

# Optimalizace trasy a dojezdových časů u zásilkových a obslužných služeb: Pohled praxe

*Route and Travel Time Optimization for Delivery and Utility Services:  
An Industrial Viewpoint*

Robin Jonák<sup>1</sup>, Zdeněk Smutný<sup>2</sup> , Milan Šimůnek<sup>2</sup>, Michal Doležel<sup>2</sup> 

## Abstrakt

V souvislosti s kontinuálním nárůstem maloobchodních prodejků přes internet a s tím spojených aktivit zásilkových služeb přichází potřeba inovovat současná řešení v oblasti správy a řízení vozového parku. Uvedené podporuje také rozvoj konceptu Logistiky 4.0, který odkazuje na masivní digitální transformaci a zavádění kyber-fyzických systémů postavených na umělé inteligenci. Díky tomu mohou kupříkladu zásilkové firmy snížit své provozní náklady, zachovat si konkurenceschopnost a velikost marže. Cílem tohoto článku je představit základní principy, z kterých vychází nově navržená funkcionalita optimalizace trasy a dojezdových časů. Tato funkcionalita je zamýšlena jako součást inteligentních dopravních systémů pro podporu provozování zásilkových a obslužných služeb. Přínos předkládaného článku míří především do oblasti praxe. Článek poskytuje profesionálům vhled do této problematiky. Uvedeny jsou také rámcové propočty finanční úspory dosažené zavedením takového řešení v praxi.

**Klíčová slova:** Rozvoz, Svoz, Dynamické směřování vozidel, Systém řízení a správy vozového parku, Systém pro řízení pracovních činností, Problém obchodního cestujícího.

## Abstract

There is a need to innovate current solutions in the field of fleet management and control systems in connection with the continuous growth of retail sales via the Internet and the associated delivery services. This is also supported by the development of the Logistics 4.0 concept, which refers to the massive digital transformation and deployment of cyber-physical systems based on artificial intelligence. For example, thanks to this delivery companies can reduce their operating costs, maintain competitiveness and margin size. The aim of this article is to present the basic principles on which the newly designed functionality of route and travel times optimization is based. This functionality is intended as part of intelligent transportation systems supporting delivery and utility services. The contribution of this article refers mainly to the field of practice. The article provides professionals with insight into the stated issue. Exemplary calculations of financial savings achievable by implementing such a solution in practice are also given.

<sup>1</sup> Telematix Software, a.s., Branická 66, 147 00 Prague, Czech Republic

✉ [jonak@telematix.cz](mailto:jonak@telematix.cz)

<sup>2</sup> Faculty of Informatics and Statistics, Prague University of Economics and Business, W. Churchill Sq. 1938/4, 130 67 Prague, Czech Republic

**Keywords:** Delivery, Pickup, Dynamic vehicle routing, Fleet management and control system, Workflow management system, Traveling salesman problem.

## 1 Úvod

Heslo „čas jsou peníze“ platí v oblasti zásilkových a obslužných služeb více než jinde. V souvislosti s provozem těchto služeb je optimalizace dojezdových časů důležitým problémem, který může přinést efektivnější práci se zdroji podniku provozujícího danou službu (Katsela & Pålsson, 2020). Zásilkovou službou je myšlena služba poskytující přepravu, rozvoz a svoz různých typů zásilek, a to včetně individuální balíkové přepravy. Obslužná služba zahrnuje zejména servisní a montážní zásahy v terénu.

Finanční náklady spjaté s poskytováním výše uvedených služeb zahrnují především vlastní provoz vozidel a osobní náklady na zaměstnance. Stoupající konkurence a nárůst intenzity využívání těchto služeb vyúsťují v tlak na snižování nákladů. To může probíhat různými způsoby, např. rozsáhlou digitalizací procesů, respektive optimalizací veškerých firemních činností. Díky tomu mohou tyto firmy zůstat konkurenceschopné, vyřizovat více objednávek, provádět více zásahů v terénu, a tím i zvyšovat vstupní bariéru do tohoto odvětví pro další firmy.

Jednou z možností je zaměřit se na problematiku optimalizace trasy. Tato problematika je důležitá z hlediska rozvoje a inovace pokročilých systémů správy a řízení vozového parku (Fleet Management and Control Systems), případně systémů pro řízení pracovních činností (Workflow Management Systems). Systémy pro správu a řízení vozového parku jsou v současné době již běžně v praxi rozšířené (Moradi Afrapoli & Askari-Nasab, 2017). Jejich překotný rozvoj nastal především v prvním desetiletí tohoto století. Důležitým spouštěčem rozvoje těchto systémů a nabízených služeb se stalo zrušení omezení souvisejícího s přesností při využívání signálu GPS (Global Positioning System) pro civilní účely (Misra & Enge, 2010). V současnosti je jejich rozvoj spojen s koncepty jako jsou Průmysl 4.0 (Industry 4.0) a Logistika 4.0 (Logistics 4.0), které kromě jiného kladou důraz na rychlost doručení, dopady na životní prostředí a náklady na doručení (Barreto et al., 2017; Kodym et al., 2020; Bag et al., 2020).

