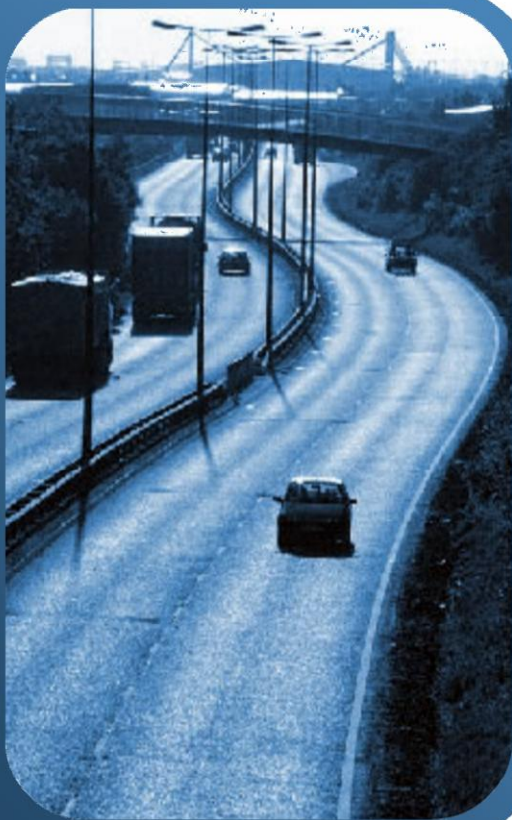




České vysoké učení technické v Praze
Fakulta dopravní
Ústav řídicí techniky a telematiky

Studie „Zmapování služeb a dat v oblasti FCD (Floating Car Data) pro využití v rámci informačních systémů ŘSD“

Výzkumná zpráva LSS 384/10



Odpovědný řešitel:

Ing. Pavel Hruběš, Ph.D.

Řešitelský tým:

Ing. Martin Langr

Ing. Přemysl Derbek

Ing. Dušan Saiko

Ing. Martin Volný

Červenec 2010

adresa:

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

e-mail:

info@lss.fd.cvut.cz

web:

www.lss.fd.cvut.cz

telefon:

224 359 547

Zadání:

Předmětem díla je zhotovit zpracování studie – „Zmapování služeb a dat v oblasti FCD (Floating Car Data) pro využití v rámci informačních systémů ŘSD“ v tematických okruzích:

okruh I – Popsání aktuálního stavu nasazení systémů s využitím FCD v zahraničí

Cílem tohoto okruhu je popsat úspěšné implementace FCD řešení v zahraničí, především pak v rámci zemí Evropské Unie.

okruh II – Zmapování subjektů poskytujících a potenciálně možné poskytovat FCD služby a data v ČR

Cílem tohoto okruhu je shromáždění informací o firmách a organizacích aktivně nabízejících či potenciálně umožňujících zajistit data z plovoucích vozidel.

okruh III – Posouzení vhodnosti využití aktuálně nabízených dat a služeb pro potřeby ŘSD

Cílem tohoto okruhu je posouzení rozsahu a kvality nabízených dat a služeb plovoucích vozidel, zda umožňují účinné využití v rámci informačních aplikací ŘSD.

okruh IV – Využití dat a služeb ve stávajících provozovaných informačních systémech ŘSD

Cílem tohoto okruhu je popsat možné využití nabízených dat a služeb identifikovaných subjektů pro stávající řešení informačních systémů ŘSD.

Souhrn FCD studie:

Zadání studie vycházelo z aktuální potřeby Ředitelství silnic a dálnic ČR doplnit informační zdroje pro provoz Národního Dopravního Informačního a řídicího Centra v Ostravě. V rámci studie jsou pro uvedení této problematiky popsány stávající řešení a přístupy k využití FCD v zahraničí, a charakterizován potenciál využití FCD pro dopravní informační systémy. Dále pak došlo během vypracování studie k identifikaci potenciálních poskytovatelů FCD v České Republice a prvotní analýze jejich data s přihlédnutím k využitelnosti pro dopravní úlohy informačních systémů ŘSD.

NDIC / JSDI v současnosti využívá poměrně velký počet stacionárních zařízení, (např. indukčních smyček či kamer), které jsou schopny zjišťovat aktuální dopravní informace a intenzitu dopravy. Nevýhodou těchto zařízení je jejich umístění pouze na nejvytíženějších komunikacích, náročná instalace a nízká flexibilita. Není reálné, aby tato stacionární zařízení byla implementována i na méně frekventovaných silnicích a na objízdných trasách případných míst dopravních nehod. K těmto stacionárním „sběračům dat“ se jako optimální doplněk nabízí, v zahraničí dnes již běžně využívaná, data pocházející z mobilních zdrojů umístěných ve vozidlech, tzv. „floating car data- FCD“. Kombinací dat z obou typů těchto zdrojů dojde ke zkompletování a zpřesnění souboru dopravních informací, kdy data z mobilních zdrojů přinesou především dynamicky se měnící informace o vzniku a ukončení kongescí na zájmových komunikacích (hlavních / objízdných).

