

Předpoklady vývoje intermodálních přepravních systémů

Prezentace k obhajobě disertační práce

Doktorand: Ing. Petr Nachtigall

Školitel: doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.

Pardubice, KTRD, 6. 4. 2010



Osnova prezentace

- 1 Současný stav problému
- 2 Cíl řešeného vědeckého úkolu
- 3 Zvolené metody zkoumání
- 4 Obecný návrh řešení
- 5 Aplikace návrhů v podmínkách EU (ČR)
- 6 Vlastní přínos disertační práce



1 Současný stav problému (1/3)

- **Monografie a články o KD (aplikovaný výzkum),**
- **Právní předpisy, mezinárodní dohody, studie a operační programy na podporu KD,**
- **Vědecké publikace (základní výzkum).**

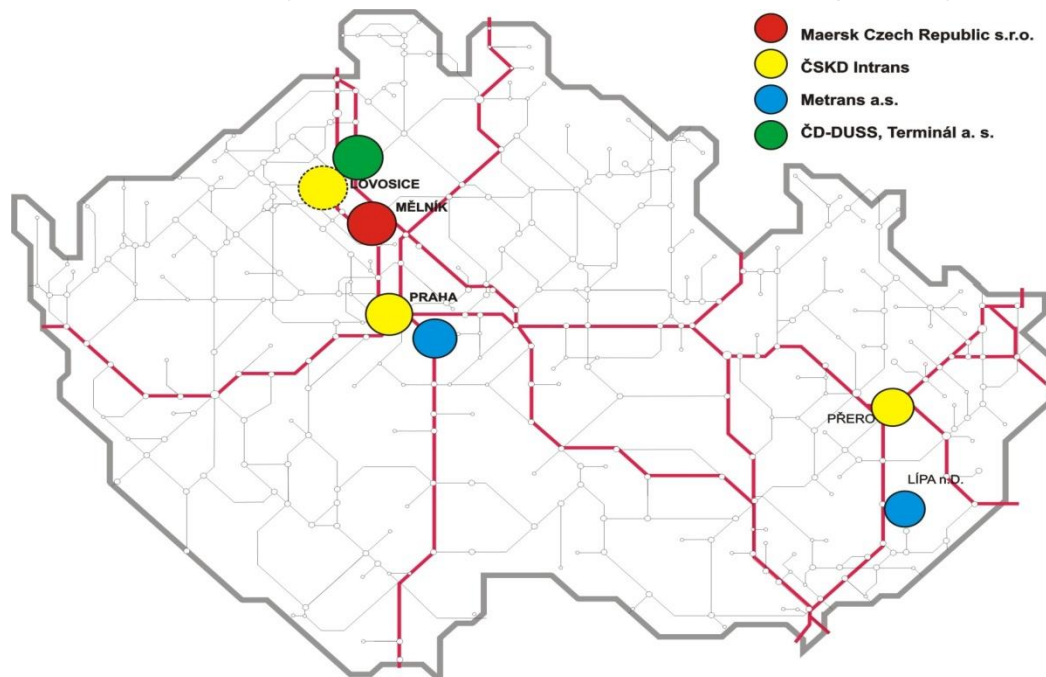


1 Současný stav problému

(2/3)

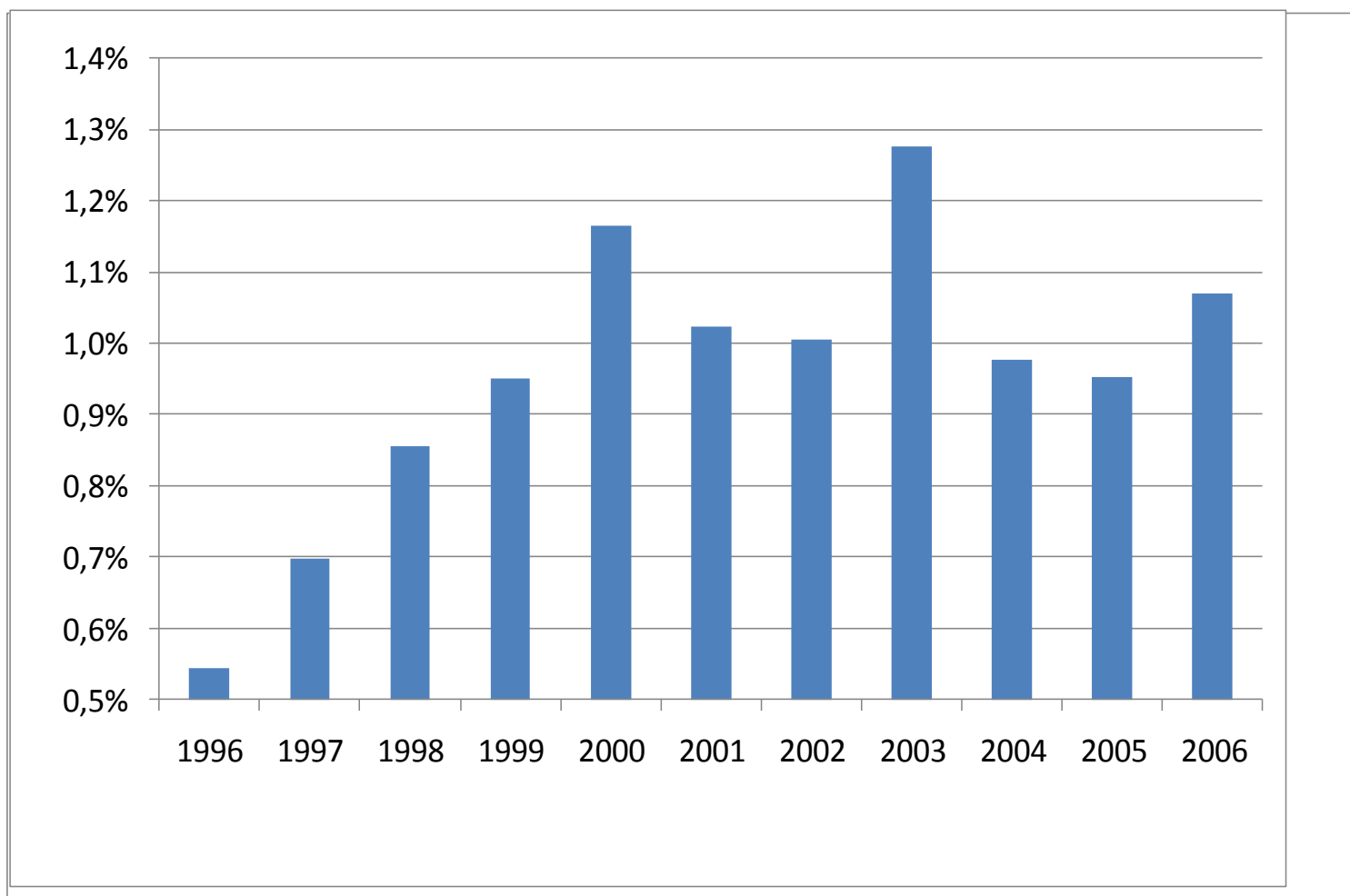
4 největší operátoři – Maersk, ČSKD Intrans, Metrans a Bohemiakombi,