Současný způsob implementace se zaměřuje především na sledování pozice vozidla, případně základní funkcionality navigace k cíli. Momentálně však není plně využit potenciál nabízený výše uvedenými technologiemi. Cílem tohoto článku je představit základní principy, ze kterých vychází nově navržená funkcionality optimalizace trasy a dojezdových časů. Tato funkcionality je zamýšlena jako součást inteligentních dopravních systémů pro podporu provozování zásilkových a obslužných služeb. Přínos předkládaného článku míří především do oblasti praxe. Článek poskytuje profesionálům vhled do této problematiky.

Článek má následující strukturu. Nejprve je představen současný stav problematiky (Kapitola 2) a ilustrativní příklad problémové situace (Kapitola 3). Dále je stručně popsáno navržené řešení (Kapitola 4), představeny předpokládané finanční úspory pro budoucí uživatele uvedeného řešení (Kapitola 5) a diskutován další možný vývoj tohoto řešení (Kapitola 6).

## 2 Současný stav problematiky v České republice

Lze pouze odhadovat, kolik vozidel v České republice je vybaveno systémem pro sledování vozidla za účelem jeho monitorování a zabezpečení. Firma Telematix Software na základě

informací od svých partnerů odhaduje, že se jedná v současnosti o nižší stovky tisíc vozidel<sup>1</sup>. Mezi hlavní přínosy systémů správy a řízení flotily vozidel, které využívají různá řešení pro sledování vozidel, bývá zmiňováno především:

- snížení počtu najetých km,
- snížení ztrát pohonných hmot,
- snížení opotřebení vozidla,
- a dále sekundární důsledky jako jsou snížení administrativní zátěže, lepší řízení vytížení vozidel či úspora na pojistném (neboť vozidlo je vybaveno sledováním přes GPS).

České firmy ve svých propagačních materiálech běžně uvádí, že instalací sledovacího zařízení může provozovatel ušetřit až 20 % nákladů na palivo. To je dáno zejména tím, že vozidlo není používáno k neoprávněným jízdám a také je omezeno neoprávněné čerpání pohonných hmot. Některé zájmové společnosti zabývající se sledováním vozidel uvádějí dokonce úsporu 25 až 30 % (Lokace.eu, 2017). Díky tomu bývá i rychlá návratnost investice do těchto systémů (zejména pořízení či pronájem monitorovacího zařízení). V současnosti k největším poskytovatelům těchto služeb patří v České republice společnosti CCS (ve spolupráci s T-Mobile), Secar (exkluzivní spolupráce s O<sub>2</sub>) nebo HiSoftware (spolupráce s T-Mobile).

Tyto systémy běžně umožňují nejen sledování polohy vozidla, ale také evidování spotřeby a vykazování jízd. Avšak jen velmi málo takových systémů se zaměřují na aktivní navigaci a optimalizaci trasy s průjezdními body. S tím, jak se velká část maloobchodu přesouvá z kamenných prodejen do oblasti elektronického obchodování (e-shopy), roste i význam zajištění rozvozu přes internet nakoupeného zboží. Proto v posledních letech došlo k rozvoji zásilkových služeb, kdy se přes e-shopy prodává téměř vše od knih, nábytku, oblečení až po jídlo (viz např. služby jako Dámejídlo.cz, Rohlík.cz). Vývoj nových systémů správy a řízení vozového parku využívajících pokročilé možnosti optimalizace trasy je důležitý i z hlediska rozvoje organizací v souladu s konceptem Logistiky 4.0. Neboť takové systémy mají pozitivní dopady nejen na podnikání firem v oblasti logistiky, ale také snižují environmentální dopady dopravního provozu, např. znečištění ovzduší (Zhang et al., 2019; Yao et al., 2019).

Nasazení takových optimalizačních přístupů do zavedených systémů správy a řízení vozového parku v České republice však není v praxi jednoduché. Existují především dva hlavní důvody, proč se výše uvedeným trendem zatím firmy dodávající systémy správy a řízení vozového parku příliš nezabývají. Za prvé, většina současných řešení nabízí pouze sledování bez možnosti funkce navigace u klientských jednotek, přičemž většina zákazníků ani tyto navigační funkce nepoptává. Není zde tedy zatím vytvořen tlak od zákazníků. Používaný systém pro správu a řízení vozového parku je pouze udržován a jen mírně inovován – tyto firmy proto neudržují rozsáhlejší vývojářské týmy potřebné pro rozsáhlejší inovaci. Často se jedná o systémy, jejichž základní aplikační moduly jsou starší 10 let.