Informace jsou v případě FCD získávány z pohybující se flotily vozidel, a to buď z jednotek ve vozidlech vybavených přijímačem GPS (GFCD) nebo z dat získaných z pohybu mobilních telefonů (CFCD). První varianta (GFCD) je přesnější, protože díky GPS určí s minimální odchylkou aktuální pozici a rychlost skutečně jedoucího vozidla. Problémem může být nízký počet takto vybavených vozidel v systému, kdy získaná dopravní informace může být ne zcela jednoznačně vypovídající. Systém CFCD má oproti tomu dostatečnou penetraci mobilních telefonů pro území naší republiky, potýká se ale s opačnými nedostatky. Předně je pro systém CFCD velmi složité od sebe odlišit mobilní telefony, jejichž majitelé jsou ve vozidlech, případně v autobusech, vlacích nebo třeba i v restauraci, nákupním centru či ve vesnici v blízkosti komunikace. Přesnost určení polohy dle mobilních telefonů je výrazně horší (lokálně řádově stovky metrů až kilometry), což kvalitu požadovaných dopravních informací částečně znehodnocuje.

Klíčovým rozdílem mezi GPS a GSM technologií sběru FCD dat je skutečnost, že aplikace postavená na GSM technologii má více uživatelů / poskytovatelů dat (možnost sledování anonymních telefonních čísel na celé GSM síti) a nepotřebuje žádné další instalace zařízení ve vozidlech. Oproti tomu je identifikace polohy vozidla a stanovení jeho rychlosti při použití GSM technologie je méně přesné, než při využití GPS lokalizace a to zvláště v extravilánu. Studie se zaměřila na identifikaci možných poskytovatelů dat z obou technologií.

Využitelnost přímých datových výstupů z FCD systémů je velice omezená a je zapotřebí provádět analytické procesy vedoucí k integraci dat a následné využitelnosti ke konkrétním znalostem a aplikacím. V principu je možno říci, že k získání finálních výstupů je nutný následující postup:

- a) Sběr dat přímou on-line komunikací vozidlové jednotky se serverem nebo následný přenos dat do uživatelské aplikace.*
- b) Tvorba dopravního obsahu, znamená např. přiřazení dat z vozidlové jednotky na mapové podklady, rozdělení do časových sekcí atd.*

- c) *Integrace dopravních informací, v této fázi dochází k analýzám a kalkulacím např. vzniku kongescí, jízdních časů atd.*
- d) *Zpracování do servisních aplikací, dopravní informace jsou poté využívány jako plnohodnotné pro aplikace řízení dopravy, poskytování informací, atd.*
- e) *Využití konečným uživatelem, tímto konečným uživatelem může být např. řidič s navigací ve vozidle, webové rozhraní pro informace před jízdou, mobilní aplikace, atd.*

FCD aplikace nabízí poskytování dat jak pro historické, tak aktuální a okamžité analýzy, které se nacházejí buď na straně poskytovatele služeb FCD, nebo na straně uživatelů dat. Mezi znalosti, které je možno získat přímo z FCD aplikace patří:

- *Historická data (uložená na disku a stažená do aplikace např. jednou denně)*
 - *Zdroj a cíl cesty*
 - *Jízdní doby*
 - *Zdržení (čas, místo atd.)*
 - *Použitá trasa (přiřazení k mapovým podkladům)*
- *Aktuální data (poskytovaná v nastaveném intervalu např. 1-5 minut)*
 - *Pozice vozidla dle nastaveného intervalu*
 - *Průjezd daným bodem (informace o času / rychlosti)*
 - *Dosažení daného bodu*

Tato surová data se dále agregují do systémů a aplikací jako:

- *Historická data pro dopravní statistiky a analýzy*
 - *Průměrné / úsekové rychlosti na definovaných úsecích*
 - *Počty vozidel na úsecích / profilech*
 - *OD matice (matice zdrojů a cílů)*
- *Aktuální dopravní data*
 - *Aktuální úsekové rychlosti*
 - *Jízdní doby a dojezdové časy*
 - *Identifikace vzniku kongescí či dopravních excesů*
 - *Objízdné trasy*

