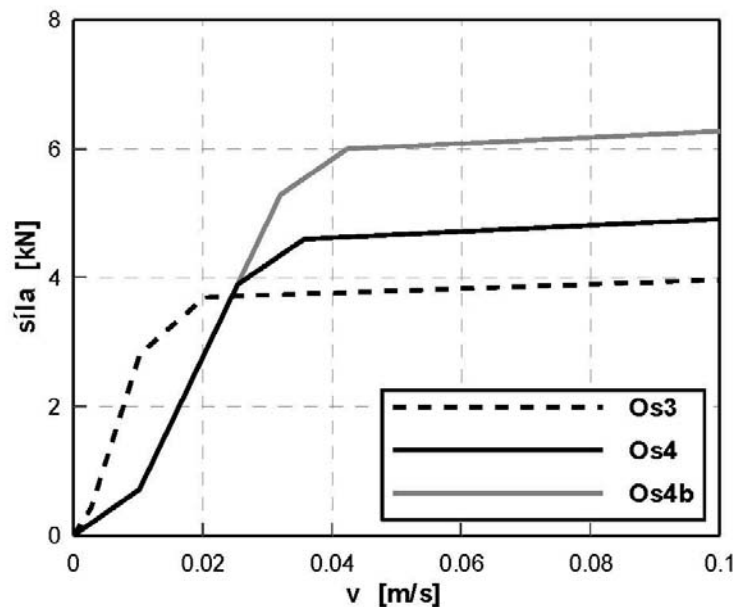
## VSTUPNÍ PARAMETRY LOKOMOTIVY

④

Tlumičová zkouška typu A

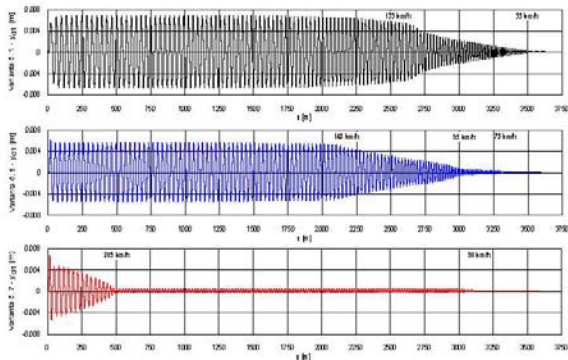


## VSTUPNÍ PARAMETRY LOKOMOTIVY

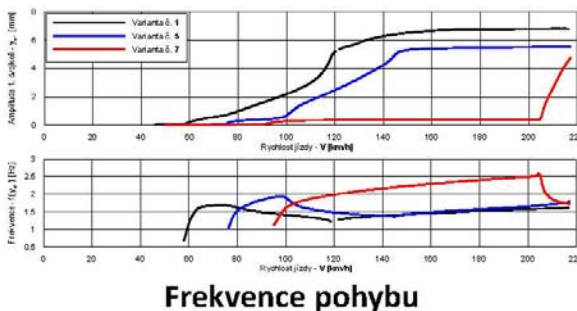


# VYŠETŘOVÁNÍ STABILITY VOZIDLA NA TRATI BEZ NEROVNOSTÍ – určení kritické rychlosti

Časový průběh kmitání



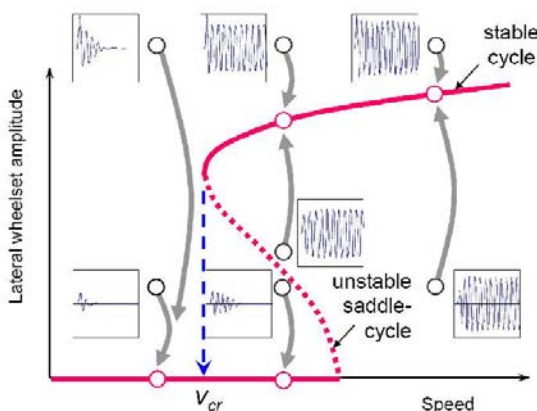
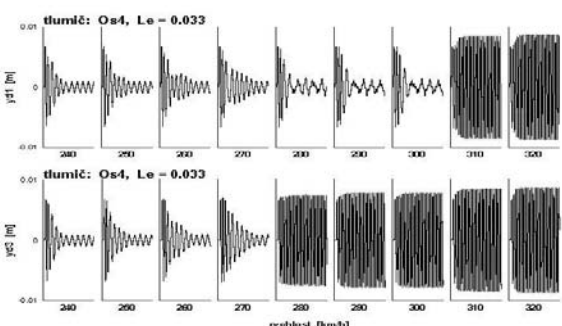
Velikost amplitudy