Za druhé, firmy poskytující systémy správy a řízení vozového parku a nabízející navigační funkce využívají většinou navigační software jiných výrobců, který v lepším případě využívá specializované mapy (např. pro nákladní dopravu) a poskytuje aktuální dopravní informace. V horším případě se jedná pouze o nadstavby nad specifickým aplikačním rozhraním poskytovatelů map jako je např. společnost Google. Jedná se pak o mash-up aplikace složené z dílčích aplikačních částí různých firem. S tím souvisí i případné další poplatky za používání navigačního softwaru a map. Sdruženým problémem takových řešení jsou omezené možnosti

---

<sup>1</sup> V tomto odhadu jsou započítány i vozidla, která nejsou součástí firemních flotil. Dále je třeba brát v úvahu, že s obměnou vozového parku v České republice a zaváděním eCall systému (Pecák, 2018) v Evropské unii bude toto číslo rychle stoupat.

vlastní parametrizace silničních úseků nebo užití vlastního heuristického algoritmu pro výpočet trasy (nutnost zakázkového vývoje na straně poskytovatele navigačního řešení).

Pro firmy poskytující systémy správy a řízení vozového parku je tedy velmi obtížné zásadním způsobem inovovat své produkty, neboť vytvořit tak komplexní řešení, jakým je navigační software a příslušné moduly pro správu a řízení vozového parku, je časově i finančně velmi náročné.

### 3 Problémová situace

Problémová situace může být popsána následovně. Za účelem zajištění zásilkových nebo obslužných služeb je potřeba vybrat co nejlepší možnou trasu přes jednotlivé průjezdní body (zastávky) vzhledem k aktuálnímu a předpokládanému<sup>2</sup> dopravnímu provozu. Pracovník v terénu (např. řidič zajišťující rozvoz či svoz zásilek, opravář rozvodných sítí) dostane denní seznam míst, která musí objet. Na každém místě se pracovník zdrží předem odhadnutelnou dobu. Přesto je potřeba počítat s tím, že se tato doba může změnit dle skutečného průběhu opravy nebo času pro předání zásilky. Jednotlivá místa mohou být v případě obslužných služeb prioritizována.

Na základě takto vymezeného problémového kontextu lze konstatovat, že se jedná o úlohu obchodního cestujícího (Feillet et al., 2005), která bude řešena s využitím navigačního softwaru, jenž používá heuristický algoritmus pro výpočet trasy. Uvedený navigační software bude za účelem optimalizace výpočtu trasy a dojezdových časů využívat aktuální dopravní informace, statisticky zpracované historické údaje o dopravním provozu (tzv. rychlostní profily) a údaje o počasí, které zásadně ovlivňuje plynulost dopravy. Navigační software s těmito rozšiřujícími funkcemi dále v článku nazýváme specializovaným navigačním softwarem. Cílem specializovaného navigačního softwaru je navrhnout takovou trasu, která zohlední jak statistickou průjezdnost silniční sítě, tak i aktuální dopravní informace a predikci dopravního provozu (na základě rychlostních profilů a předpovědi počasí). Ve výsledku lze kupříkladu očekávat, že pracovník v terénu ráno pojedje směrem z centra (proti ranní špičce) a odpoledne spíše z periferie do centra (proti odpolední špičce). Cílem samozřejmě je, aby řidič strávil při přejezdech co nejméně času<sup>3</sup>.

Na následujícím příkladu jedné směny pracovník v terénu s osmi zastávkami lze ilustrovat, jak by mělo navrhované řešení fungovat z uživatelského hlediska:

**8:00** – Specializovaný navigační software bude řešit úlohu obchodního cestujícího pro osm zastávek, trasa k první zastávce vezme v úvahu aktuální dopravní informace, ohodnocení tras pro následujících sedm zastávek bude určeno na základě rychlostních profilů a předpovědi počasí pro daný den.

**9:30** – Vše jde podle plánu, první oprava je vyřešená. Specializovaný navigační software bude po provedení první opravy řešit úlohu obchodního cestujícího pro sedm zastávek. Trasa k první zastávce vezme v úvahu aktuální dopravní informace, ohodnocení tras pro následujících šest zastávek bude opět určeno na základě

---

<sup>2</sup> Jedná se o zahnutí prediktivních technik, které umožňují s rozumnou chybou identifikovat např. změny dopravního provozu vlivem počasí (jež může pozitivně či negativně ovlivnit dopravní provoz) nebo predikovat kongesce ve městě.