Vzhledem k různým druhům FCD dat a jejich derivátů, je k úplné využitelnosti a integraci FCD do současných / plánovaných systémů reálného řízení a informování uživatelů dopravní infrastruktury ŘSD zapotřebí, aby byly zohledněny informační a datové nároky charakteristické těmito aplikacím. K základním charakteristikám služeb FCD poskytovatelů patří např.:

- *Geografické pokrytí daty*
- *Počty poskytnutých unikátních informací (polohová, popisná)*
- *Časový interval poskytování informací*
- *Dostupnost GSM / C2I komunikačního signálu (zpoždění přenosem a zpracováním)*
- *Konzistence služby (kvalitativní úroveň poskytovaných informací v čase)*
- *Dostupnost služby (operační provoz 7/24)*
- *Schopnost operátorů poskytovat tyto služby (legislativa, jiné smlouvy)*
- *Bezpečnost dat/ ochrana soukromí FCD poskytovatelů/ Firewalls mezi flotilami*
- *Rozdíly mezi službami / produkty různých poskytovatelů*

- *Ukládání dat /on-line služby*

Díky principu fungování FCD systémů, kde je zapotřebí lokalizace jednotlivých vozidel a přenos polohových informací do řídicího centra od mnoha uživatelů se dá předpokládat, že celý systém bude vybudován a provozován soukromým sektorem. Tento předpoklad potvrzují identifikované projekty v zahraničí, kde převážně soukromé subjekty nabízí rozmanité služby (např. fleet management, sledování odcizených vozidel, dynamická navigace atd.) a jako výstupy jejich aktivit je možno nabídnout státní správě jejich data. Tyto data jsou velice cenná a napomáhají státní správě optimalizovat dopravní řízení, poskytovat reálné dopravní informace, reagovat na dopravní excesy atd. V principu existují dva modely spolupráce mezi soukromým a státním sektorem, kde první model umožňuje vzájemnou výměnu dat (soukromý sektor využívá dat od státní sféry pro zkvalitnění jejich služeb) a druhý model umožňuje státní správě odkup dat od soukromých operátorů. V praxi dochází ke kombinacím těchto dvou modelů, kde během pilotních ověřování si obě strany vyzkouší funkčnost systému a využitelnost získaných dat.

Důležitým parametrem kvality dopravní informace z FCD je zejména frekvence zasílání údajů vozidlem. Zde logicky platí, čím jsou data aktuálnější, tím jsou informace kvalitnější, ideální je frekvence v řádech několika málo minut. Pro možnou integraci systémů do reálného provozu je nutné získávání informací / dat v periodických intervalech, které jsou identifikovány pro potřeby výpočtu jízdních časů v 1 – 2 minutách s doporučeným minimálním pokrytím 3-5% dopravní intenzity na profilu.

Největším přínosem FCD pro Českou republiku je významné doplnění současných zdrojů dat zejména o informace z dopravních komunikací, které nejsou vybaveny stacionárními zařízeními, případně z úseků mezi těmito senzory a kamerami. Důležitou aplikací FCD je detekce dopravních kolon, především konce kolon. Velmi zajímavá je možnost sledování vytížení objízdných tras například v případě práce na dálnici nebo při nenadálé události - nehodě. Nezanedbatelný přínos může poskytnout analýza historických dat v různých úsecích silniční sítě, kde se uvažuje o další výstavbě a není dostatek jiných informací o dopravní zátěži a o směrech dopravního proudu. Další přidanou hodnotou technologie FCD je např. i přihraniční přesah, díky kterému je možné získávat informace o dopravní situaci v blízkém zahraničí, opět z důvodu dalšího plánování rozvoje dopravní infrastruktury na území České republiky.

FCD je vnímáno jako alternativní nebo raději doplňující zdroj kvalitních dat k existujícím technologiím. FCD umožňuje zvýšit bezpečnost, efektivitu a spolehlivost dopravních systémů a stávají se kritickými zdroji dat/informací pro nové ITS aplikace.

V rámci studie bylo zjištěno, že v současné době existuje již celá řada společností, které využívají sledování svých vozidel či takové služby v ČR nabízejí. Povědomí o dalším možném využití těchto dat však zatím zůstává nízké a v rámci krátkého obecného rozhovoru se většinou nesešlo s větším pochopením. Důvodem byla především obava z předávání citlivých dat.

