

**MOŽNOSTI ZPŘESNĚNÍ MODELU PRO VÝPOČET ČASU DOJEZDU JEDNOTEK  
ZDRAVOTNICKÉ ZÁCHRANNÉ SLUŽBY****TIME PRECISION IN COVERAGE MODELLING OF EMERGENCY HEALTH CARE SERVICES**Martin DOLEJŠ<sup>1</sup>, Jan PURCHARD<sup>1</sup>, Adam JAVORČÁK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 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*

<sup>2</sup> Krajský úřad Ústeckého kraje, Odbor informatiky a organizačních věcí, Velká Hradební 3118/48, 400 02, Ústí nad Labem, Česko  
*javorcak.a@kr-ustecky.cz*

**Abstrakt**

Dostupnost zdravotní péče v akutních případech je jedním z evropských standardů, v české podobě artikulované zákonem č. 374/2011 Sb., který se explicitně tématu věnuje. Zmíněný zákon hovoří o organizaci zdravotnické záchranné služby (ZZS) a mj. ukládá krajům zpracování plánu pokrytí území kraje výjezdovými základnami ZZS (plán pokrytí). Tento plán stanovuje časovou dostupnost ZZS a musí být schválen a aktualizován každé dva roky. Plán pokrytí je tedy základním analytickým materiálem, který slouží pro další rozhodování (např. o lokalizaci nebo relokizaci výjezdových základen). Z tohoto důvodu je kladen důraz na co možná nejpřesnější rozbor plošného pokrytí. K řešení takového úkolu se nabízí několik metodických možností (různé kraje aplikují rozdílné postupy), přičemž zapojení geografických informačních systémů je nasnadě z důvodu rozsáhlosti analyzovaného území. Cílem našeho příspěvku je prezentace dosavadní metodiky zpracování plánu pokrytí pro Ústecký kraj na základě empirických dat získaných ve spolupráci se Zdravotnickou záchrannou službou Ústeckého kraje a Krajským úřadem a dále výhled v podobě nových datových zdrojů, které mohou sloužit pro zpřesnění modelu a diskuze zapojení dalších faktorů, které ovlivňují přesnost výpočtu času dojezdu.

**Abstract**

Availability of a health care emergency is perceived as a European standard. On the Czech side, such availability is expressed by Act No. 374/2011 Coll., that is explicitly dedicated to the emergency health care service. Act regulates the organizational aspects of emergency service and ordering to process of emergency coverage plan for Regions (higher administrative unit). Such coverage plan determines the time necessary for emergency to reach all places in the Region and the marginal time limits, at the same time plan has to be updated every two years. Coverage plan is therefore a fundamental analytical source used in further decision making process (e.g. localization of new or relocalization of emergency stations). For this reason, the plan is expected to be precise. There are more methodical approaches concerning the particular issue of time coverage (resolved differently among Regions), however, the use of geographic information system seems to be obvious due to the fact of data availability and rather wider spatial extent of the area under study. We aim to present the current results of our method and analysis based on the empirical data kindly provided by Emergency service of Usti region and the Regional Authority of the Usti Region, furthermore, we aim to discuss the relevance of new data sources that could be of use for refinement of the model and possibility of incorporation of the factors influencing the precision of the time calculation.

**Klíčová slova:** zdravotnická záchranná služba; plán pokrytí; kraj; síťová analýza; Česko

**Keywords:** emergency service; coverage plan; county; network analysis; Czechia

## ZPRACOVÁNÍ EMPIRICKÉHO MODELU

Dopravní model, tedy ohodnocený graf reflektující realitu dopravní dostupnosti (Peňaz, 2006), byl vytvořen za rok 2017 (CEDA) na území Ústeckého kraje, přičemž území bylo rozšířeno po celém obvodu administrativní hranice o 10 km z důvodu zpřesnění výsledků a dále rozšířeno o silniční síť Svobodného státu Sasko. Dopravní model byl sestaven pro vozy zdravotnické záchranné služby, které téměř nejsou omezeny dopravními předpisy a mohou se pohybovat takřka libovolně, dle uvážení řidiče. Jednotlivé úseky silnic byly kategorizovány na základě zvolených parametrů (kategorie komunikace vzhledem k předpokládanému ovlivnění rychlosti např. dálnice vs. lesní cesty, třída komunikace) a v rámci předešlého testování krajským úřadem jim byla přiřčena základní (výchozí, obvyklá) rychlost. V dalším kroku bylo třeba zvolit faktory ovlivňující základní rychlost. Tyto faktory (vliv sklonu a křivosti komunikace dle vlastních výpočtů) představují limity základní rychlosti. Výpočet obou faktorů a jejich dopadu na základní rychlost vychází z prací Louthana (2010) a Bartoše (2012). Výsledky výpočtů pak ovlivňují základní rychlost ve smyslu tabelárních hodnot definovaných ČSN 73 6100 (2008).