4 systémy KD – kontejnery ISO 1, výměnné nástavby, sedlové návěsy a odvalovací kontejnery



1 Současný stav problému

(3/3)



2 Cíl řešeného vědeckého úkolu

- **Vytvoření nového algoritmu pro určení optimální rozvozní vzdálenosti včetně vývojového diagramu,**
- **Matematické modelování variabilních nákladů vybraných systémů KD a přímé SD,**
- **Sestavení schématu rozhodovacího procesu, za jakých podmínek zavést linku KD.**



3 Zvolené metody zkoumání

Operační výzkum

Lokačně-alokační problém,
VRP (Vehicle Routing Problem).

Matematická statistika

Shluková analýza

- MacQueenova metoda,
- Ward-Wishartova metoda.



4 Obecný návrh řešení (1/9)

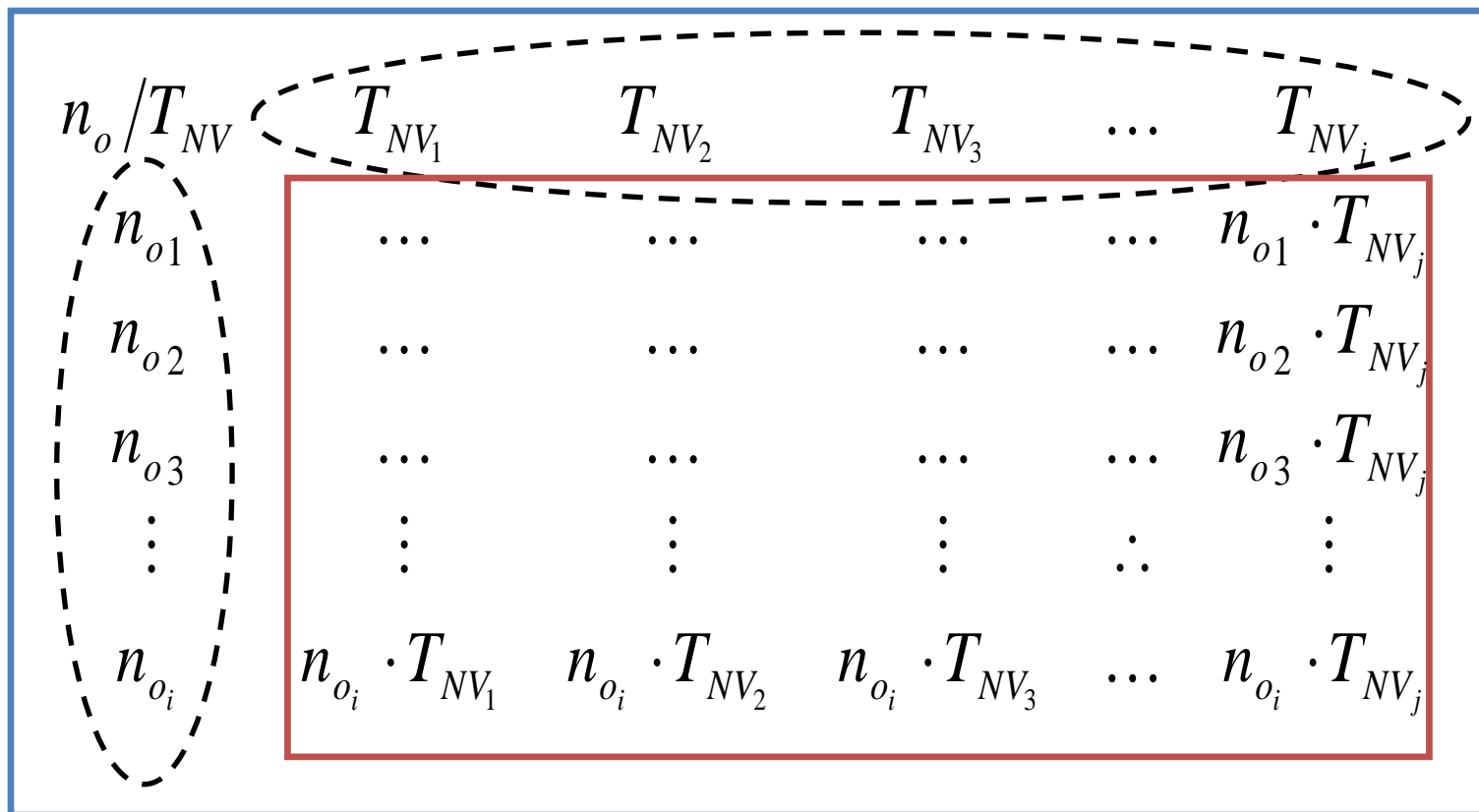
Vytvoření nového algoritmu pro určení optimální rozvozní vzdálenosti