- *Prvním subjektem jsou společnosti Telefónica O2 a Secar Bohemia, které disponují jak vlastním GFCD systémem, tak unikátním souborem dat v rozsahu přibližně 33.000 GPS/GSM aktivně komunikujících jednotek pevně instalovaných ve vozidlech. Skutečnost, že tyto společnosti mají GFCD systém vyvinutý, odzkoušený a na území ČR funkční systém, je zcela zřejmá nejen z veřejně dostupných zdrojů a podkladů z odborných prezentací, ale také z osobního setkání se zástupci těchto společností, z předaných materiálů a z poskytnutých vzorků dat z příslušného FCD systému. Celý*

tento GFCD systém se s přihlédnutím k požadavkům ŘSD a koncepci JSDI/NDIC, jeví díky své připravenosti jako prokazatelně vhodný pro potřeby zadavatele.

- *Druhým subjektem je společnost CE Traffic společně s T-Mobile. Jejich systém GFCD/CFCD, je z teoretického hlediska velmi zajímavým a v budoucnu potenciálním možným zdrojem dat. Nicméně tento systém není dle vyjádření zástupců společností v současné době v komerčním provozu, pro jeho zprovoznění by bylo třeba značných investic, otestování systému a případné možné dořešení dalších legislativních otázek. Společnost CE Traffic dále uvádí svůj úmysl v budoucnu poskytovat i dopravní informace založené na GPS datech, v současnosti na území ČR nemá systém v provozu a ani nedisponuje významnější flotilou vozidel.*

Na základě výše uvedených analýz je možno v současnosti doporučit využití GFCD technologie pro integraci do systémů ŘSD.

V České Republice bylo v roce 2008 přes 7 081 000 registrovaných vozidel, z nichž je 4 423 370 osobních vozidel a 589 598 nákladních vozidel, kdy průměrný věk vozidel je 12,8 roku. Přičemž 284 000 osobních vozidel je mladších než 2 roky a dalších 455 291 osobních vozidel je mladších 5 let. Moderní vozy vyšší třídy jsou vybaveny integrovaným systémem GPS / GSM / GPRS jenž umožňují snadnější integraci do FCD systémů, starší vozy je nutné dovybavit externími vozidlovými jednotkami.

Z výše uvedeného vyplývá, že účast soukromého sektoru, jež vybaví vozidla komunikačními jednotkami a poskytne s tím spojené služby je nezbytný k získání FCD dat pro státní správu. Přesto cena za přenosy dat bude poměrně značná v případech, kdy bude více než jeden provozovatel systému FCD sběru dat. Důvodem je skutečnost, že jeden provozovatel FCD systému je schopen optimalizovat počty přenosů dat z vozidel pohybujících se po stejné komunikaci (to znamená, že jede-li současně více vozidel na stejném úseku komunikace, dojde ke střídavému spojení s vozidly a tím minimalizaci nákladů na komunikaci u jednoho vozidla). Tyto optimalizační techniky jsou již implementovány některými poskytovateli služeb jako například OPTO Telematics z Itálie.

ŘSD ČR má správcovské povinnosti na 728,7 km dálnic, 370,2 km rychlostních silnic a 5828,3 km silnic I. třídy což činí celkem 6927,2 km. Je zřejmé, že při této rozsáhlé komunikační síti, není možno osadit celou síť konvečními typy detektorů. Na základě nadefinovaných priorit dochází k implementaci konvenčních detektorů na vybraných strategických komunikacích či jejich úsecích. Konvenční detektory jsou schopny monitorovat aktuální stav dopravy na jednotlivých profilech a za účelem identifikace chování dopravního proudu na dané komunikaci je zapotřebí instalace více profilových bodů.

FCD systém umožní přidat hodnotu na existujících komunikacích tím, že poskytne doplňující informace / data v celé délce komunikace a dále pak dodá vstupní (primární) data z komunikací, jenž nejsou sledovány konvečními detektory. Díky tomuto dojde k lepšímu pokrytí sledování dopravy na celé dopravní síti. Dočasnou nevýhodou tohoto systému zůstává penetrace pokrytí vybavenými vozidly, jenž umožní integraci do existujících systémů ŘSD ČR.

FCD data mohou napomoci ke zlepšení kvality sbíraných dopravních dat na pozemních komunikacích již vybavených konvenčními detektory dopravy a dále pak mohou rozšířit pokrytí služeb na širší síti pozemních komunikací, jenž v současnosti nemá žádné pokrytí konvečními detektory nebo je nemá integrované do JSDI.

Před integrací jakýchkoli nových datových zdrojů je však nezbytné provést v rámci zkušebního provozu testování a analýzy kvality a dostupnosti poskytovaných dat a jejich přínosy pro zlepšení / zefektivnění funkčnosti stávajících aplikací / modulů v JSDI. Dá se předpokládat, že zcela jistě dle zahraničních zkušeností budou mít FCD data pozitivní vliv na

zkvalitnění / rozšíření sbíraných dopravních dat a tím ke zvýšení efektivity a pokrytí provozovaných aplikací.