Zpracovaný model byl dále validován pro zjištění efektivity vlastního modelu a zhodnocení vlivu sklonu a křivosti (přesněji deviatility). Rozdíl mezi realitou a dopravním modelem, byl zjištěn pomocí datového setu reálných dojezdů ambulančních vozů, poskytnutých ZZS. Datový set byl připraven na filtraci na základě toho, zda výjezd probíhal například podle sezóny (léto nebo zima), denní doba (den/noc), výjezdová základna (hlavní, vedlejší) atd. S takto připravenými daty bylo možné zjistit, v jakém případě je dopravní model odpovídá reálným záznamům. Vstupující faktory vlivu sklonu a křivosti (deviatility) byly taktéž podrobeny validaci a statistickému ověření.

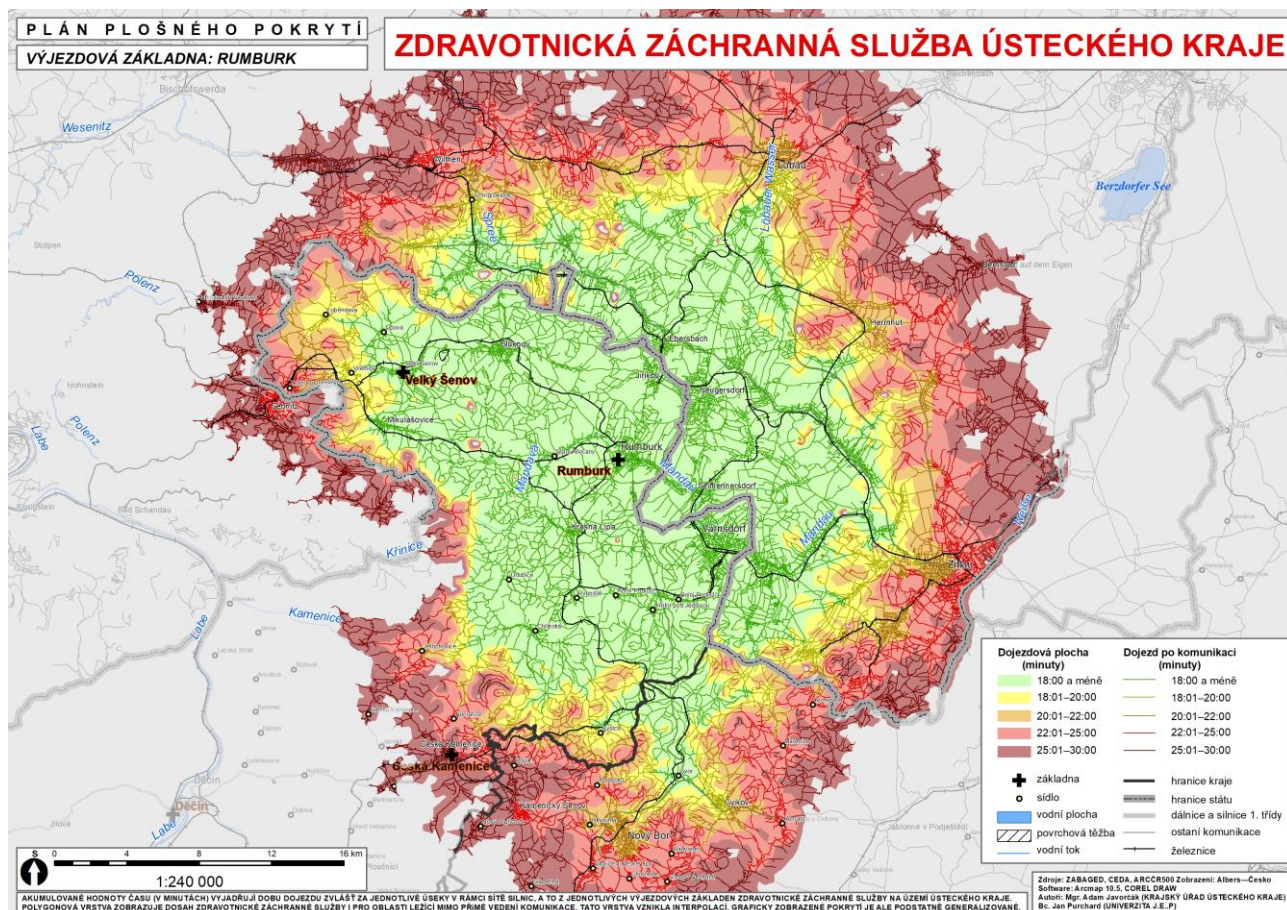
Předběžné výsledky zpracování empirického modelu nás vedou k závěrům, že:

- 1) Dopravní model optimálně předpovídá v případě, že výjezd probíhá v létě, ve dne, pro nejzávažnější zranění, jedná se o první výjezd z hlavní základny (tedy vylučuje dodatečné výjezdy k místům kde je potřeba další jednotky po zjištění náročnosti incidentu) a celkově do 25 minut dojezdu.
- 2) 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.
- 3) Dopravní model je schopen produkovat přijatelné výstupy pro záchranou zdravotnickou službu Ústeckého kraje. Těmito výstupy se rozumí například obslužná zóna základen (obr. 1), hledání nejkratší cesty nebo změna obslužnosti v případě zablokování části dopravní sítě (například oprava mostu).

## MOŽNOSTI ROZŠÍŘENÍ DOPRAVNÍHO MODELU

Námi představený dopravní model, přes uspokojivé výsledky ve výše popsáných optimálních podmínkách (denní doba, roční období), je limitován počtem zpracovatelných faktorů ovlivňujících výpočet výsledného času. V současné době pokračuje diskuze a testování dalších faktorů ovlivňujících dobu cesty jako jsou meteorologické podmínky (Tsapakis et al., 2013) nebo hustota provozu a omezení na komunikacích (Gu et al, 2016).

Vedle zapojení lokálních faktorů přímo či zprostředkovaně působících na výpočet rychlosti je další otázkou zapojení historických reálných dat o pohybu vozidel záchranné služby na jednotlivých segmentech komunikací. V nedávné době byly předvedeny výsledky experimentu (Piórkowski, 2018; obecně Mori et al., 2015) díky kterému lze tato data využít a na základě Monte Carlo simulací zobecnit pro celé datové sady pro účely výpočtu základních rychlostí. Podobná data o provozu specifických vozidel ZZS jsou k dispozici i různých regionech Česka. Předpokládáme, že jejich další vytěžení společně se zpracováním metriky křivolakosti u jednotlivých segmentů povede k výrazně přesnějším výsledkům dopravního modelu.



Obr. 1. Příklad výstupu pro výjezdovou základnu Rumburk

## ZDROJE

Bartoš, J. (2012) Deviatilíta komunikací v síťových analýzách s využitím GIS. Univerzita Karlova, Ústřední knihovna, Praha. Diplomová práce. s.60

ČSN 73 6100 (2008) Názvosloví silničních komunikací: Část: Základní názvosloví. Praha. Český normalizační institut. s. 67

Gu, Y., Qian, Z. (Sean), Chen, F. (2016) From Twitter to detector: Real-time traffic incident detection using social media data. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* 67, 321–342.  
<https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.02.011>

KÚÚK (2015) Plán pokrytí území Ústeckého kraje výjezdovými základnami zdravotnické záchranné služby [online]. Aktualizace 2015. [cit. 19-02-2018] dostupné z: <[https://www.kr-ustecky.cz/assets/File.ashx?id\\_org=450018&id\\_dokumenty=1689726](https://www.kr-ustecky.cz/assets/File.ashx?id_org=450018&id_dokumenty=1689726)>

Louthan, M. (2010) Vztah digitálního modelu reliéfu a síťových analýz pro řešení dopravních úloh. VŠB-Technická univerzita Ostrava. Diplomová práce 2006. s. 63

Mori, U., Mendiburu, A., Álvarez, M., Lozano, J.A. (2015) A review of travel time estimation and forecasting for Advanced Traveller Information Systems. *Transp. A Transp. Sci.* 11, 119–157.

Peňáz, T. (2006) Síťové analýzy v prostředí GIS [online]. Technická univerzita Ostrava. Institut geoinformatiky [cit. 19-02-2018]

Piórkowski, A. (2018) Construction of a dynamic arrival time coverage map for emergency medical services. *Open Geosci.* 10, 167–173. <https://doi.org/10.1515/geo-2018-0013>

Tsapakis, I., Cheng, T., Bolbol, A. (2013) Impact of weather conditions on macroscopic urban travel times. *J. Transp. Geogr.* 28, 204–211. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.11.003>