

MOŽNOSTI ZPŘESNĚNÍ MODELU PRO VÝPOČET ČASU DOJEZDU JEDNOTEK ZDRAVOTNICKÉ ZÁCHRANNÉ SLUŽBY

Martin DOLEJŠ¹, Jan PURCHARD¹, Martin REPKO², Adam JAVORČÁK³

(1) Katedra geografie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, České Mládeže, 400 96 Ústí nad Labem, Česko; martin.dolejs@ujep.cz (korespondenční autor); purchard13@seznam.cz

(2) Zdravotnická záchranná služba Ústeckého kraje, p.o., Sociální péče 799/7a, Severní terasa, 400 11 Ústí nad Labem

(3) Krajský úřad Ústeckého kraje, Odbor informatiky a organizačních věcí, Velká Hradební 3118/48, 400 02, Ústí nad Labem, Česko; javorcak.a@kr-ustecky.cz

Dostupnost zdravotní péče

- definováno zák. č. 374/2011 Sb. (organizace ZZS)
- ukládá krajům zpracování **plánu pokrytí** území výjezdovými základnami
- schválení a aktualizace ve dvouletém cyklu
- dokument pro podporu rozhodování (relokalizace základen, nové základny)
- různé kraje, různé přístupy a nástroje
- GIT/data jsou často k dispozici
- otázka možnosti vytěžení dat, času pro zpracování na úrovni kraje, ad.
- Případová studie pro Ústecký kraj
- Spolupráce – Kraj, Univerzita, ZZS
- Navázání na předchozí metodiku pro tvorbu plánu pokrytí (Javorčák)
- Automatizace procesu, zapojení nových dat
- Nové možnosti zpracování?
- Předpoklady: jednoduchý a přehledný postup, dostupná data
- Síťové analýzy

Faktory ovlivňující dojezd

Kategorie	Faktor	Popis	Příklad	Případová studie
Technologie a legislativa	Dopravní prostředek	Mechanické vlastnosti a limity vozu, včetně jeho současného stavu.	Typ vozidla ZZS na jeho rychlostní schopnosti.	Moridpour (2015), KÚÚK (2015).
	Reálný technický stav komunikace	Poškození, materiál povrchu, šířka nebo jiné zřetele hodné faktory.	Díra na silnici druhé třídy, popřípadě naopak nově opravený segment komunikace.	Moridpour (2015) Hudeček (2010).
	Navigace	Technologie v podobě softwaru využitého pro zvolení nejvýhodnější trasy.	GPS navigace implementovaná do záchranných vozů.	Mori (2014), Ichoua (2003).
	Nejvyšší povolená rychlost	Omezování rychlosti na úsecích komunikace ve formě dopravního značení.	Dopravní značení před každou obcí.	Hudeček (2010), Louthan (2010), Bartoš (2012).
	Kategorizace silniční sítě	Rozdělení silniční sítě do kategorie, kde se předpokládá určitý technický standart.	U dálnice se bude předpokládat lepší sjízdnost než na silnici III. třídy.	Bartoš (2012), Louthan (2010), Sladký (2009).
Terén a klima	Vliv počasí	Okamžitý stav klimatu na určitém místě má vliv na sjízdnost vozovky.	V zimě se předpokládá komplexní snížení rychlostní po úsecích komunikace.	Domenichini et al. (2012), Yildirimoglu a Ozbay (2012).
	Sklonitost	Vertikální sklon komunikace.	Vůz jede v jednu chvíli do kopce a poté zase z kopce.	Bartoš (2012), Louthan (2010).
	Zakřivení komunikace	Křivolakost popřípadě deviatilita komunikace.	Rychlost vozidla omezená prudkou zatáčkou popřípadě jejich sérií v serpentýnách.	Bartoš (2012), Louthan (2010), Sladký (2009).
Lidské chování	Dopravní provoz	Vztah sledovaného vozidla vůči ostatním vozidlům na komunikacích.	Dopravní zácpy ve špičce nebo nehodovost.	Domenichini et al. (2012), Gu et al. (2016).
	Osobnost řidiče	Zkušenosti s jízdou a trasou, mentální a zdravotní stav.	Jednotliví řidiči vozů ZZS.	Fonda et al. (2001).