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# VYŠETŘOVÁNÍ STABILITY VOZIDLA NA TRATI S PŘÍČNOU NEROVNOSTÍ

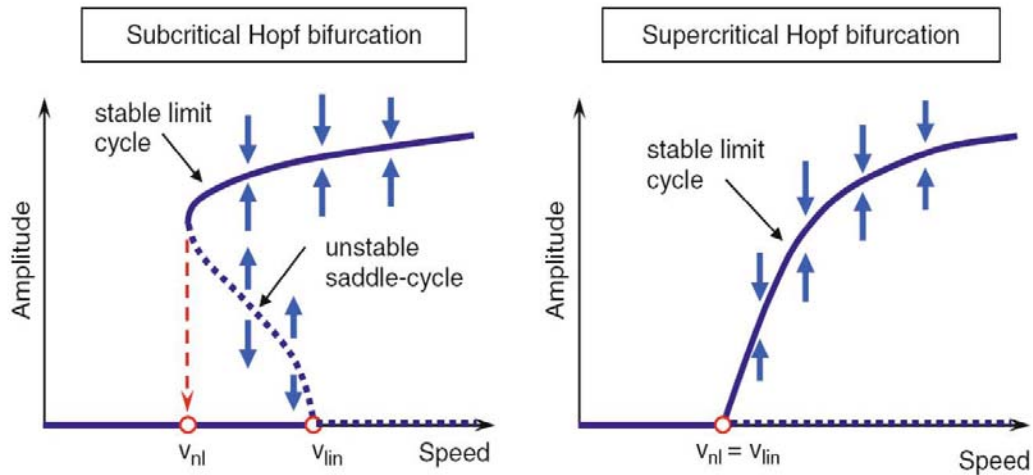
Časový průběh kmitání



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

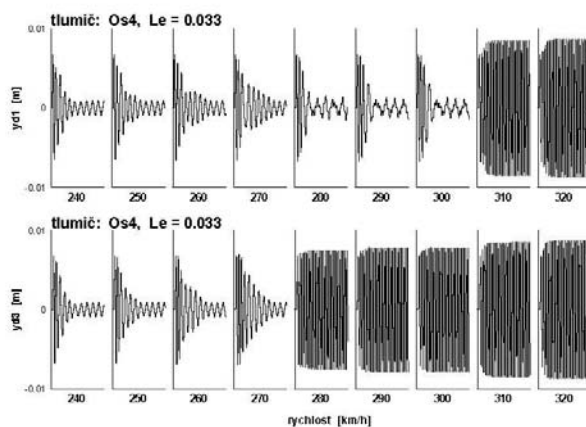


## VYŠETŘOVÁNÍ STABILITY VOZIDLA NA TRATI S PŘÍČNOU NEROVNOSTÍ

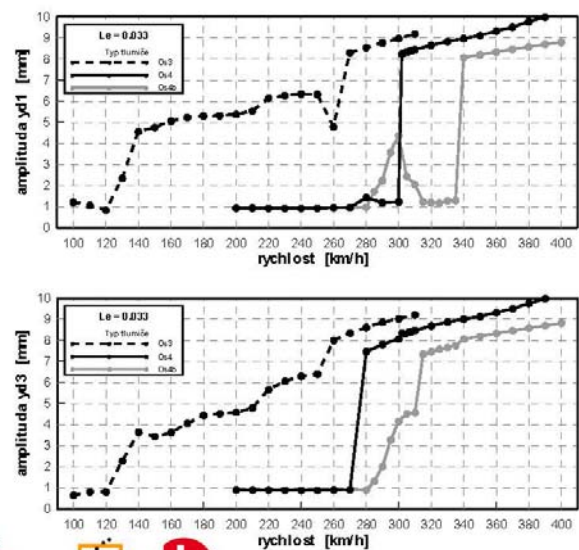


## VYŠETŘENÍ STABILITY NA TRATI S PŘÍČNOU NEROVNOSTÍ

Časový průběh kmitání



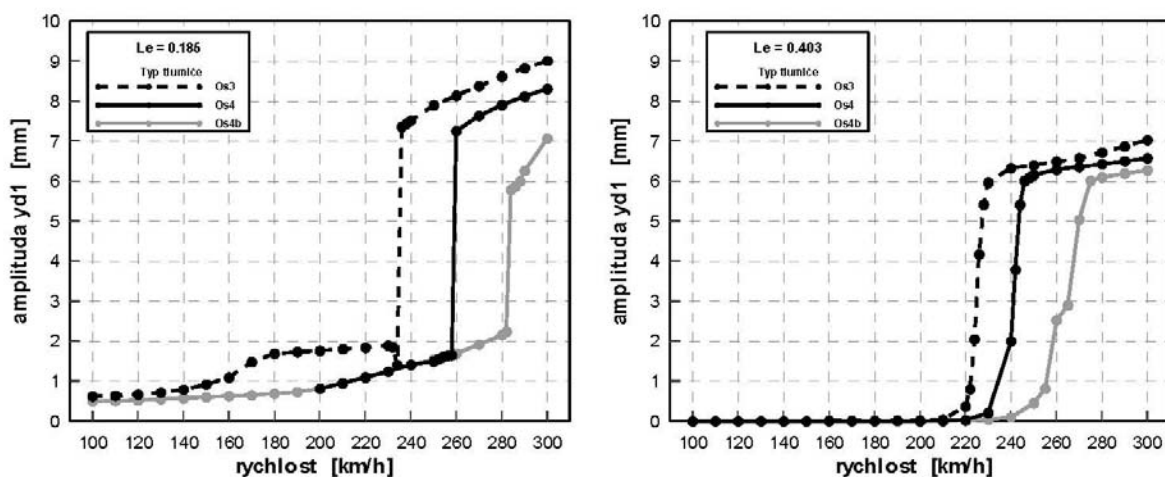
Bifurkační diagramy





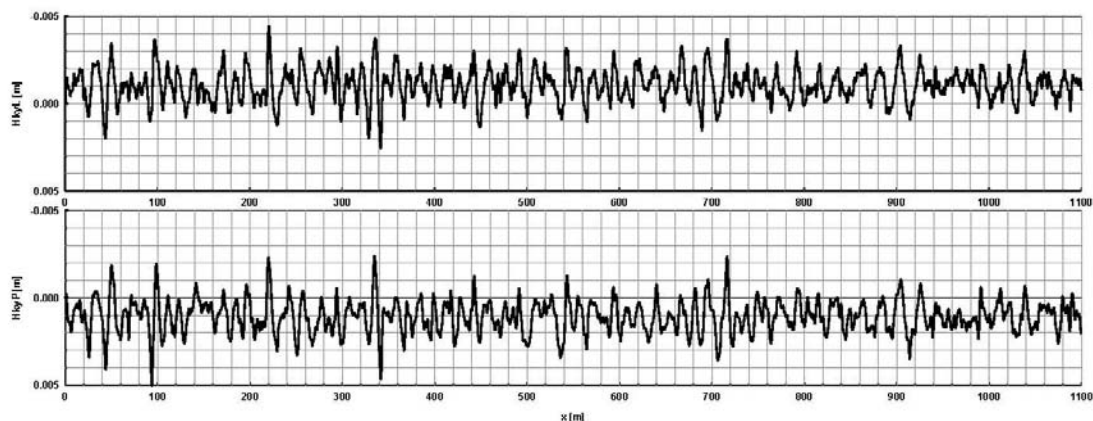
## VYŠETŘENÍ STABILITY NA TRATI S PŘÍČNOU NEROVNOSTÍ

### Bifurkační diagramy



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## VYŠETŘENÍ STABILITY NA TRATI S NEROVNOSTMI

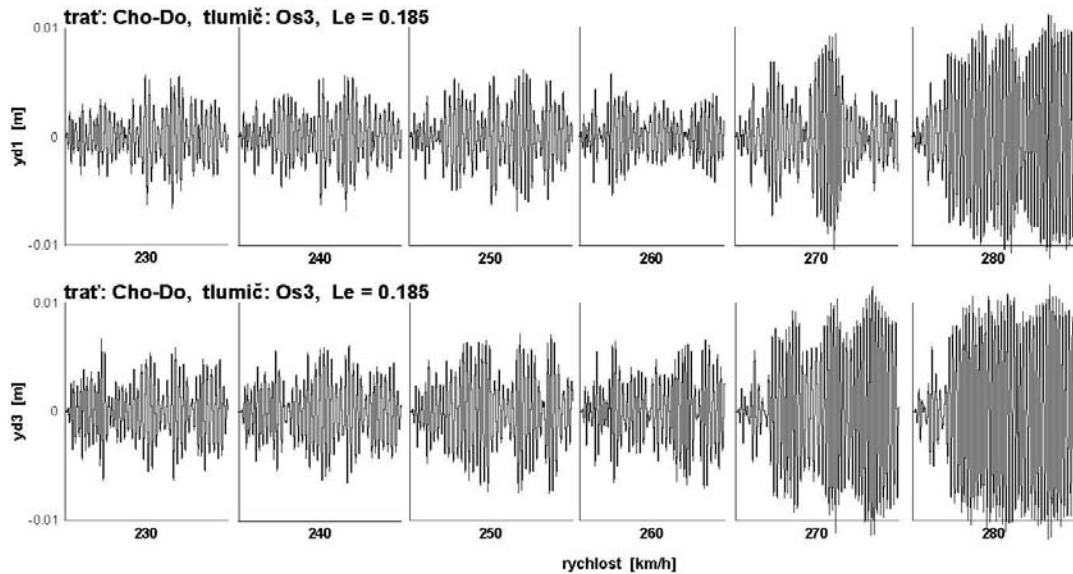


- **Trat' Cho-Do:** Choceň-Dobříkov, rozchod 1437,1 mm, úklon 1:40. Trať podle UIC518 v rychlostním pásmu  $200 < V <= 300$  km/h - QN2 a horší.
- **Trat' Cho-Dok3:** modifikovaná Cho-Do na rozchod 1435 mm.
- **Trat' OREk1:** generovaná trať poskytnutá zahraničním odborníkem, modifikovaná na kvalitu v rychlostním pásmu  $200 < V <= 300$  km/h na základě hodnocení směrodatných odchylek horší jako QN2, na základě maximálních hodnot odchylek QN1.