<sup>3</sup> Např. i za cenu mírně vyššího nájezdu kilometrů, neboť z hlediska nákladů na provoz vozidla je největším nákladem práce příslušného pracovníka. Algoritmus výpočtu trasy by měl umožnit nastavení nákladů spojených s provozem vozidla a náklady na lidské zdroje. Kongesce navíc zvyšují environmentální zátěž v dané oblasti.

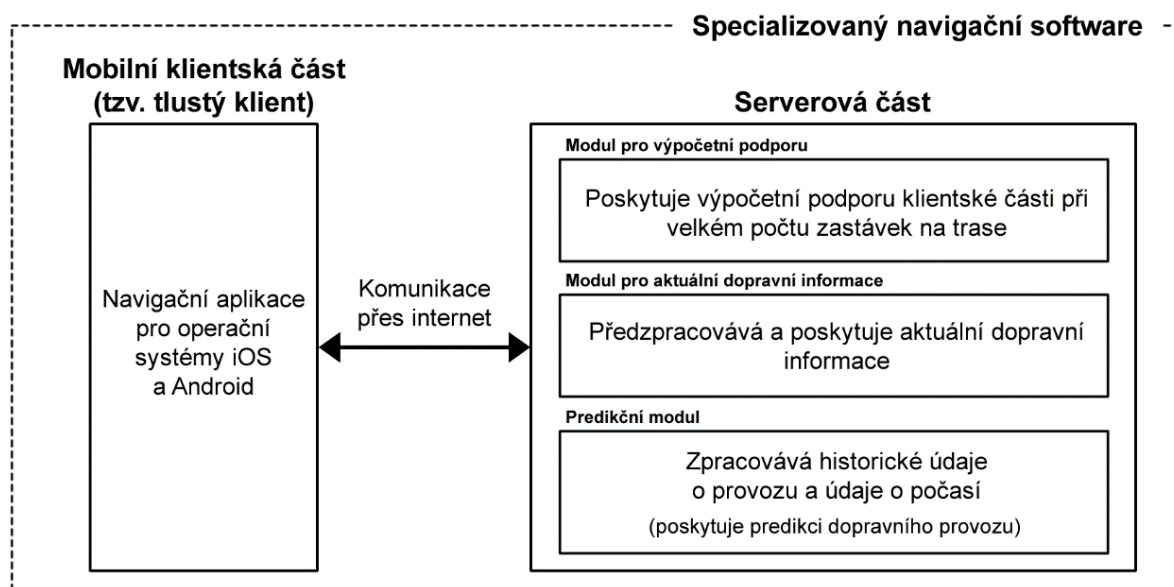
rychlostních profilů a předpovědi počasí pro daný den. Lze předpokládat, že pro většinu zastávek se pořadí nebude měnit oproti rozpisu určenému v 8:00 při začátku směny.

**12:00** – Bohužel vše nejde podle plánu ze začátku dne. Druhá oprava se značně prodloužila, specializovaný navigační software musí spočítat novou obslužnou trasu. Dvě zastávky je potřeba vynechat, neboť tyto dva zásahy mají nejnižší prioritu – viz problém obchodního cestujícího s profitem v (Feillet et al., 2005). Nyní je potřeba určit obslužnou trasu pro zbývající čtyři servisní zásahy. Trasa do první zastávky se spočte s využitím aktuálních dopravních informací a ty zbylé na základě rychlostních profilů a předpovědi počasí pro daný den.

**14:00** – Zbytek směny se čtyřmi servisními zásahy proběhne dle předpokladů bez komplikací.

## 4 Stručný popis navrženého řešení

V letech 2019 a 2020 probíhal vývoj řešení ve formě specializovaného navigačního softwaru, který by funkčně pokryl problémovou situaci představenou v Kapitole 3. Celý specializovaný navigační software se skládá z klientské a serverové části, jak ukazuje Obrázek 1.



**Obrázek 1.** Základní přehled hlavních částí navrženého řešení. Podrobněji je predikční modul představen v článku (Šimůnek & Smutný, 2021).

**Mobilní klientská část** ve formě softwarové aplikace je nainstalována na mobilním telefonu. Jedná se o standardní navigační software, který je doplněný o specializovaný modul umožňující ručně zadat a upravovat trasu s průjezdními body (např. v případě, kdy není dostupný signál mobilního operátora) nebo ji obdržet ze serveru. Jedná se o tzv. tlustého klienta, který je schopen samostatně spočítat trasu (do určitého počtu průjezdních bodů) s využitím příslušné optimalizační techniky.

**Serverová část** zajišťuje komunikaci s klientem, kterému poskytuje výpočetní podporu, a předává mu předzpracované aktuální dopravní informace. Údaje o předpokládaném dopravním provozu na základě historických dat a předpovědi počasí postačuje předat jednou za den a aktualizovat pouze předpověď počasí. Součástí serverové části je proto také predikční modul, přičemž na základě jeho výsledků lze predikovat dopravní provoz. Za tímto účelem jsou

dlouhodobě sbírány údaje o dopravním provozu v České republice včetně údajů o počasí (blíže je tento modul představen níže).