V rámci integrace je z funkčního pohledu předpokládán následující harmonogram implementace.

- *Zkušební ověření využití FCD (bez integrace do JSDI) na vybrané části komunikační sítě (např. D1)*
 - *v místech s plánovanou dlouhodobou uzavírkou za účelem identifikace vzniku kongescí a kolon.*
 - *za účelem identifikace jízdních časů.*
 - *souhrnné ověření kvality dat musí proběhnout v rámci zkušebního provozu implementace aplikací využívajících FCD, v delším časovém období a zájmových oblastech.*
- *Legislativní a obchodní rámec využívání dat FCD v rámci JSDI*
- *Projekt implementace FCD do JSDI*
 - *Definice rozhraní*
 - *Implementace*
- *Zkušební provoz*
- *Rutinní provoz*
 - *Nezávislá kontrolní funkce kvality, spolehlivosti a bezpečnosti*

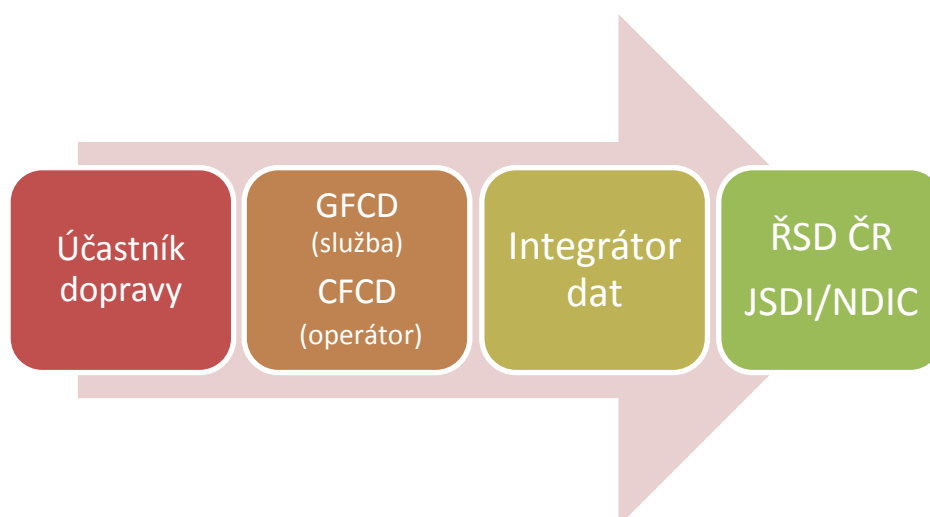
V rámci dlouhodobého provozu ITS aplikací je nutné již od počátku sledovat způsob implementace těchto systémů, neboť finanční náklady na jejich provoz se velmi odráží ve způsobu jejich architektonického řešení. Z tohoto důvodu je vhodné vypracovat obchodně provozní model zaměřený na nasazení FCD jakožto doplňku / náhrady konvenčních detektorů v následujícím rozsahu:

1. *Náklady*
 - a. *investiční na realizaci*
 - b. *provozní náklady po realizaci (energie, servis,)*
2. *Přínosy*
 - a. *vnitřní procesy (úspora nákladů na mzdy a energie, snížení nároků na investice)*
 - b. *vnější procesy (zlepšení / zkvalitnění služeb)*
 - c. *celospolečenské v oblasti externalit (zdraví a život občana)*

Na základě informací o potencionálních vhodných poskytovatelích dat se v této fázi nedají odhadnout náklady na roční zajištění GFCD zdroje dat, jelikož jsou závislé na způsobu předávání dat, rozsahu poskytovaných úseků a dalších parametrech této služby.

Zároveň by bylo dobré zvážit rozsah a formu státem (státní organizací) poskytovaných dopravních informací. Pokud by byly výstupy JSDI poskytovány široké veřejnosti zdarma, nebude pro budoucí možné alternativní poskytovatele na trhu prostor.

Rovněž je třeba zachovat možnost implementace FCD dat ze všech v budoucnosti dostupných zdrojů, neboť zcela jistě mohou přispět ke zkvalitnění služeb.