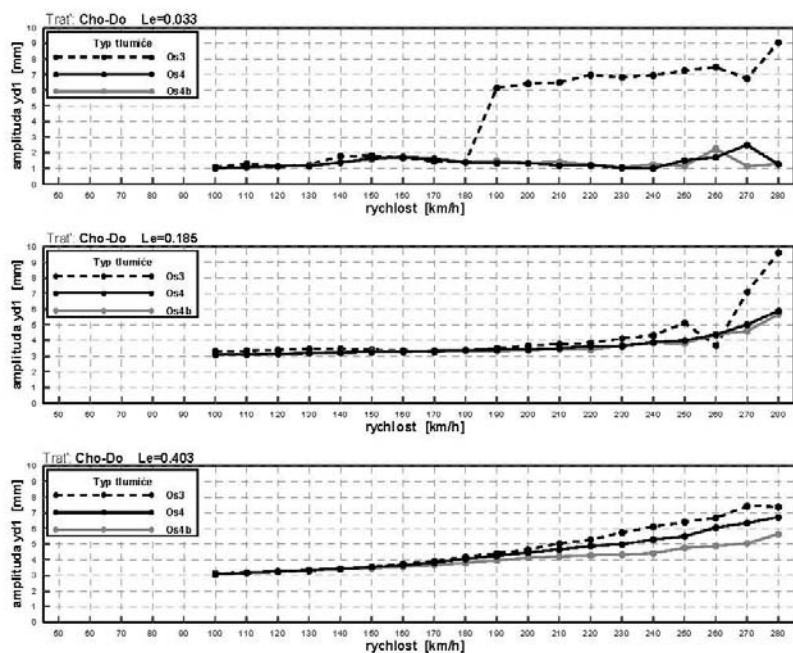


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

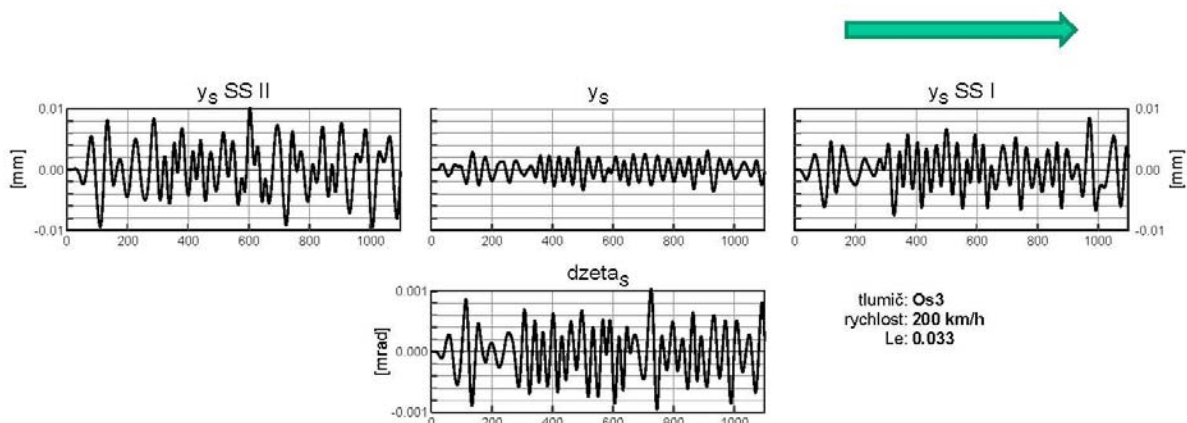
## VYŠETŘENÍ STABILITY NA TRATI S NEROVNOSTMI



## VYŠETŘENÍ STABILITY NA TRATI S NEROVNOSTMI



## VYŠETŘENÍ STABILITY NA TRATI S NEROVNOSTMI - vyšetřování pohybu skříně lokomotivy



## VYŠETŘENÍ STABILITY NA TRATI S NEROVNOSTMI - vyšetřování pohybu skříně lokomotivy

**(SPUSTIT PROGRAM) => VIZ-L3A.EXE**





## ZÁVĚR:

Na základě provedené citlivostní analýzy tlumičů vrtivých pohybů podvozku na stabilitu jízdy lokomotivy ČD 380 lze vyslovit následující poznatky:

- **Lokomotiva s krátkou vzdáleností otočných čepů je citlivá na samobuzené kmitavé pohyby částí pojezdu.**
- **Použití silných tlumičů vrtivých pohybů podvozků se strmou charakteristikou na kolejích velmi dobré kvality vede k přenosu kmitavých pohybů z částí pojezdu (dvojkolí, podvozek) na skříň lokomotivy, které jsou kombinací bočení, kolébání a vrtění skříně. Tyto kmitavé pohyby lze ovlivnit vhodnou volbou parametrů vypružení a tlumení lokomotivy.**
- **Navržený a vyrobený tlumič vrtivých pohybů podvozku pod označením Os4 je vhodný pro rychlosti lokomotivy do cca 260 km/h.**



## ZÁVĚR:

Na základě provedené citlivostní analýzy tlumičů vrtivých pohybů podvozku na stabilitu jízdy lokomotivy ČD 380 lze vyslovit následující poznatky:

- **Při vyšších hodnotách ekvivalentní konicity se tato rychlost snižuje pro ekvivalentní konicitu 0,403 na rychlost 240 km/h. Je však nutné konstatovat, že při takovýchto rychlostech jízdy ve skutečném provozu není reálná hodnota maximálního součinitele tření mezi kolem a kolejnici 0,4, pro kterou byly veškeré analýzy prováděny.**
- **V případě použití tlumičů vrtivých pohybů podvozku s vyšší hodnotou dosahované tlumicí síly (označení tlumiče v této práci Os4b) se hranice kritické rychlosti jak v bifurkačních diagramech, tak i při simulacích na koleji s nerovnostmi, posunuje do oblastí vyšších rychlostí.**

Práce vznikla za podpory projektu MŠMT 1M0519 - Výzkumné centrum kolejových vozidel.