Za účelem budoucí integrace navrženého řešení do dalších systémů jako jsou např. systémy pro řízení pracovních činností nebo logistické systémy, je potřeba rozšířit serverovou část o příslušné datové komunikační moduly. Celé řešení v současné verzi nabízí následující funkce:

- Specializovaný navigační software je schopen řešit úlohu obchodního cestujícího minimálně pro 30 průjezdních bodů na trase (jedná se o kvazioptimální řešení, tedy takové, které se blíží optimálnímu a je dosaženo z hlediska náročnosti výpočtu v akceptovatelném čase).
- Specializovaný navigační software zohledňuje při plánování trasy aktuální dopravní informace, zpracovaná historická data o průjezdnosti silniční sítě (rychlostní profily) a předpověď počasí.
- Klientská část navigačního softwaru je dostupná pro operační systémy Android a iOS. Serverová umožňuje plánovat rozsáhlé trasy, optimalizovat je a finální sled zastávek přenést do vybrané klientské části.
- Jako výchozí mapové podklady jsou použity komunitně spravované OpenStreetMap, lze však operativně přejít i na mapové podklady jiného poskytovatele. Aktuální dopravní informace pro Českou republiku lze získávat od různých poskytovatelů, kteří je dodávají nejčastěji ve formátu Datex II (2020).
- Specializovaný navigační software nabízí základní rozhraní pro snadnou integraci do již existujících systémů. Zároveň je možné instalovat celé navigační řešení na klíč nebo využít pouze jeho jednotlivé komponenty.

V rámci dalšího vylepšování navrženého řešení je plánováno otestovat návazné možnosti optimalizace výpočtu trasy. Ty ve výsledku mohou nejen zrychlit výpočet trasy nebo zkrátit dojezdové časy, ale také zlepšit výkon pracovníka. Kupříkladu při velkém počtu průjezdních bodů může být výhodné průjezdní body (zastávky), které jsou od sebe blíže než určená mez, sloučit do jednoho bodu. A dále provést úlohu obchodního cestujícího a pak na základě toho, z jakého směru uživatel specializovaného navigačního softwaru přijede, určit pořadí sloučených průjezdu bodů. V praxi bude také nutné experimentálně určit (na základě použitého hardwaru, kde bude klientská část aplikace) do jakého počtu průjezdních bodů bude úloha obchodního cestujícího řešitelná v rámci klienta na mobilním telefonu a od jakého počtu bude řešena na serveru.

Z pohledu dalšího vylepšování procesu rozvozu a svozu zásilek by měl mobilní klient navigačního softwaru umožňovat zohlednit parkovací možnosti a docházkovou vzdálenost, viz také články (Mladenow et al., 2016; Wang et al., 2016). Jinak řečeno navržený systém by měl umožňovat multimodální navigaci (např. kombinaci automobilové a pěší navigace). Uvedené může pomoci zejména v husté městské aglomeraci, kde je zpravidla problém zaparkovat.

Důležitou součástí představeného řešení je predikční modul zajišťující vyhodnocení historických údajů o dopravním provozu a údajů o počasí. Uvedený modul je využit při predikci dopravního provozu na jednotlivých úsecích v mapě. Za tímto účelem byl vytvořen model pro dlouhodobou předpověď rychlosti provozu pro lepší navigaci přes průjezdní body, který byl představen v článku (Šimůnek & Smutný, 2021). Data pro tento model zahrnují údaje o dopravním provozu a údaje o počasí<sup>4</sup> v České republice z 20 504 silničních úsecích (37 002 km

<sup>4</sup> Přesněji řečeno se jednalo o vysoce přesné aktuální předpovědi numerického modelu v řádu několika málo hodin.

silnic). Jedná se tedy o zpracování rozsáhlých dat v řádu stovek milionů položek. Při validaci tohoto predikčního modelu bylo dosaženo dobrých výsledků predikce se střední absolutní chybou 4,67 km/h a se standardní odchylkou 1,64 km/h. Tyto výsledky jsou srovnatelné s výsledky obdobně zaměřených modelů, které lze nalézt v současné odborné literatuře (srovnej Zang et al., 2018; Cao et al., 2020). Jedná se tedy o vhodný model, který lze použít ve zde představeném specializovaném navigačním softwaru, respektive jeho predikčním modulu. V případě zapojení údajů o počasí bylo zatím dosaženo jenom dílčích úspěchů. S rozšířením historické báze dat o počasí se předpokládá, že bude možné lépe tato data v tomto modelu uplatnit.