- odlišný přístup,
- přepravní jednotka je najímána za denní paušál,
- výpočet pomocí kontingenčních tabulek,
- vstupní údaje \rightarrow Matice A-E \rightarrow Shluková analýza.
- hlavní sloupec: počet obrátů,
- hlavní řádek: doba manipulací při jednom obratu,



4 Obecný návrh řešení (2/9)

Vytvoření nového algoritmu pro určení optimální rozvozní vzdálenosti



4 Obecný návrh řešení (3/9)

Vytvoření nového algoritmu pro určení optimální rozvozní vzdálenosti

Matice A – vstupních hodnoty, odfiltrování nepřipustných řešení,

Matice B – korekce o zákonné přestávky,

Matice C – výpočet průměrných přepravních vzdáleností,

Matice D – výpočet jednotlivých sazeb [$\text{€} \cdot \text{km}^{-1}$],

Matice E – interval přípustných sazeb.

Shluková analýza – tvorba intervalů

....vývojový diagram algoritmu je v příloze 1.



4 Obecný návrh řešení (4/9)

Matematické modelování variabilních nákladů vybraných systémů KD a přímé SD

Hypotéza

doprovázená KD může dosáhnout nižších variabilních nákladů než přímá silniční doprava.

Druh nákladu	Kontejnery ISO řady 1	Sedlové návěsy	Ro-La	Přímá silniční doprava
Povinné ručení	Ne	Ano	Ano	Ano
Silniční daň	Ne	Ano	Ano	Ano
Odpisy	Ne	Ano	Ano	Ano
PHM	Ne	Ne	Ano	Ano
Mýto	Ne	Ne	Ano	Ano
Mzda řidiče	Ne	Ne	Ano	Ano
Pneumatiky	Ne	Ne	Ano	Ano
Pronájem přepravní jednotky	Ano	Ne	Ne	Ne
Přeprava po železnici	Ano	Ano	Ano	Ne



4 Obecný návrh řešení (5/9)

Matematické modelování variabilních nákladů vybraných systémů KD a přímé SD

Vztahy pro výpočet jednotkových nákladů

Povinné ručení $c_{PR} = \frac{PR}{L_R}$

Mzdové náklady $c_{mzda} = \frac{HS}{V_{NA}}$

Silniční daň $c_{SD} = \frac{(1 - k_{SD}) \cdot SD}{L_R}$

Mýto

$$c_{mýto} = C_{mýto}^{dálnice} \cdot \frac{l_{dálnice}}{l_{celkem}} + C_{mýto}^{I.třída} \cdot \frac{l_{I.třída}}{l_{celkem}} = \frac{(C_{mýto}^{dálnice} \cdot l_{dálnice} + C_{mýto}^{I.třída} \cdot l_{I.třída})}{l_{celkem}}$$

Odpisy $c_{odp} = \frac{PC}{L_R \cdot t_{odp}}$

PHM $c_{PHM} = \frac{P_{nafta} \cdot S_{nafta} + P_{AdBlue} \cdot S_{AdBlue}}{100} = \frac{1,05 \cdot (P_{nafta} + P_{AdBlue})}{100}$



4 Obecný návrh řešení (6/9)

Matematické modelování variabilních nákladů vybraných systémů KD a přímé SD

Sumární nákladové vzorce pro jednotlivé druhy dopravy

Kontejnery ISO $C_{ISO} = (c_{ISO} + c_{\dot{Z}D}) \cdot l$

Silniční návěsy $C_{SN} = (c_{PR} + c_{SD} + c_{odp} + c_{\dot{Z}D}) \cdot l$

Přímá silniční doprava $C_{PSD} = (c_{PR} + c_{SD} + c_{odp} + c_{PHM} + c_{m\dot{y}to} + c_{mzda} + c_{pneu}) \cdot l$

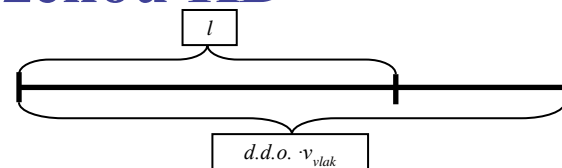


4 Obecný návrh řešení (7/9)

Matematické modelování variabilních nákladů vybraných systémů KD a přímé SD

Sumární nákladový vzorec pro doprovázenou KD

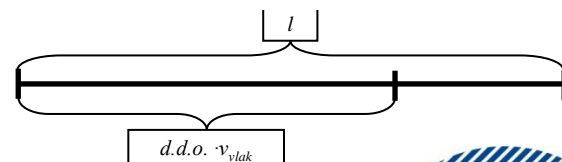
$$d.d.o. \cdot v_{vlak} > l$$



$$\forall l \in \begin{cases} (0; d.d.o. \cdot v_{vlak}) & C_{RoLa} = (c_{\check{Z}D} + c_{PR} + c_{SD} + c_{odp} - c_{mjto} - c_{mzda} - c_{PHM} - c_{pneu}) \cdot l + (d.d.o. \cdot v_{vlak}) \cdot (c_{mjto} + c_{mzda} + c_{PHM} + c_{pneu}) \\ \langle d.d.o. \cdot v_{vlak} \rangle & C_{RoLa} = (c_{\check{Z}D} + c_{PR} + c_{SD} + c_{odp}) \cdot l \\ (d.d.o. \cdot v_{vlak}; \infty) & C_{RoLa} = (c_{\check{Z}D} + c_{PR} + c_{SD} + c_{odp} + c_{mzda}) \cdot l - d.d.o. \cdot v_{vlak} \cdot c_{mzda} \end{cases}$$