## NA ZÁVĚR ...

- (spustit video) => [02\\_Kolo\\_1300-1320.mp4](#)
- (spustit video) => [01\\_Stanoviste\\_0635-0655.mp4](#)



# Ing. Josef Bulíček, Ph.D.

## Tvorba a modelování JŘ

### 1. část

# Zásady modelování VHOD



## Specifika VHOD

### Veřejná hromadná osobní doprava (VHOD):

- zpravidla není provozována v režimu z domu do domu,
- celá cesta nemusí být realizována jen jedním dopravním prostředkem ani jedním oborem dopravy,
- není dostupná na celém území ve všech formách (ŽD),
- provoz na předem stanovených trasách,
- existence **jízdního řádu**,
- dopravní element: 1 cestující (tvorba kompletů – spojů),
- nutnost komplexního pohledu (IDS)

*VHOD se doplňuje nebo si konkuruje?*



## Preference cestujících

Mnohdy existuje více variant cest,

- cestující volí (trasu) cesty podle preferencí, jako např.:
  - minimalizaci cestovního času,
  - odjezd ze zastávky s minimálním průměrným časem cesty,
  - odjezd z nejbližší zastávky nebo železniční stanice,
  - minimalizaci počtu přestupů na cestě,
  - minimalizaci čekání na první spoj,
  - volbu pro ně (subjektivně) nejlepší trasy,
- zajímavostí je, že některé (trasy) cesty cestující využívají i přesto, že náklady jsou na tuto trasu oproti jiné variantě prokazatelně vyšší.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Celková doba cesty VHOD

$$(T_c^{VHOD})$$

$$T_c^{VHOD} = t_p + t_z + t_v + \sum_{j=0}^{n_p} (t_{p_j} + t_{z_j} + t_{v_j}) + t_k + t_o \quad [\text{min}]$$

$$\text{pro } j=0 \\ (t_{p_0}^{pr} + t_{z_0}^{pr} + t_{v_0}) = 0$$

- doba přístupu k zastávce nebo žel. stanici ( $t_p$ ),
  - doba pobytu na nástupní zastávce nebo žst. ( $t_z$ ),
  - doba pobytu (jízdy) v prvním spoji ( $t_v$ ),
  - index pořadí přestupu ( $j$ ), počet přestupů  $n_p$ ,
  - doba pobytu ve výstupní zastávce nebo žst. ( $t_k$ ),
  - doba dosažení cíle cesty od výstupní zast. nebo žst. ( $t_o$ ).
- všechny tyto atributy musejí být vyjádřeny.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Přístup k nástupní zastávce nebo žst. / dosažení cíle od výstupní zast. nebo žst.

- Docházková vzdálenost (doba příchodu) je ovlivněna vzájemným umístěním zdroje (cíle) cesty a zastávky, ale i možnostmi kudy a jak lze tuto vzdálenost překonat,
- možnosti přístupu:
  - pěšky,
  - na jízdním kole,
  - osobním automobilem,
  - doplňkovým („napájecím“) subsystémem VHOD.

Přístup autem (na kole) má být volen jen na začátku nebo na konci cesty, nevyžadají-li okolnosti jinak.



## Volba nástupní zastávky

- Je nutné do VHOD nastupovat v nejbližší zast. nebo žst.?
- Předpoklad: více možností na území sídla.

Závislost na:

- poloze zastávky (vzdálenosti na zastávku),
- četnosti spojů vhodných linek na dané zastávce,
- „dostupnosti“ cíle z dané zastávky

např. počet přestupů, čas, vzdálenost.





# Volba nástupní zastávky

Dva způsoby:

- vyčíslení nákladů cesty pro každou možnost cesty, a následně volba varianty s min. náklady,
- volba více variant (vč. dražších) na základě modelu volby, model ochoty cestovat s i s vyššími náklady (LOGIT).

$$P_A = \frac{e^{-\varphi C_A}}{\sum_{i \in L^r} e^{-\varphi C_i}}$$

Pozn. v praxi je využíváno i cest s vyššími náklady (např. rychlejší, ale příplatkové spoje).



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Doba čekání na nástupní zastávce

Odj. Odkud	Přij. Kam	Pozn. Spoj
4:37 Praha-Běchovice z	4:53 Praha Masarykovo n. v	Os 9300 1.2. 5b
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kolín (3.44) &gt; Praha Masarykovo n. (4.53)</li> <li>České dráhy, a.s.; nábreží L.Svobody 1222/12, 110 15 Praha 1; +420 840 112 113</li> <li>jede v 1-3</li> </ul>		
5:07 Praha-Běchovice z	5:23 Praha Masarykovo n. v	Os 9302 1.2. 5b
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kolín (4.14) &gt; Praha Masarykovo n. (5.23)</li> <li>České dráhy, a.s.; nábreží L.Svobody 1222/12, 110 15 Praha 1; +420 840 112 113</li> </ul>		
5:37 Praha-Běchovice z	5:53 Praha Masarykovo n. v	Os 9304 1.2. 5b
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kolín (4.44) &gt; Praha Masarykovo n. (5.53)</li> <li>České dráhy, a.s.; nábreží L.Svobody 1222/12, 110 15 Praha 1; +420 840 112 113</li> <li>jede v 1-3</li> </ul>		
6:07 Praha-Běchovice z	6:23 Praha Masarykovo n. v	Os 8600 1.2. 5b
<ul style="list-style-type: none"> <li>Řečany n.Labem (4.42) &gt; Praha Masarykovo n. (6.23)</li> <li>České dráhy, a.s.; nábreží L.Svobody 1222/12, 110 15 Praha 1; +420 840 112 113</li> <li>jede v 1-3</li> </ul>		
<b>JÍZDNÍ ŘÁD 2010/2011</b>		
6:37 Praha-Běchovice z		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kolín (5.44) &gt; Praha Masa</li> <li>České dráhy, a.s.; nábreží</li> </ul>		
7:07 Praha-Běchovice z		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kolín (6.02) &gt; Praha Masa</li> <li>České dráhy, a.s.; nábreží</li> </ul>		
7:37 Praha-Běchovice z		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kolín (6.33) &gt; Praha Masa</li> <li>České dráhy, a.s.; nábreží</li> </ul>		
8:07 Praha-Běchovice z		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kolín (7.06) &gt; Praha Masa</li> <li>České dráhy, a.s.; nábreží</li> <li>jede v 1-3</li> </ul>		
8:37 Praha-Běchovice z	8:53 Praha Masarykovo n. v	Os 8606 1.2. 5b

Motivační úvaha:  
*Jak budete vnímat  
 dobu čekání?*

Zdroj: IDOS

platí od 12.12. 2010

043 Trutnov - Lubawka a zpět										IDS IREDO		
25400	25402	25404	km	Vlak	SZDC, státní organizace / VÍKMOVIT Regio a.s.	Vlak	km	25401	25403	25405		
16 9:30	16 14:27	16 19:30	0	1	Trutnov n.l.n. 040.045 e-400	10 21	16 9:27	16 13:34	16 19:30			
9:34	14:31	19:34	3	3	Trutnov střed e-400	0	9:23	13:30	19:26			
9:35	14:32	19:35	1	1	Trutnov střed e-400	0	9:23	13:29	19:25			
9:37	14:34	19:37	4	4	Trutnov-Požel e-400	0	9:20	13:27	19:23			
9:40	14:37	19:40	17	17	Trutnov-Požel e-400	10	9:18	13:24	19:20			
x 9:43	x14:40	x19:43	6	6	Líbeň e-400	15	x 9:15	x13:20	x19:16			
x 9:49	x14:46	x19:49	11	11	Křivanov e-432	7	x 9:05	x13:13	x19:10			
x 9:53	x14:50	x19:53	14	14	Bernartice u Trutnova e-432	10	x 9:01	x13:10	x19:06			
9:56	14:53	19:56	17	17	SKřivanov e-435	8	8:57	13:08	19:04			
10:00	14:57	20:00	21	21	Křivanov e-435	8	8:55	13:04	19:00			
10:07	15:04	20:07	21	21	Lubawka e-435	4	8:48	12:57	17:53			
Jelena Góra	Jelena Góra	Wrocław			Do stanice	Ze stanice	Wrocław	Jelena Góra	Jelena Góra	Jelena Góra		