Obrázek Řetězec zpracování FCD dat

Obrázek výše znázorňuje jednoduché zobrazení možného řetězce zpracování FCD dat. V rámci přenosu zpracování FCD je možné projít celý tento řetězec, nebo lze i nastavit podmínky pro možné obejít jednotlivých subjektů (Např. účastník dopravy by se sám osobně přihlásil k sběru dat přímo pro NDIC). Je třeba si uvědomit, že každý z těchto subjektů může (a měl by) v tomto procesu zajistit funkce, které celou službu udělají efektivnější (např. sníží nároky na komunikace), bezpečnější (anonymizuje data), kvalitnější (metody zpřesnění polohy, kvalitní přijímač GPS), a tedy že je vhodné s nimi v celém procesu počítat.

Hlavní otázkou spojenou s FCD není, zda tato technologie nabízí efektivní cestu ke sběru reálných dat, ale jaké aplikace a jaké výhody tyto aplikace mohou přinést v krátkodobém a střednědobém období. Přesnější a věrohodnější dopravní data mohou vést ke zlepšení v mnoha oblastech, jak již bylo několikrát zmíněno, každá tato oblast ovšem vyžaduje specificky zajištěná a zpracovaná FCD data.

V současné době je možno říci, že FCD data mohou nabídnout cenově efektivní metodu sběru reálných dopravních dat spolu s vysokou úrovní přesnosti, dostupnosti a oblasti pokrytí v porovnání s konvenčními technologiemi.

Je zřejmé, že úroveň přesnosti očekávaná z FCD dat je přímo úměrně závislá na úrovni chyby související s identifikací polohy vozidla. Tato identifikace záleží na použité technologii, jež vzniká při zpracování GPS signálu anebo vypočítává polohu mobilního telefonu. Nepřesné určení polohy má negativní vliv na veškeré aplikace využívající FCD, např. výpočty jízdních časů.

Jelikož FCD jsou systémem s mnoha prvky a funkcemi, jak organizačními, tak programovými i hardwarovými, bude nutné v rámci přípravy implementace rozpracovat rovněž postup posouzení, či „certifikace“, celého procesu a jednotlivých komponent. V rámci posuzování systémových parametrů a kontrolní činnosti budou sledovány oblasti:

- Kontrola skutečného vzniku dat a procesu jejich přenosu a agregace (data lze poskytovateli automaticky generovat, tedy falšovat)
- Reprezentativnost vzorku sledovaných vozidel
- Přesnost GNSS měření
 - Kvalita přijímačů

- Zpřesnění *ad hoc*, či následné zpracování pomocí korekčních dat charakteristická pro území Evropy (EGNOS, CZEPOS)
- Kvalita přiřazení polohy k síti
 - Užití souřadných systémů, transformací
 - Kvalita funkce přiřazení
 - Užitá modelová síť území
- Kontrola přenosu dat
 - Frekvence/správný obsah
 - Zabezpečení
- Dlouhodobé sledování přínosu FCD do systému NDIC

Závěrem je možné konstatovat, že GFCD data poskytovaná soukromým sektorem mohou mít pozitivní přínos na efektivnější provoz JSDI v podobě zpřesnění současných informací a rozšíření počtu sledovaných komunikací. Tento efektivnější provoz může napomoci ke zlepšení provozu na síti pozemních komunikací v ČR, zvláště pak v oblastech identifikace vzniku kolon, jejich délky a trvání. Včasná informace řidiči o tomto stavu napomůže ke snížení vzniku dopravních nehod, obzvláště pak těch sekundárních. Tato studie adresovala možnost technologické integrace GFCD dat do JSDI / NDIC a navrhla postup řešení této integrace. Co tato studie neřešila, je obchodně provozní model nákupu, správy a využití GFCD dat od soukromého poskytovatele, stejně tak jako legislativní podmínky integrace těchto dat do JSDI. Bylo by vhodné zpracovat studii, zaměřující se na toto téma a následně provést pilotní ověřování GFCD dat před úplnou integrací do současných systémů. Přesto lze obecně konstatovat, že se dá očekávat pozitivní výsledek analýzy nákladů a přínosů v porovnání s konvenčními metodami sběru dat. Další částí, jenž nebyla součástí studie, je analýza budoucích trendů spojených s vývojem a implementací kooperativních systémů zabudovaných přímo do vozidel a provozovaných např. výrobcí automobilů a dále pak nebyl brán zřetel na možnou implementaci mýtných systémů (výkonového zpoplatnění pozemních komunikací) pro všechna vozidla na všech komunikacích ve správě ŘSD. Zavedení takových systémů v dohledné době může přímo ovlivnit obchodní modely pro využití GFCD dat. Díky tomu, že tyto otázky jsou politicky ovlivnitelné, zpracovatelé se zaměřili pouze na skutečnosti v současné době provozované nebo provozované s výhledem 1 roku.