V souvislosti s přípravou predikčního modulu lze oponovat, že je možné připravit i méně robustní predikční modul, který by mohl zpracovávat pouze údaje o počasí. Důvodem je, že rychlostní profily, tedy statistické vyhodnocení historických údajů o dopravním provozu, nabízejí jako hotové řešení za poplatek i výrobci mapových podkladů jako jsou např. TomTom nebo Here. Avšak zásadním problémem je, že nevíme, jak přesná je jejich predikce (jaká je zde průměrná chyba oproti realitě) a s tím souvisí i snížená možnost napojení takových dat na údaje o počasí. Vlastně lze říci, že ani nevíme, jak dané firmy nabízené rychlostní profily spočítaly. Uvedená neznalost pak může ovlivnit výslednou kvalitu celého specializovaného navigačního softwaru.

## 5 Ilustrativní příklad předpokládaných finančních úspor

Pro lepší představu jsme připravili ilustrativní příklad, na kterém je ukázáno, jakých úspor lze s využitím výše představeného řešení dosáhnout. Pro tento příklad jsme si vybrali zajištění rozvozu zboží, které je realizováno řidičem s dodávkou ve velkém městě a blízkém okolí. Pro naše úvahy vycházíme z dále uvedených údajů.

Průměrná hrubá měsíční mzda řidiče v oblasti dopravy, spedice a logistiky je 30 500 Kč (náklady firmy jsou tedy přibližně 40 800 Kč v superhrubé mzdě) v roce 2020 (Platy.cz, 2020). Náklady firmy za hodinu práce řidiče činí 255 Kč. Rozvážkový okruh (rozvoz balíků dodávkami) se liší podle zaměření spedice, nicméně ve městě se naježdí za den maximálně 65 km. Pokud se jedná o širší okolí města, tak lze dosáhnout i dvojnásobek (Businessinfo.cz, 2020). Vozidla zajišťující rozvoz jsou často velmi opotřebená a řidiči mnohdy nevypínají ani motor, a proto jsme se pro naše účely rozhodli brát v úvahu průměrný denní nájezd 100 km (město a okolí). Průměrná spotřeba u dodávek činí 6,5 litrů<sup>5</sup> na 100 km (Müller, 2016). Průměrná cena pohonných hmot (benzín a nafta) v České republice v roce 2020 je 28,4 Kč/l (CCS, 2020).

Pokud bychom průměrně každý den ušetřili díky optimalizaci rozvážkového okruhu 20 minut<sup>6</sup>, tak by to pro firmu znamenalo měsíční úsporu (1 dodávka a 1 řidič) přibližně 1860 Kč. Pokud má firma flotilu 100 vozidel tak se jedná o měsíční úsporu 186 000 Kč a roční ve výši 2 230 000 Kč. Velké speditérské firmy mají i 500 vozidel, které jsou denně v terénu. Pokud by tedy v našem příkladu narůstaly úspory úměrně velikosti vozového parku, tak se v tomto případě jedná již o roční úsporu převyšující deset milionů korun českých.

---

<sup>5</sup> Nicméně při jízdě pouze ve městě může být o 2 až 3 litry vyšší.

<sup>6</sup> Které by jinak řidič trávil v kongesci, jejím ad hoc objížděním nebo nevhodně zvolenou posloupností průjezdních bodů. Dle údajů společnosti INRIX stráví řidiči jezdící po Praze běžně 10 % svého času v koloně, při špičce i 15 % (iRozhlas.cz, 2018). Uvedených 20 minut odpovídá přibližně 5 % z celkového času, který stráví řidič za den rozvozem (či svozem). Lze tedy očekávat, že předpoklad ušetření 20 minut je z hlediska prostoru pro optimalizaci spíše podhodnocený.

Uvedené výpočty jsou jen rámcové a nezahrnují např. náklady na údržbu vozidla a další náklady spojené s řízením flotily na centrále. Také jsme do výpočtů nezahrnuli skutečnost, že díky ušetřeným 20 minutám mohou za den řidiči rozvést více zboží, zvýšit firmě výnosy a snížit tím i environmentální dopady související s rozvozem zboží. Uvedený příklad dobře ilustruje, v jakých rámcových částkách se v případě zde uvedené optimalizace trasy pohybujeme. Do budoucna by bylo vhodné provést rozsáhlou praktickou validaci navrženého řešení na reálných trasách v běžném provozu. Popřípadě porovnat rozdíly v ušetřeném čase v případě, že řidič používá pouze jednoduchou funkci navigace oproti případu, kdy využívá navigaci se zde představeným řešením s optimalizací trasy.