Zpracování modelu dostupnosti

- Silniční síť (CEDA StreetNet)
- DMR (ZABAGED + Copernicus pro příhraničí)
- Kategorizace silniční sítě
- Doplnění o výpočet rychlosti (limity)
- Základní rychlost – empiricky v předchozí práci (Javorčák)
- Terénní průzkum + ověření nad daty dojezdu ZZS (vztažené ke středu sídla)
- Sklon segmentu komunikace (%) vlastní výpočet nad DMR
- Respektování obousměrnosti komunikací
- Zakřivení komunikace (deviatilita vs. křivolakost)
- Arbitrární penalizace na základě (ČSN 73 6100-1 a vlastního šetření)
- Vytvoření zón dle dostupnosti do 18, 20, 22, 25, 30 minut)

	Implementované faktory	Obsah
Základní rychlost	kategorizace silniční sítě	počáteční navrhnutá rychlost
Návrhová rychlost	vliv sklonu reliéfu	základní rychlosti a vliv sklonu
Směrodatná rychlost	zakřivení komunikace	návrhová rychlost a vliv zakřivení

- zjištění času dojezdu v modelu oproti reálným časům
- reálné dojezdy - 80 tis. výjezdů (2017, ZZS UK)
- podrobné atributy – lokalizace výjezdové základny, místa incidentu, pořadí výjezdu, závažnost případu
- Jak předpovídá model v různých podmínkách?
- Denní doba (noc/den) – suncalc (R)
- Roční období (zima, a ostatní dle vyhlášky)
- Závažnost případu (atributy)
- První výjezd ze základny (atributy)
- Výjezd z místně nepříslušné základny (atributy)
- Časový limit (+ 25 min.)
- Omezení reálných dat dle limitů výše
- Dále zjištění vlivu faktorů sklonu a deviatility na rychlost na reálné výsledky

Přesnost modelu

ID	Název kombinace	Roční období	Denní Doba	Závažnost Zranění	První výjezd ze základny	Využitá hlavní základna	Maximální doba cesty (minuty)
1	Nečištěná	žádné	žádná	nezahrnuto	nezahrnuto	nezahrnuto	neurčeno
2	Optimální I	léto	den	závažná	ano	ano	25
3	Optimální II	zima	den	závažná	ano	ano	25
4	Optimální III	léto	noc	závažná	ano	ano	25
5	Optimální IV	zima	noc	závažná	ano	ano	25
6	Sekundární I	léto	den	závažná	ano	ne	25
7	Sekundární II	léto	den	závažná	ne	ano	25
8	Sekundární III	léto	den	závažná	ne	ne	25
9	Široká I	léto	den	jakákoliv	ano	ano	25
10	Široká II	zima	den	jakákoliv	ano	ano	25
11	Volná	léto	den	jakákoliv	ano	ano	neurčeno

ID	Název kombinace	Množství výjezdů (n)	Min. Hodnota (t)	Max. Hodnota (t)	SD (t)	Průměr (t)	RMSE (t)
1	Nečištěná	71 488	-150,992	34,568	3,975	-2,801	2,941
2	Optimální I	1 229	-21,221	5,178	1,897	-1,535	1,766
3	Optimální II	451	-20,939	3,151	2,166	-1,684	1,908
4	Optimální III	844	-15,764	3,657	1,921	-1,630	1,883
5	Optimální IV	618	-20,715	6,424	2,025	-1,886	2,032
6	Sekundární I	112	-19,379	0,713	4,297	-6,881	6,929
7	Sekundární II	93	-7,845	5,596	1,885	1,200	1,690
8	Sekundární III	159	-24,243	3,099	5,433	-9,159	9,264
9	Široká I	26 741	-24,005	5,178	2,243	-1,927	2,098
10	Široká II	9 640	-24,387	4,073	2,175	-2,064	2,190
11	Volná	26 903	-78,212	5,178	3,109	-2,079	2,249