$C_{RoLa} = (c_{PR} + c_{SD} + c_{odp} + c_{\check{Z}D}) \cdot l$

$$d.d.o. \cdot v_{vlak} < l$$



$$\forall l \in \begin{cases} (0; d.d.o. \cdot v_{vlak}) & C_{RoLa}^{var} = (c_{mjto} + c_{mzda} + c_{PHM} + c_{pneu}) \cdot (d.d.o. - l) \\ \langle d.d.o. \cdot v_{vlak} \rangle & C_{RoLa}^{var} = 0 \\ (d.d.o. \cdot v_{vlak}; \infty) & C_{RoLa}^{var} = c_{mzda} \cdot (l - d.d.o. \cdot v_{vlak}) \end{cases}$$



4 Obecný návrh řešení (8/9)

Matematické modelování variabilních nákladů
vybraných systémů KD a přímé SD

Interval přípustných vzdáleností linky doprovázené KD

$$C_{PSD} > C_{Ro-La}$$



4 Obecný návrh řešení (9/9)

Matematické modelování variabilních nákladů
vybraných systémů KD a přímé SD

Interval přípustných vzdáleností

$$l_{\min} = \frac{c_{mýto} + c_{pneu} + c_{mzda} + c_{PHM}}{c_{SD} + 2 \cdot (c_{mýto} + c_{pneu} + c_{mzda} + c_{PHM}) - c_{ŽD}} \cdot v_{vlak}$$

$$l_{opt} = d.d.o. \cdot v_{vlak}$$

$$l_{\max} = \frac{c_{mzda} \cdot d.d.o.}{c_{ŽD} - c_{mýto} - c_{pneu} - c_{SD} - c_{PHM}} \cdot v_{vlak}$$

....schéma rozhodovacího procesu je v příloze 5.



5 Aplikace návrhů v podmínkách EU (ČR) (1/13)

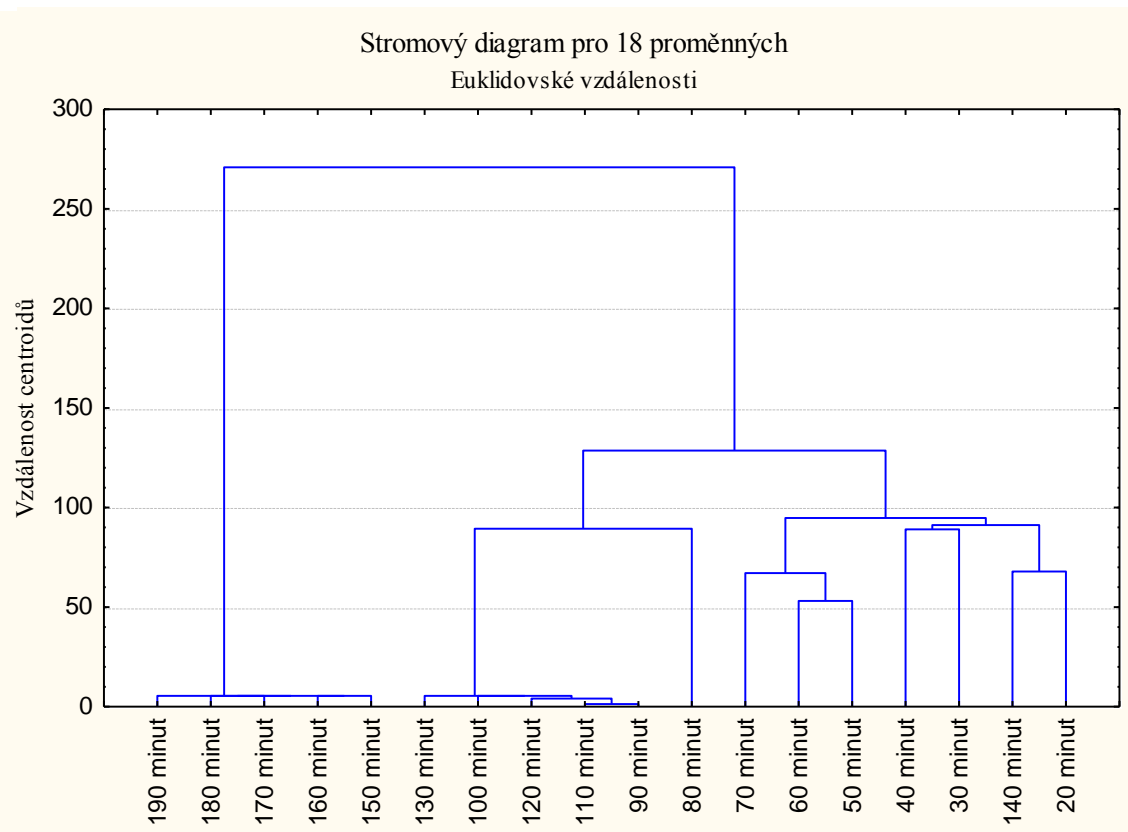
Aplikace nově navrženého algoritmu pro výpočet optimální rozvozní vzdálenosti

- Varianta 1: n_o : 1 – 25, T_{NV} : 20 – 190 ($\Delta T_{NV} = 10$ min),
- Varianta 2: n_o : 1 – 28, T_{NV} : 20 – 190 ($\Delta T_{NV} = 5$ min),



5 Aplikace návrhů v podmínkách EU (ČR) (2/13)

Vytvoření nového algoritmu pro určení optimální rozvozní vzdálenosti – Varianta 1