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Doba čekání na nástupní zastávce

**Linka s krátkým intervalem** (příměstská žel. doprava):

- vyjadřuje se obecně jako polovina intervalu,
- u velmi krátkých intervalů (jako např. páteřní linky MHD) se cestující mnohdy JŘ neřídí - absolutní platnost,

**Linka s dlouhým intervalem/taktem** („několik spojů za den“):

- polovina intervalu platí obecně, ale v těchto případech se cestující řídí JŘ a dlouhý interval mnohdy nevnímají v modelech volby jako časovou ztrátu,
- při popisu rozsahu dopravní nabídky toto ale roli hraje.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Doba čekání na nástupní zastávce

**Matematické vyjádření doby čekání v modelech:**

$$t_z = k_{int} \cdot I_{nl} + t_{konst}$$

- kde:  $k_{int}$  je koeficient doby čekání (1/2 intervalu),  
 $I_{nl}$  je interval spojů následné linky,  
 $t_{konst}$  je konstantní přírážka na nástup (např. doba odbavení na letišti).



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Přestupy

- stejný princip jako pro nástup do dopravního prostředku první linky.
- specifikem je nutnost aplikace přestupní doby ve formě přírážky  $t_{prest}$  ve velkých přestupních uzlech, jakožto čas na překonání vzdálenosti mezi nástupišti, průchod výpravní budovou, podchody apod.

$$t_{zj} = k_{int} \cdot I_{nl} + t_{konst} + t_{prest}$$

- minimální přestupní doba: přestup „hrana – hrana“ u stejného nást.
- maximální: mezi nejvzdálenějšími nástupišti.



## Přestupy

### Přestupy mezi více zastávkami nebo železničními stanicemi:

- např. Praha Masarykovo n. – Praha hl. n.,
- přestupy mezi subsystémy VHOD,
- navazující spoj se často vyznačuje lepší dostupností cíle, než spoje obsluhující výstupní zastávku nebo stanici,
- platí zde metody volby variant,
- musí být modelovány i spojovací cesty pro pěší, resp. MHD nebo jiný subsystém VHOD spojující obě zast. nebo žst.,
- přesun musí být zohledněn v maticích dopravní dostupnosti (člen  $t_{pj}$ ).





## Přestupy v rámci ITJŘ

- Uzel integrovaného taktového JŘ (bodová koordinace příjezdů a odjezdů spojů),
- přípojové vazby.

*Interval spojů je 60 min,  
platí pravidlo  $t_{zj} = I_{nl}/2$  (30 min)?*



Pokud se intervaly obou linek shodují pak nikoli, časová ztráta je dána časovým úsekem mezi okamžikem příjezdu a odjezdu, pokud se intervaly neshodují, časová ztráta může nastat, záleží na vnímání JŘ.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Doba pobytu v dopr. prostředku

- Výpočet na podkladě zadaných jízdních dob v mezizastávkových úsecích a zadaných dob pobytů ve stanicích a zastávkách.
- Alternativně je možné stanovit jízdní doby i výpočtem na podkladě
  - úsekové (cestovní) rychlosti nebo
  - technické rychlosti + zadání pobytů v zastávkách.

*Výpočet z návrhové rychlosti komunikace nemusí odpovídat díky stanovené rychlosti konstruktérem JŘ (obsahuje rezervy pro pokrytí přepravních a jiných úkonů, resp. záložní časy z hlediska dodržování JŘ).*



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



## Doba pobytu ve výstupní zast. nebo žst.

- Ve většině případů nenastává (cestující se na výstup. zastávkách zpravidla nezdržují),
- v omezené míře ale nastává nutnost čekání z přepravních nebo administrativních důvodů (typický příklad: výdej zavazadel, celní odbavení na letišti),
- ovšem v případě dokončení cesty autem nebo na kole tato doba představuje dobu strávenou přechodem\* na parkoviště (ke stojanu) a jiné s tím spojené časové ztráty (např. při placení parkovného).

*\*není-li chůze modelována jako samostatná část cesty.*



## Tarify a jízdné

- základní složka nákladového ohodnocení alternativ,
- cena může být kalkulována podle vzdálenosti (ŽD) / době jízdy (IDS) / počtu zastávek (MHD), vyjma ČD není přímo úměrná ale mění se často skokově,
- druhy tarifů: kilometrický, časový, zónový, relační.

### Tarify v modelech:

- kilometrický bez pásem (ČD) – přímá závislost ceny na vzd.,
- relační (např. IREDO, IDOL) – skalární součin s OD maticí,
- km pásma – časové „kroky“ (PID) – aproximace jednicí.



## Příklady využití výstupů modelování

### Počet cestujících na lince:

- určuje potřebnou obsaditelnost vozidel,
- resp. jejich počet (interval – frekvenci),

### Počet přestupujících:

- dimenzování velikosti a kapacit přestupních terminálů,

### Maticе přestupovosti:

- (makroskopické pojetí),
- kombinace s O-D maticí - celkový počet přestupů v systému

Podklad pro linkotvorbu, ověřování opatření v síti VHOD.



## Použité informační zdroje

- **Odborná stáž u ČD, a. s. v rámci projektu Inženýrské vzdělávání jako interakce teorie a praxe CZ.1.07/2.2.00/15/0352 (jaro 2011, 10 dní).**
- KUŠNIEROVÁ, J. – HOLLAREK, T. *Metódy modelovania a prognózovania prepravného a dopravného procesu*. Žilina: EDIS – ŽU, 2000, 166 s. ISBN 80-7100-673-4.
- ORTÚZAR, J. – WILLUMSEN, L.: *Modelling Transport*. Chichester: Wiley, 2001, Third Edition, 499 s. ISBN 13: 978-0-471-86110-2 (H/B).
- LOS, P.: Vplyv preferencií cestujúcich na modelovanie celkových časov cesty v systémoch MHD. Zborník konferencie: *Verejná osobná doprava 2009*. Bratislava: Kongres management, 2009, s. 75 – 78. ISBN 978-80-89275-18-2.
- MOJŽÍŠ, V. – GRAJA, M. – VANČURA, P.: *Integrované dopravní systémy*. Praha: Powerprint, 2008. 59 – 67 s. ISBN 978-80-904011-0-5.
- *OmniTRANS Manual* [CD-ROM]. Deventer: OmniTRANS International, 2009.



*Děkuji Vám za pozornost.*

**Ing. Josef Bulíček, Ph.D.**

Katedra TŘD, Dopravní fakulta J. Pernera, Univerzita Pardubice,

Studentská 95, 532 10 Pardubice

tel.: 466 036 202, e-mail: josef.bulicek@upce.cz



Ing. František Haburaj, Ph.D.

## Nedestruktivní diagnostika vozovek pozemních komunikací



### Nedestruktivní diagnostika vozovek

Jednou z možností provádění nedestruktivní diagnostiky vozovek pozemních komunikací je využití Georadaru.