## 6 Diskuze a závěr

S rozvojem zásilkových služeb (nejen kvůli současné pandemii COVID-19) souvisí také vývoj nových řešení v logistice, které by lépe využívaly dostupné podnikové zdroje, jež jsou potřebné k poskytování nabízených služeb. V logistice se v této souvislosti zmiňují regionální koncepty jako jsou Průmysl 4.0 (Industrie 4.0) v Německu, Inteligentní výroba (Smart manufacturing) v USA nebo Internet plus (互联网+) v Číně (El-kaime & Elhaq, 2021). Všechny tyto zmíněné koncepty odkazují na podobnou problematiku a musí vzít v úvahu podobné technické a technologické prekvizity. Obecně řečeno, cílem je transformovat organizace v inteligentní sociotechnický systém, a to zejména v oblasti výroby a celého logistického řetězce.

Firmy zajišťující zásilkové a obslužné služby jsou pod značným konkurenčním tlakem. Jedinou možností, jak si udržet stávající velikost marže, je optimalizace hlavních činností souvisejících se zajištěním služeb zákazníkům. Hlavní problém, na který jsme poukázali je, že inovační kapacity firem nabízejících systémy správy a řízení vozového parku jsou v současnosti malé. Ačkoli jsou schopny nabízet velmi kvalitní služby z hlediska sledování a řízení flotil vozidel díky přímé komunikaci s řidičem, největším problémem je rozšíření portfolia nabízených služeb o inteligentní, respektive specializovanou navigaci. Nové možnosti optimalizace trasy zde hrají důležitou roli. Pouze takto lze začít nabízet kvalitativně nové služby v oblasti správy a řízení vozového parku, respektive logistiky. V blízké budoucnosti s rozvojem zmiňovaných konceptů jako jsou Průmysl 4.0 (a tedy Logistika 4.0) bude vzrůstat tlak na vývoj inteligentních systémů i ze strany zákazníků firem nabízejících uvedená řešení v logistice. Implementace těchto inteligentních systémů umožní další návazné inovace.

Jak bylo zdůrazněno v tomto článku, veškeré technické a technologické prekvizity k přípravě takového řešení jsou již dostupné. Problémem je však složitost a vysoké náklady na vývoj a následné udržování navigačního systému<sup>7</sup> v provozu. Navigační systém je inovačním základem pro řešení problematiky představené v tomto článku. Pouze na jeho základě lze dále vytvořit specializovaný navigační software, který využívá rozšiřující moduly zajišťující inteligentní funkce.

V současnosti je připravována komparace využití běžné funkcionality navigace a zde představené specializovaného navigačního softwaru s využitím simulace desítek tras. Cílem této simulace bude co nejvíce se přiblížit reálným podmínkám a zodpovědět palčivou otázkou: Jaké průměrné časové úspory lze dosáhnout? Dále bude třeba provést ověření účelnosti nasazeného řešení z hlediska uživatelů, tedy pracovníků v oblasti zásilkových a obslužných

---

<sup>7</sup> Kupříkladu je nutné alespoň čtvrtletně aktualizovat mapy a s tím často i funkce klientské aplikace. Dále je třeba nonstop zpracovávat aktuální dopravní informace a předávat je klientským aplikacím.



služeb. Cílem je zajistit vyvážený pohled na technickou i sociální komponentu sociotechnického systému (Sgarbossa et al., 2020). Uvedené je plánováno na roky 2021 a 2022.

## Poděkování

Tento článek byl připraven díky finanční podpoře Technologické agentury ČR v rámci výzkumného projektu s názvem: Systém pro nové řešení logistických požadavků s využitím aktuálních dopravních dat (TH04010350).