5 Aplikace návrhů v podmínkách EU (ČR) (3/13)

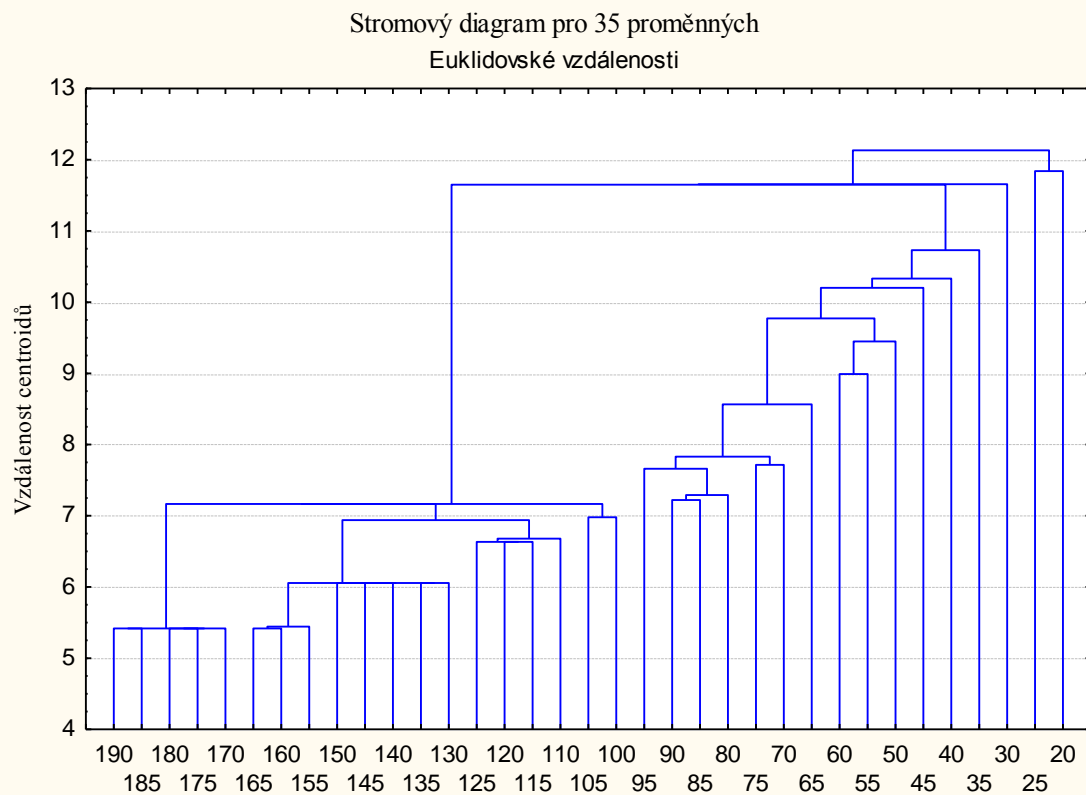
Vytvoření nového algoritmu pro určení optimální rozvozní vzdálenosti – Varianta 1

Interval dob manipulací [min]	Průměrná rozvozní vzdálenost [km]
<20, 80)	52,24
<80, 130)	131,16
<150, 190)	281,67



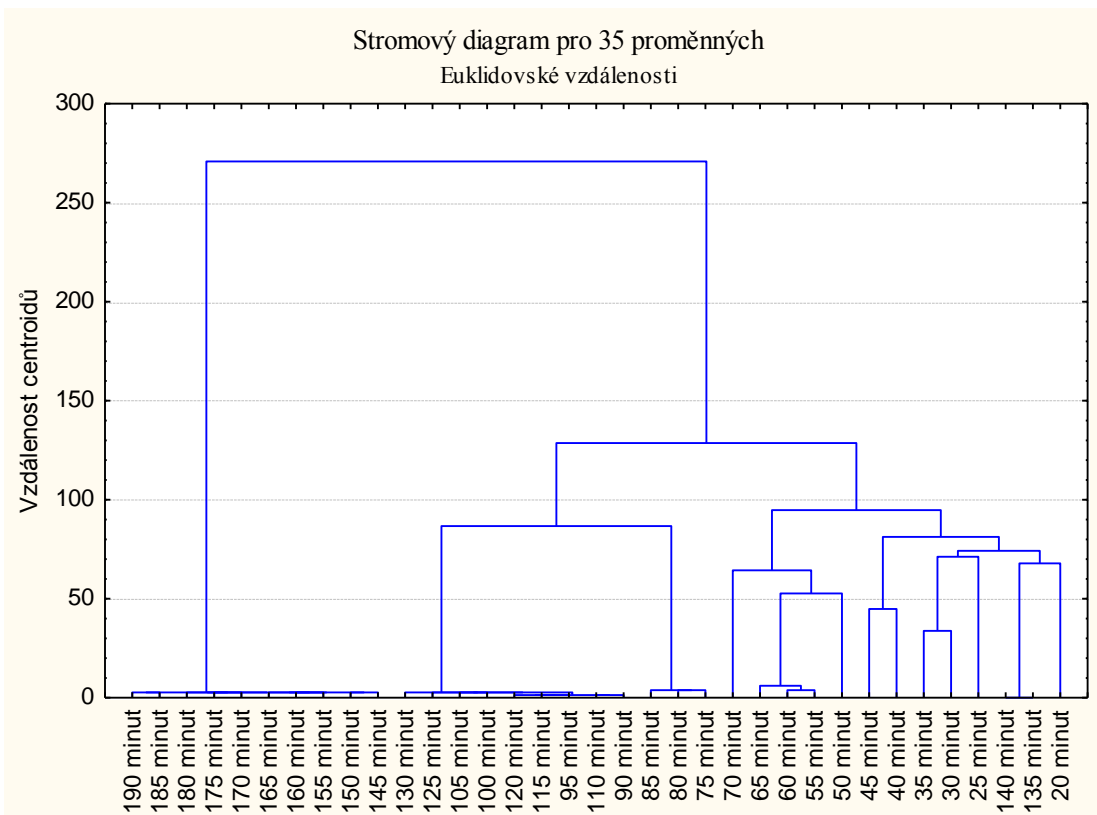
5 Aplikace návrhů v podmínkách EU (ČR) (4/13)