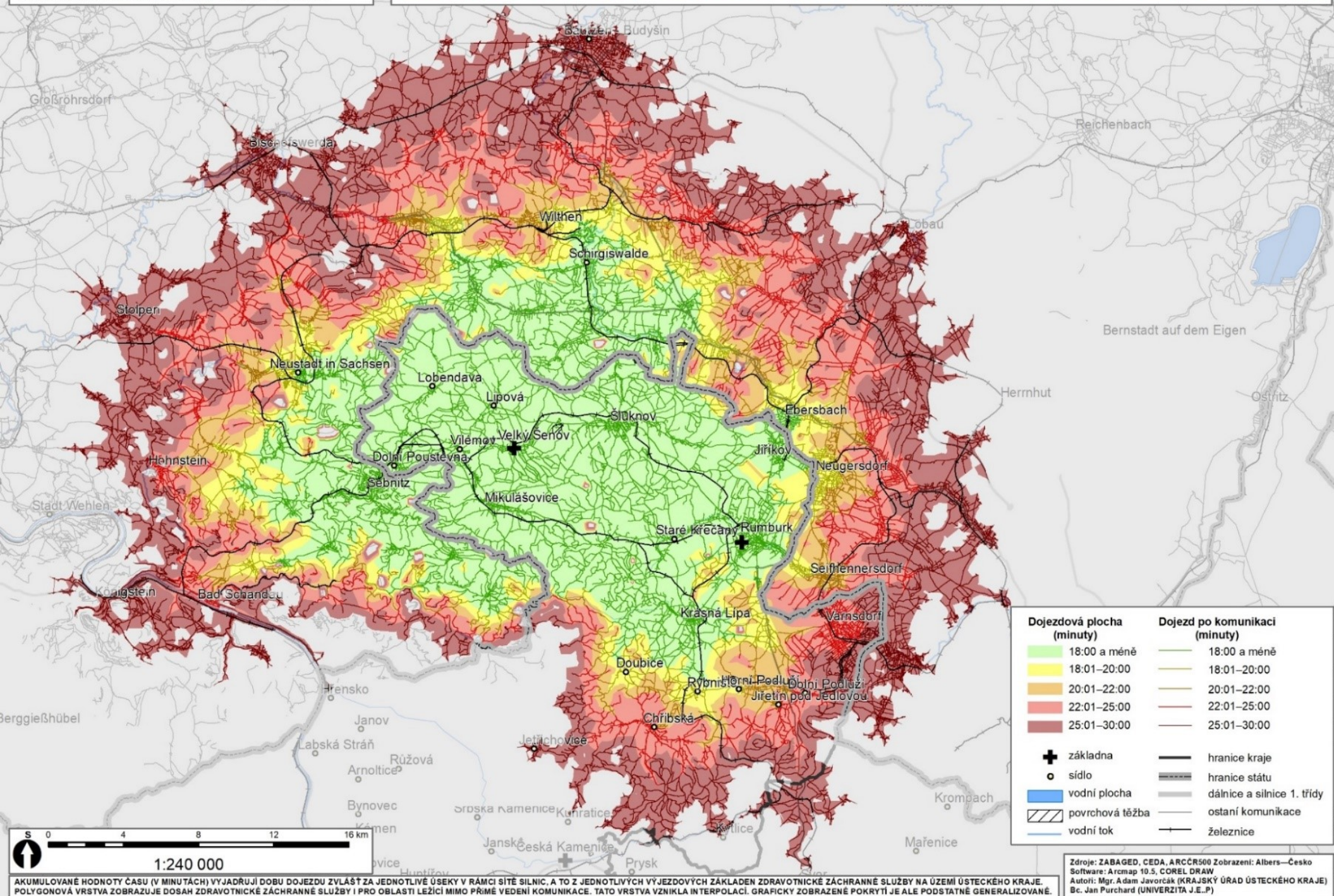
Přesnost modelu

Model	W	p	Medián	Variační koeficient
Dopravní model	6,97465	*****	-1,3268	-123,6327
Model základní rychlosti	5,51205	*****	-0,069885	-297,1677
Model sklonitosti	4,08605	0,013683	0,041852	1431,346
Model deviatility	5,67965	*****	-0,78528	-246,8602

Wilcoxonův test, x=0

	Skutečné časy dojezdů	Dopravní model	Model základní rychlosti	Model sklonitosti
Dopravní model	2 ⁻¹⁶	-	-	-
Základní rychlosti	2 ⁻¹⁶	2 ⁻¹⁶	-	-
Model sklonitosti	0,14	2 ⁻¹⁶	2 ⁻¹⁶	-
Model deviatility	2 ⁻¹⁶	2 ⁻¹⁶	2 ⁻¹⁶	2 ⁻¹⁶

Kruskal-Wallis (p), Bonferroniho korekce



- Dopravní model **relativně dobře předpovídá v případě, že** výjezd probíhá v létě, ve dne, pro nejzávažnější zranění, jedná se o první výjezd z hlavní základy (tedy vylučuje dodatečné výjezdy k místům kde je potřeba další jednotky po zjištění stavu incidentu) a celkově do 25 minut dojezdu.
- **Výpočet deviatility** výsledky dopravního modelu spíše zkresluje a není žádoucí. Ke stejným závěrům na omezeném vzorku dochází ve své práci Bartoš (2012). U výpočtu křivosti komunikace je tak pravděpodobně vhodnější využít metody výpočtu křivolakosti, nikoliv deviatility.
- Dopravní model je schopen produkovat **přijatelné výstupy** pro záchranou zdravotnickou službu Ústeckého kraje. Těmito výstupy se rozumí například obslužná zóna základen, hledání nejkratší cesty nebo změna obslužnosti v případě zablokování části dopravní sítě (například oprava mostu).

- Jaké další limitující faktory lze zapojit? Jaká bude časová a finanční náročnost?
- Otázka vytěžení dat tracklogů ZZS
- Dostupné roky 2016, 2017, 2018
- Robustnost databáze X změna místních dopravních podmínek
- Přesnější určení rychlosti pro jednotlivé segmenty
- Reproducibilita výstupů pro další roky na úrovni kraje = jednoduchost implementace a nároky na obsluhu

Děkuji za pozornost

Mgr. Martin Dolejš
martin.dolejs@ujep.cz