## ORCID

Zdeněk Smutný  <https://orcid.org/0000-0002-6646-2991>

Michal Doležel  <https://orcid.org/0000-0002-5963-5145>

## Seznam zdrojů


- Bag, S., Gupta, S., & Luo, Z. (2020). Examining the role of logistics 4.0 enabled dynamic capabilities on firm performance. *International Journal of Logistics Management*, 31(3), 607–628. <https://doi.org/10.1108/ijlm-11-2019-0311>
- Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, 13, 1245–1252. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.045>
- Businessinfo.cz. (2020). Firemní auta najedou denně jen 96 kilometrů, na to elektromobily bohatě stačí. <https://www.businessinfo.cz/clanky/firemni-auta-najedou-denne-jen-96-kilometru-na-to-elektromobily-bohate-staci/>
- Cao, M., Li, V. O. K., and Chan, V. W. S. (2020). A CNN-LSTM Model for Traffic Speed Prediction. In *2020 IEEE 91st Vehicular Technology Conference (VTC2020-Spring)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/vtc2020-spring48590.2020.9129440>
- CCS. (2020). Průměrné ceny benzínu a nafty za posledních 12 měsíců. <https://www.ccs.cz/phm>
- Datex II. (2020). About Datex II. <https://www.datex2.eu/datex2/about>
- El-kaime, H., & Elhaq, S.L. (2021). Methodology for implementation of industry 4.0 technologies in supply chain for SMEs. In *International Conference on Artificial Intelligence and Industrial Applications, A2IA 2020* (pp. 59–76). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-51186-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51186-9_5)
- Feillet, D., Dejax, P., & Gendreau, M. (2005). Traveling Salesman Problems with Profits. *Transportation Science*, 39(2), 188–205. <https://doi.org/10.1287/trsc.1030.0079>
- iRozhlas.cz. (2018). Den v kolonách. Podívejte se, kolik hodin Češi stráví v zácpách a jak je na tom zbytek světa. [https://www.irozhlas.cz/zivotni-styl/auto/dopravni-kolik-casu-stravime-v-kolonach\\_1803261308\\_rez](https://www.irozhlas.cz/zivotni-styl/auto/dopravni-kolik-casu-stravime-v-kolonach_1803261308_rez)
- Katsela, K., & Pålsson, H. (2020). Viable business models for city logistics: Exploring the cost structure and the economy of scale in a Swedish initiative. *Research in Transportation Economics*, 100857 (in press). <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100857>
- Kodym, O., Kubáč, L., & Kavka, L. (2020). Risks associated with Logistics 4.0 and their minimization using Blockchain. *Open Engineering*, 10(1), 74–85. <https://doi.org/10.1515/eng-2020-0017>
- Lokace.eu. (2017). Monitorování vozidel: efektivnost využití. <https://lokace.eu/monitorovani-vozidel-efektivnost-vyuziti/>
- Misra, P., & Enge, P. (2010). *Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance*. Ganga-Jamuna Press.
- Mladenow, A., Bauer, C., & Strauss, C. (2016). “Crowd logistics”: the contribution of social crowds in logistics activities. *International Journal of Web Information Systems*, 12(3), 379–396. <https://doi.org/10.1108/ijwis-04-2016-0020>
- Moradi Afrapoli, A., & Askari-Nasab, H. (2017). Mining fleet management systems: a review of models and algorithms. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 33(1), 42–60. <https://doi.org/10.1080/17480930.2017.1336607>

- Müller, M.** (2016). Test ojetiny: Volkswagen Transporter 2.0 TDI (Long) – duše osobáku a 3 europalety. *Autanet.cz*. <https://www.autanet.cz/autanews-test-ojetiny-volkswagen-transporter-2-0-tdi-long-%C3%A2-duse-osobaku-a-3-europalety-3072>
- Pecák, R.** (2018). Systém eCall bude od dubna povinný. Přinášíme vše, co musíte vědět. *Autorevue.cz*. <https://www.autorevue.cz/system-ecall-bude-od-dubna-povinny-zde-jsou-zasadni-otazky-a-odpovedi>
- Platy.cz.** (2020). Řidič Doprava, spedice, logistika. <https://www.platy.cz/platy/doprava-spedice-logistika/ridic>
- Sgarbossa, F., Grosse, E.H., Neumann, W.P., Battini, D., & Glock, C.H.** (2020). Human factors in production and logistics systems of the future. *Annual Reviews in Control*, 49, 295–305. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2020.04.007>
- Šimůnek, M., & Smutný, Z.** (2021). Traffic Information Enrichment: Creating Long-Term Traffic Speed Prediction Ensemble Model for Better Navigation through Waypoints. *Applied Sciences*, 11(1), 315. <https://doi.org/10.3390/app11010315>
- Wang, Y., Zhang, D., Liu, Q., Shen, F., & Lee, L. H.** (2016). Towards enhancing the last-mile delivery: An effective crowd-tasking model with scalable solutions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 93, 279–293. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.06.002>
- Yao, B., McLean, C., & Yang, H.** (2019). Robust optimization of dynamic route planning in same-day delivery networks with one-time observation of new demand. *Networks*, 73(4), 434–452. <https://doi.org/10.1002/net.21890>
- Zang, D., Fang, Y., Wang, D., Wei, Z., Tang, K., and Li, X.** (2018). Long Term Traffic Flow Prediction Using Residual Net and Deconvolutional Neural Network. In *Pattern Recognition and Computer Vision* (pp. 62–74). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03335-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03335-4_6)
- Zhang, S., Campbell, A. M., & Ehmke, J. F.** (2019). Impact of congestion pricing schemes on costs and emissions of commercial fleets in urban areas. *Networks*, 73(4), 466–489. <https://doi.org/10.1002/net.21872>



Copyright © 2020 by the author(s). Licensee Prague University of Economics and Business, Czech Republic. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (CC BY), which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original publication is properly cited, see <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

**The article has been peer-reviewed.**

**Editorial record:** First submission received on 3 November 2020. Revision received on 27 December 2020. Accepted for publication on 31 December 2020. The editor in charge coordinating the peer-review of this manuscript and approving it for publication was Stanislava Mildeova .