Vytvoření nového algoritmu pro určení optimální rozvozní vzdálenosti – Varianta 2



5 Aplikace návrhů v podmínkách EU (ČR) (5/13)

Vytvoření nového algoritmu pro určení optimální rozvozní vzdálenosti – Varianta 2



5 Aplikace návrhů v podmínkách EU (ČR) (6/13)

Vytvoření nového algoritmu pro určení optimální rozvozní vzdálenosti – Varianta 2

Interval dob manipulací [min]		Průměrná rozvozní vzdálenost [km]		Rozdíl obou variant	$\frac{V_2 - V_1}{V_2} \cdot 100$
Varianta 1	Varianta 2	Varianta 1	Varianta 2	$V_2 - V_1$	
<20, 80)	<20, 70)	52,24	53,52	1,28 km	2,391 %
<80, 130)	<75, 130)	131,16	128,65	-2,51 km	1,951 %
<150, 190)	<145, 190)	281,67	283,02	1,35 km	0,477 %



5 Aplikace návrhů v podmínkách EU (ČR) (7/13)

Vytvoření nového algoritmu pro určení optimální rozvozní vzdálenosti - shrnutí

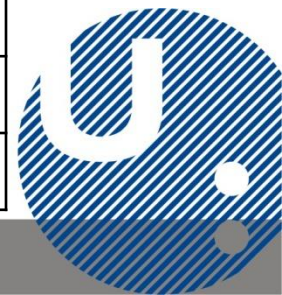
- Úspěšné ověření nově navrženého algoritmu,
- Vytvoření vývojového diagramu,
- Stanovení intervalů dob manipulací.



5 Aplikace návrhů v podmínkách EU (ČR) (8/13)

Matematické modelování variabilních nákladů vybraných systémů KD a přímé SD

Proměnná C_x	Hodnota	Dílčí náklad c_i	Hodnota [$\text{Kč} \cdot \text{km}^{-1}$]
PR	70 000 Kč	c_{PR}	0,54
L_R	130 000 km	c_{SD}	0,23
SD	30 000 Kč	c_{odp}	6,15
PC	4 000 000 Kč	c_{PHM}	9,81
t_{odp}	5 let	$c_{mýto}$	4,20
Mýto	4,2 $\text{Kč} \cdot \text{km}^{-1}$	c_{mzda}	3,08
HS	200 $\text{Kč} \cdot \text{h}^{-1}$	c_{pneu}	1,00
v_{NA}	65 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$	c_{ISO}	2,11



5 Aplikace návrhů v podmínkách EU (ČR) (9/13)

Matematické modelování variabilních nákladů vybraných systémů KD a přímé SD

Druh nákladu	Kontejnery ISO řady 1	Sedlové návěsy	Ro-La	Přímá silniční doprava
Povinné ručení	0	0,54	0,54	0,54
Silniční daň	0	0,23	0,23	0,23
Odpisy	0	6,15	6,15	6,15
PHM	0	0	9,81	9,81
Mýto	0	0	4,20	4,20
Mzda řidiče	0	0	3,08	3,08
Pneumatiky	0	0	1,00	1,00
Pronájem přepravní jednotky	2,11	0	0	0
Přeprava po železnici	17,50	17,50	17,50	0
CELKEM	19,61	24,24	----	25,01



5 Aplikace návrhů v podmínkách EU (ČR) (10/13)

Matematické modelování variabilních nákladů vybraných systémů KD a přímé SD

$$\forall l \in (0; d.d.o \cdot v_{vlak}); C_{RoLa} = 6,123 \cdot l + 162,81 \cdot v_{vlak}$$