Obsah:

1	Úvod k zadání.....	1-2
1.1	Konvenční metody sběru dopravních dat.....	1-3
1.2	Popis FCD technologií.....	1-13
1.2.1	GPS Floating Car Data	1-13
1.2.2	GSM Floating Car Data	1-14
1.2.3	Kooperativní systémy Floating Car Data.....	1-15
1.3	Charakteristiky FCD dat a služeb.....	1-16
1.3.1	Poustup zpracování FCD	1-16
1.3.2	Parametry k hodnocení poskytovatelů FCD	1-18
1.4	Porovnání konvenčních detektorů a FCD	1-19
1.5	Obecné využití FCD.....	1-21
1.5.1	Využitelnost FCD dat pro soukromou i státní sféru.....	1-21
1.5.2	Obchodní případy na základě zahraničních zkušeností	1-22
2	Aktuální stav nasazení systémů s využitím FCD v zahraničí.....	2-25
2.1	Evropské projekty s implementací FCD.....	2-25
2.1.1	TomTom / Vodafone, Holandsko	2-25
2.1.2	OPTIS projekt, Švédsko	2-26
2.1.3	FCD pilotní ověřování, Belgie.....	2-27
2.1.4	Mediamobile projekt, Francie	2-28
2.1.5	BMW XFCD testovací provoz, Německo	2-28
2.1.6	European Space Agency (ESA)	2-30
2.1.7	Do-iT, Berlin Germany 2009.....	2-31
2.1.8	FADC projekt, EU / Indie.....	2-32
2.1.9	Dmotion, Německo	2-33
2.1.10	REMOTE projekt, Dánsko	2-33
2.1.11	SINERGIT projekt, Toulouse Francie	2-37
2.1.12	PUMAS projekt, Rouen Francie	2-39
2.1.13	FCD pilotní testování, Řím Itálie 2008.....	2-39
2.1.14	PRELUDE pilotní projekt, Rotterdam Holandsko 1998 – 1999.....	2-43
2.2	Mimoevropské projekty s implementací FCD	2-44
2.2.1	I-95 Testovací provoz, testování INRIX Dat, USA 2008	2-44
2.2.2	Traffic Sense system pilotní ověřování, Kansas City (Missouri) USA, 2006.....	2-46
2.2.3	Ohodnocování FCD dat na městské silniční síti, Beijing, Čína 2008	2-47
3	Subjekty poskytujících a potenciálně možné poskytovat FCD služby a data v ČR	3-49
3.1	Metodický postup řešení	3-49
3.2	Rozsah prověřených možných poskytovatelů	3-49
3.3	Kontakty, které byly prověřeny pro zjištění možných poskytovatelů	3-49

	3.4 Zjištěné skutečnosti, závěry	3-50
4	<i>Posouzení vhodnosti využití aktuálně nabízených dat a služeb pro potřeby ŘSD..</i>	4-53
	4.1 Metodický postup řešení	4-53
	4.2 FCD data Telefónica O2 Czech Republic, a.s , SECAR BOHEMIA, a.s.....	4-53
	4.2.1 Základní informace	4-53
	4.2.2 Charakteristiky FCD dat	4-53
	4.2.3 Analýza poskytnutého vzorku	4-56
	4.2.4 Nehody.....	4-59
	4.2.5 Kongesce	4-60
	4.2.6 Stěžejní závěry z analýzy.....	4-61
	4.3 T-Mobile Czech Republic a.s. a CE-Traffic, a.s.....	4-62
	4.3.1 Základní informace	4-62
	4.3.2 Analýza dat poskytnutého vzorku.....	4-62
5	<i>Využití dat a služeb FCD ve stávajících provozovaných informačních systémech ŘSD</i>	5-63
	5.1 Metodický postup řešení	5-63
	5.2 Využití FCD v rámci JSDI a NDIC.....	5-63
	5.3 Identifikace prvků, vazeb a procesů JSDI pro implementaci FCD.....	5-66
	5.4 Identifikace prvků, vazeb a procesů NDIC pro implementaci FCD	5-67
	5.5 Obecný návrh implementace FCD v modulech NDIC	5-69
	5.5.1 Modul pro výpočet stavů dopravy (2.3.).....	5-70
	5.5.2 Modul pro výpočet dojezdových dob (2.4.).....	5-71
	5.5.3 Modul pro predikci dopravní situace(2.5.).....	5-72
	5.5.4 Modul Statistiky a dopravní analýzy (6.1.).....	5-72
	5.5.5 Datový sklad (1.)	5-72
	5.5.6 Modul vstupního rozhraní (2.1.)	5-73
	5.5.7 Modul pro zpracování a vyhodnocení dat (2.2.)	5-73
	5.5.8 Vstupní rozhraní (7.).....	5-73
	5.6 Úlohy k řešení v rámci integrace FCD.....	5-74
	5.6.1 Harmonogram implementace.....	5-74
	5.6.2 Obchodně provozní model FCD	5-74
	5.6.3 Cenové posouzení	5-75
	5.6.4 Přesnost FCD systémů	5-76
	5.6.5 Obavy spojené s uchováním soukromí	5-77
	5.6.6 Metodika kontroly FCD poskytovatele.....	5-78
6	<i>Citovaná literatura.....</i>	6-79
7	<i>Přílohy:.....</i>	7-81
	7.1 Popis vzorku dat	7-81
	7.2 Základní informativní výpis o nehodách.....	7-82