#### **Georadar (Ground Penetrating Radar, Ground Probing Radar, GPR)**

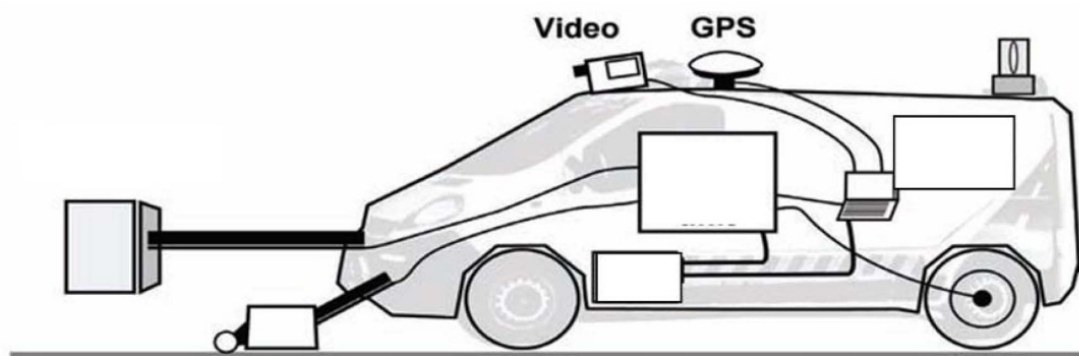
- Jedná se o zařízení, které využívá vysokofrekvenční elektromagnetické vlnění.
- Lokalizuje změny elektrických a magnetických vlastností prostředí, jímž se toto vlnění šíří.
- Rozmach využití georadaru nastal s komerčním prodejem těchto zařízení, které zahájila americká společnost GSSI v roce 1972.
- Diagnostika vozovek pozemních komunikací je jen jedna z oblastí, kde se georadar uplatňuje.
- V ČR schváleny TP-233 Georadarová metoda konstrukcí pozemních komunikací (MD-OPK, červen 2011) – přístup na internetu





## Nedestruktivní diagnostika vozovek

### Sestava georadaru



## Nedestruktivní diagnostika vozovek

### Antény typu dipól



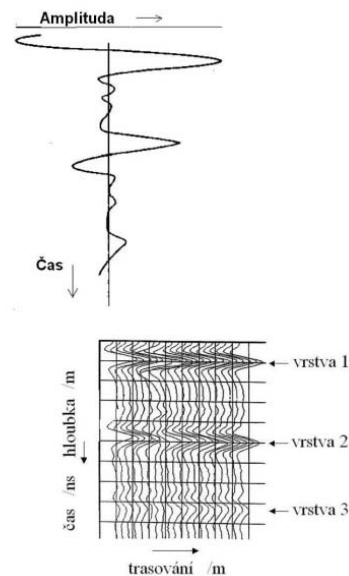
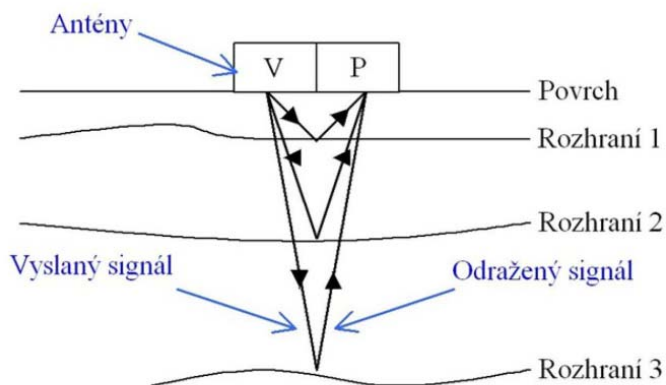
## Nedestruktivní diagnostika vozovek



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Nedestruktivní diagnostika vozovek

### Princip georadaru



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Nedestruktivní diagnostika vozovek

### Základní využití GPR v oblasti diagnostiky vozovek:

- stanovení polohy kluzných trnů a kotev v CB krytu vozovek
- stanovení tloušťky konstrukčních vrstev vozovek

### Možnosti dalšího využití – hledání nehomogenit:

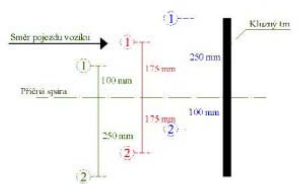
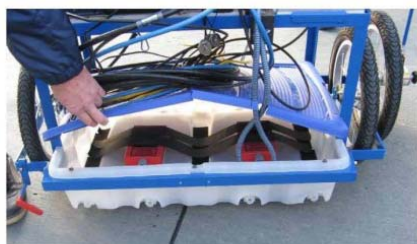
- detekce dutin a kaveren např. v podloží, nebo pod krytem nevytlužených CB vozovek
- detekce nadměrného obsahu vody v konstrukčních vrstvách vozovek
- detekce a stanovení hloubky trhlin v krytu vozovky
- lokalizace inženýrských sítí a kanalizačních systémů



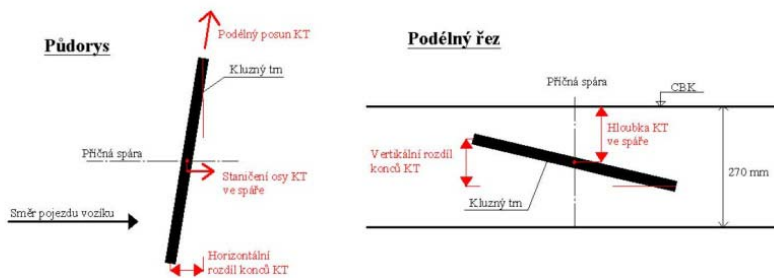
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Nedestruktivní diagnostika vozovek

### Stanovení polohy kluzných trnů a kotev ve vozovkách s CB krytem



- ① Umístění levé antény 1,6 GHz ve vozovku při přejezdu přes kluzný trn
- ② Umístění pravé antény 1,6 GHz ve vozovku při přejezdu přes kotvu