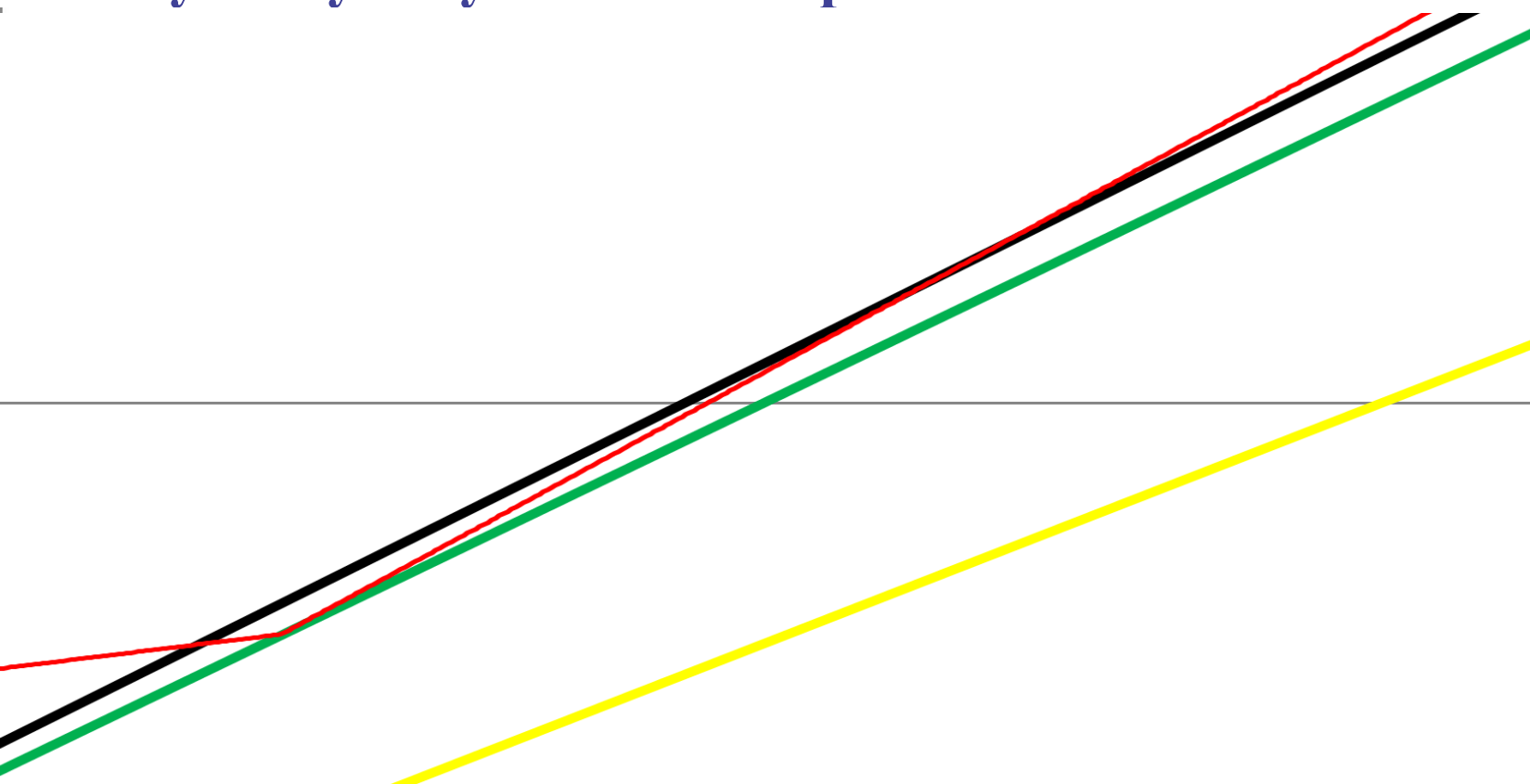
$$\forall l \in \langle d.d.o \cdot v_{vlak} \rangle; C_{RoLa} = 24,213 \cdot l$$

$$\forall l \in (d.d.o \cdot v_{vlak}; \infty); C_{RoLa} = 27,293 \cdot l - 27,72 \cdot v_{vlak}$$



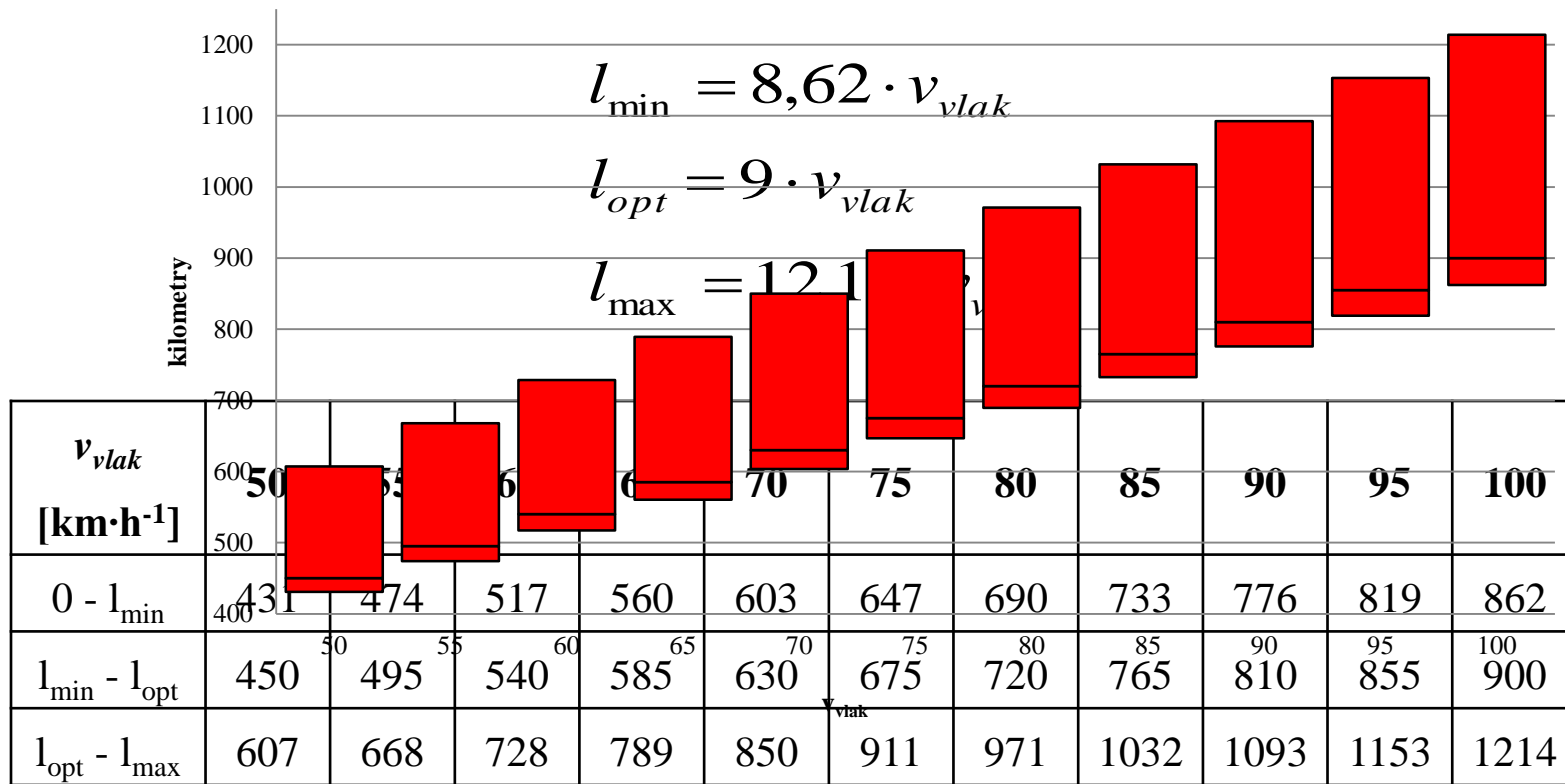
5 Aplikace návrhů v podmínkách EU (ČR) (11/13)

Matematické modelování variabilních nákladů
vybraných systémů KD a přímé SD



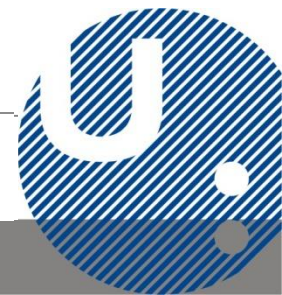
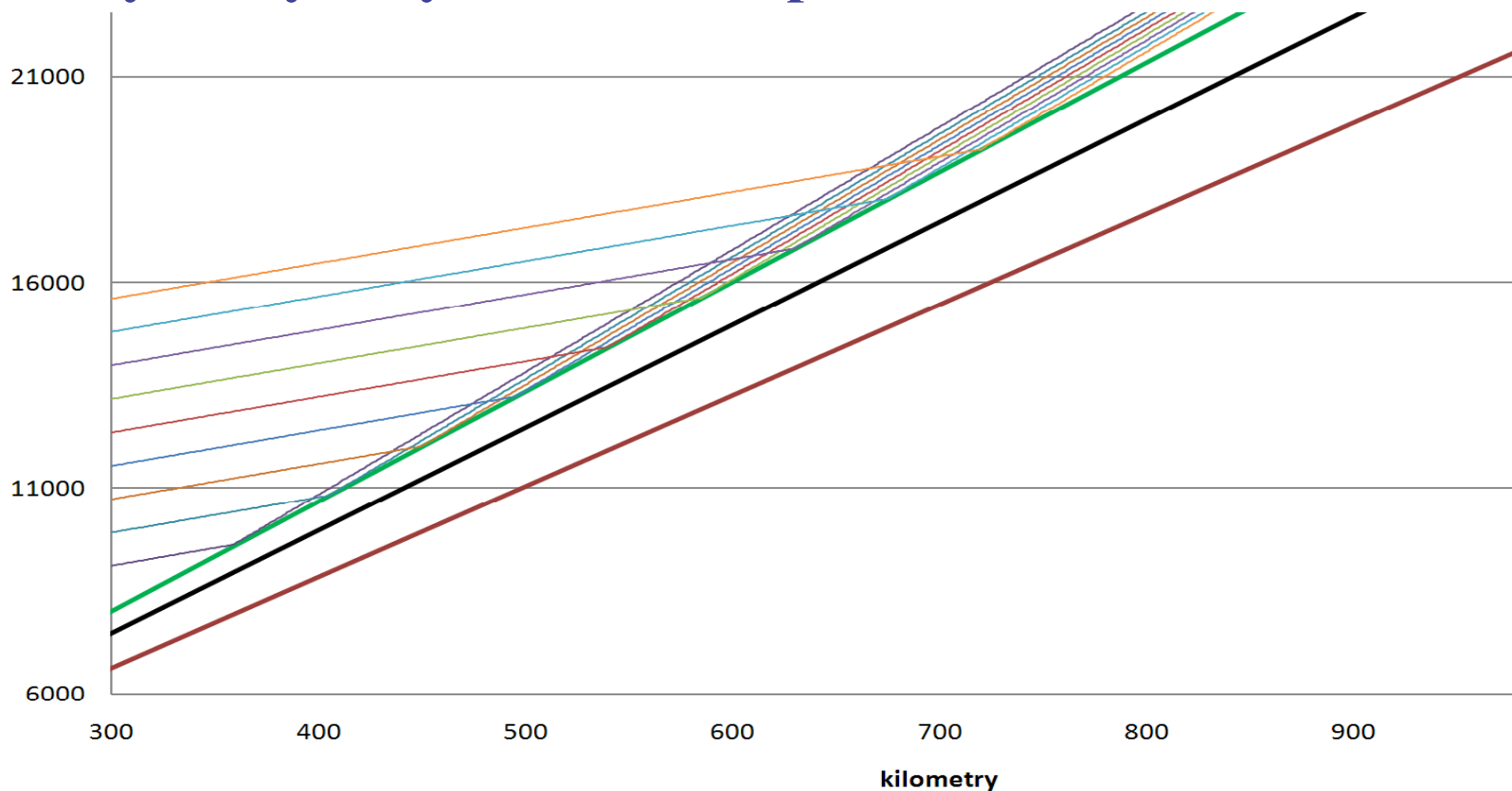
5 Aplikace návrhů v podmínkách EU (ČR) (12/13)

Matematické modelování variabilních nákladů vybraných systémů KD a přímé SD



5 Aplikace návrhů v podmínkách EU (ČR) (13/13)

Matematické modelování variabilních nákladů vybraných systémů KD a přímé SD - závěr



6 Vlastní přínosy

- **Vytvořen a ověřen nový algoritmu pro určení optimální rozvozní vzdálenosti včetně sestavení vývojového diagramu,**
- **Pomocí matematického modelování byla potvrzena hypotéza, že doprovázená KD může dosáhnout nižších variabilních nákladů než PSD,**
- **Sestaveno schéma rozhodovacího procesu, za jakých podmínek zavést linku KD.**

Byly naplněny cíle stanovené pro disertační práci



Děkuji za pozornost