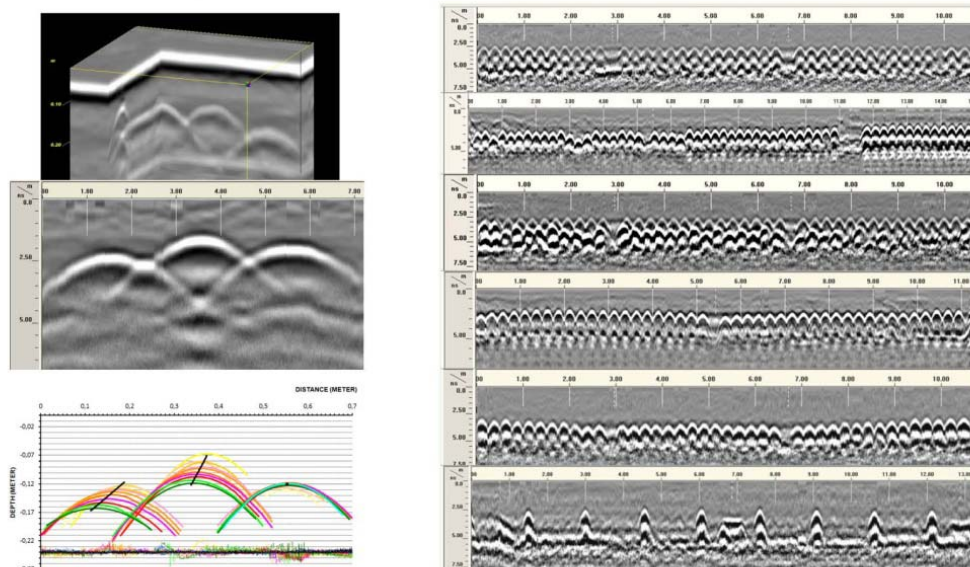


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



## Nedestruktivní diagnostika vozovek

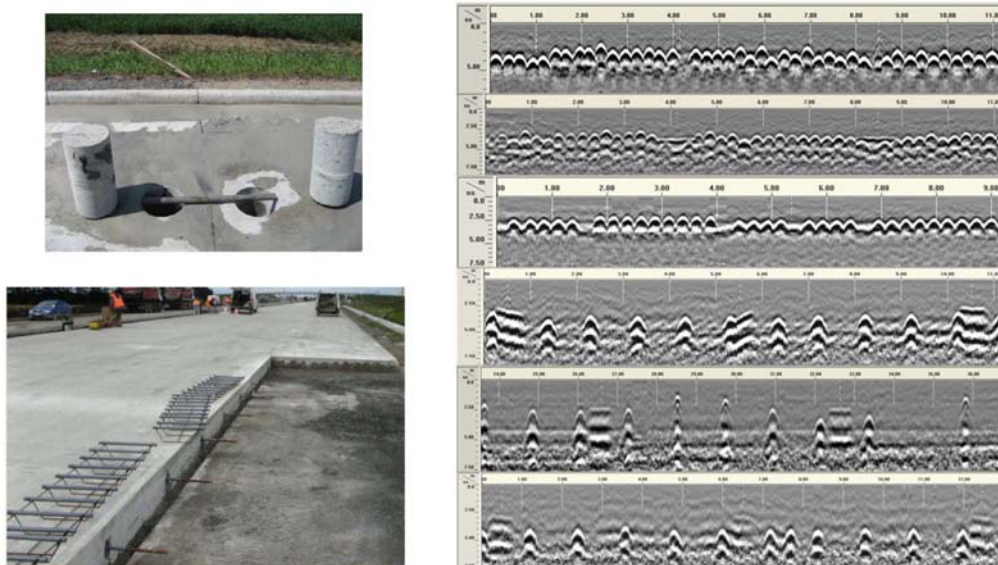
### Stanovení polohy kluzných trnů a kotev ve vozovkách s CB krytem



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Nedestruktivní diagnostika vozovek

### Stanovení polohy kluzných trnů a kotev ve vozovkách s CB krytem

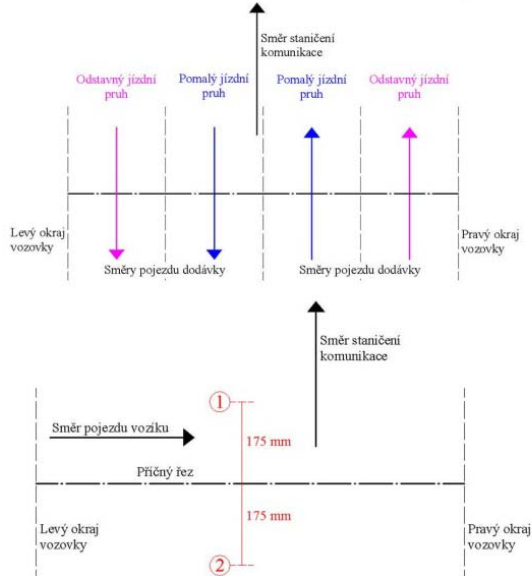


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



## Nedestruktivní diagnostika vozovek

### Stanovení tloušťky konstrukčních vrstev vozovky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Nedestruktivní diagnostika vozovek

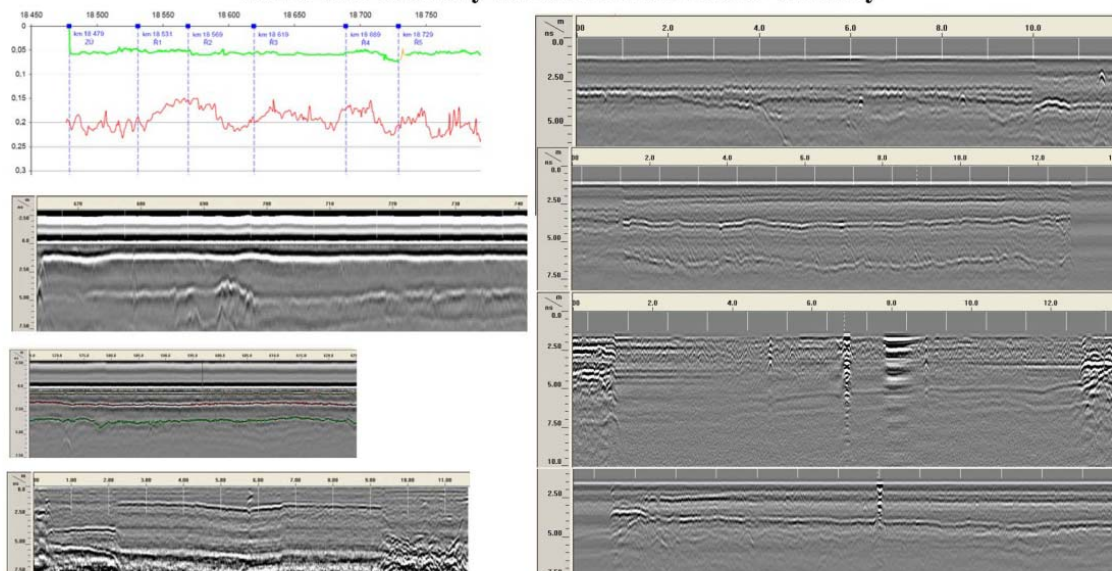
### Stanovení tloušťky konstrukčních vrstev vozovky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Nedestruktivní diagnostika vozovek

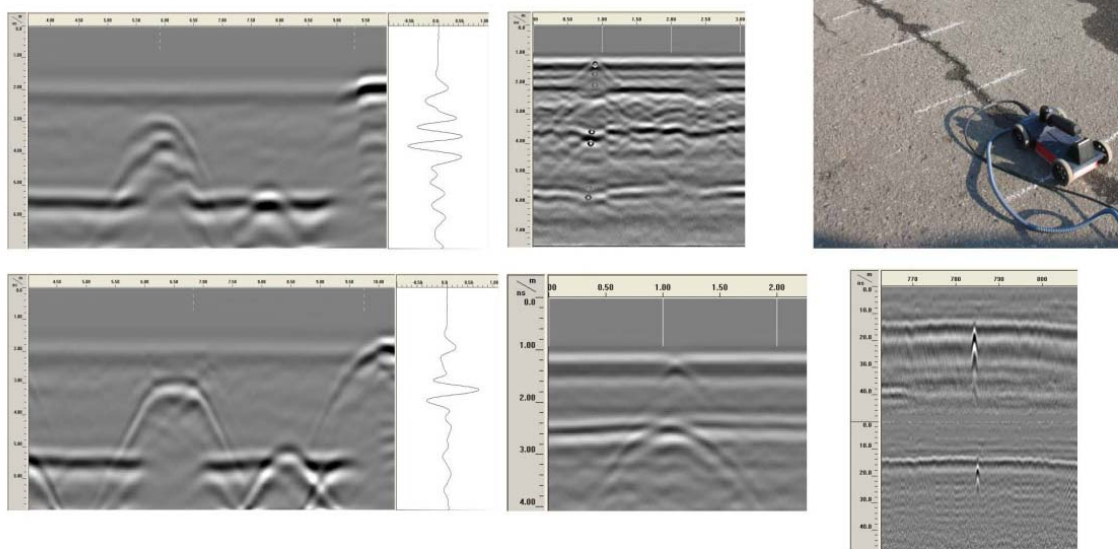
### Stanovení tloušťky konstrukčních vrstev vozovky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Nedestruktivní diagnostika vozovek

### Možnosti dalších aplikací

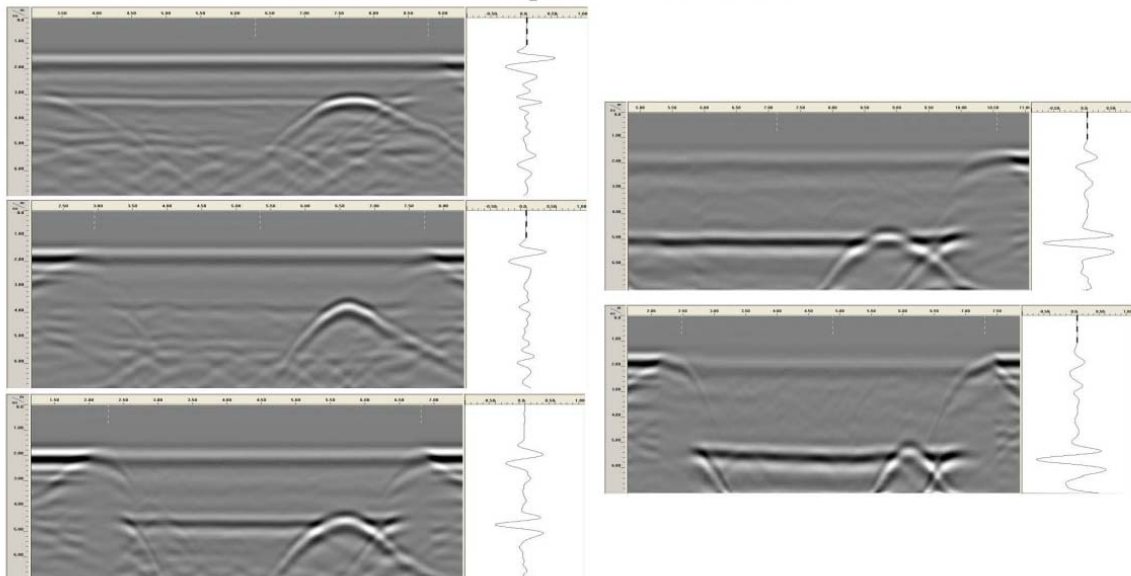


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



## Nedestruktivní diagnostika vozovek

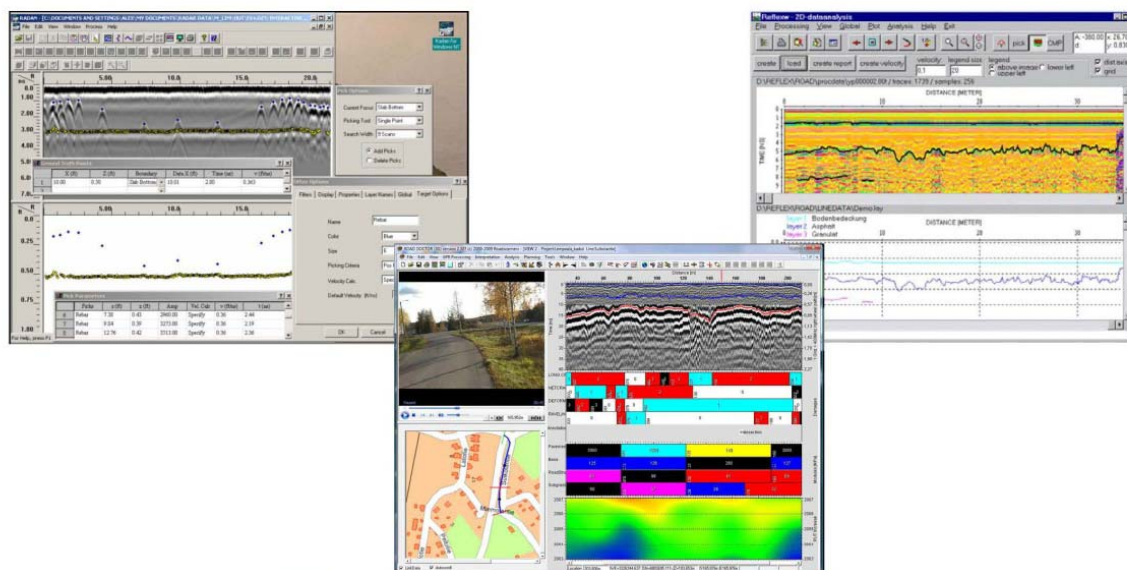
### Možnosti dalších aplikací – vlhkost materiálu



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Nedestruktivní diagnostika vozovek

### Software, vyhodnocení dat



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Nedestruktivní diagnostika vozovek

### Faktory ovlivňující výsledky měření

- Dielektrická konstanta materiálu
- Nadměrná vlhkost, kovové materiály
- Velikost částic
- Typ vyšetřování
- Volba frekvence antény
- Rychlost měření a vzorkování
- Výškové umístění antény
- Správné provedení kalibrace georadaru
- Zpracování signálu, filtrace dat
- Interpretace výsledků

Constituent	Dielectric value
Air	1
Freshwater	8
Ice	4
Bedrock (granite)	5-7
Clay	25-40
Silt	16-30
Silty sand	7-10
Sand subbase	4-6
Gravel base	4-7
Glacial till	8-18
Asphalt concrete	4-8
Slag asphalt concrete	8-15
Portland cement concrete	8-10
Bitumen bound base	6-7
Cement bound base	8-10



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Nedestruktivní diagnostika vozovek

### Závěr

#### Výhody georadaru:

- Získání kontinuálních informací o struktuře vozovky po celé délce měřeného úseku (doplňné údaje z kontrolních vrtů, jejichž počet je minimální) – cenné informace pro návrh zesílení konstrukce.
- Měření při vysokých rychlostech, převyšující 80 km/hod - plynulost silničního provozu.
- Diagnostika vozovek georadarem v čase umožňuje identifikovat změny, které nastaly (sledování změn, výskyt poruch, vlhkost).

#### Nevýhody georadaru:

- Kalibrace georadaru.
- Zpracování a interpretace dat odborným pracovníkem.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



## Nedestruktivní diagnostika vozovek

**Děkuji za pozornost.**

Přednáška zpracována ve spolupráci s Centrem dopravního výzkumu, v.v.i.





Brožura slouží k představení různorodosti přednášek proběhlých v rámci projektu Inženýrské vzdělávání jako interakce teorie a praxe CZ.1.07/2.2.00/15/0352.

Název publikace: Vybrané přednášky externích a akademických pracovníků ze stáží na DFJP UPa v rámci projektu Inženýrské vzdělávání jako interakce teorie a praxe CZ.1.07/2.2.00/15/0352

Počet stran: 78

Rok vydání: 2013

Tisk: Tiskařské středisko Univerzity Pardubice