1 Úvod k zadání

Zadání studie vychází z potřeby Ředitelství silnic a dálnic ČR o doplnění informačních zdrojů pro NDIC (Národní Dopravní Informační a řídicí Centrum).

V rámci studie jsou popsány stávající řešení a přístupy k využití FCD v zahraničí, pro uvedení této problematiky a charakterizování potenciálů využití FCD pro dopravní informační systémy.

Vypracování studie má odpovědět na otázky, zda jsou v České Republice potenciální poskytovatelé FCD, zda jejich data jsou vhodná k využití v dopravních úlohách informačních systémů ŘSD a případně popsat základní představy a podmínky jejich dodávání.

Pro nalezené potenciální poskytovatele dat, studie uvádí základní charakteristiky potřebné k posouzení kvality FCD, na základě vzorku dat a posuzuje tak vhodnost tohoto datového zdroje pro potřeby ŘSD.

Poslední částí studie je analýza a zamyšlení nad možnostmi zapojení FCD dat do stávajících informačních systémů ŘSD s předestřením nutných otázek k řešení při implementaci FCD.

S přihlédnutím k problémům spojených se současnými metodami sledování / monitorování dopravy, jako je například cena instalace a údržba indukčních smyček a v podstatě statická podstata informací, které tyto detektory nabízejí, zajímají se správci komunikací ve větší míře o jiné alternativní metody sběru dopravních dat. Mezi tyto nové metody sběru dopravních dat patří Floating Car Data. Tato metoda je založena na zaznamenávání dat z vozidel, která se pohybují po dopravní síti a poskytují tím informace o reálné dopravní situaci. Tato data mohou být použita jako alternativní zdroj k informacím poskytovaným z detektorů umístěných na vozovce a poskytují tak základní informace, na základě kterých mohou být vykonávány dopravní analýzy a úlohy spojené s termínem Inteligentní dopravní systémy. Vozidla samotná se používají jako senzory na vozovce a poskytují reálné informace o dopravní síti tím, že poskytují informace o jejich rychlosti, pozici a směru cesty do centrální databáze.

Používáním těchto dat, mohou být identifikovány dopravní kolony, vypočítány jízdní doby a generovány dopravní zprávy, vše jakožto podpůrné informace k přímému i nepřímému řízení dopravy. Rovněž mohou být následně použity v reálném čase k poskytování informací dalším uživatelům.

FCD data mohou být použity jako primární či sekundární (doplňkový) zdroj aktuálních dopravních dat, kde je předpokládána jejich integrace do již existujících modulů sběru a zpracování dat. Doplnují tak standardně používané takzvané konvenční dopravní detektory, jež jsou využívány na zjišťování dopravních intenzit, rychlostí, obmezenosti, klasifikace vozidel, vážení vozidel za jízdy atd. na jízdních profilech. FCD v porovnání s nimi poskytuje informace na celých sledovaných úsecích / komunikacích a mohou tak doplnit tyto lokální informace z konvenčních detektorů. V následující kapitole je uveden stručný popis konvenčních metod sběru dopravních dat.

1.1 Konvenční metody sběru dopravních dat

Konvenčními metodami sběru dat se v tomto kontextu rozumí systémy a praktiky sloužící k automatickému či manuálnímu sběru dopravních dat. Automatické systémy sběru dopravních dat jsou založeny na technologickém zařízení umístěném na profilu sledované pozemní komunikace, jenž je schopno detekovat, zpracovávat, ukládat a popřípadě vysílat naměřené data do řídicího či informačního centra.

Nejpoužívanějšími a současně nejstaršími automatickými detektory jsou zařízení, jejichž zařízení se umísťují do nebo na pozemní komunikaci. Těmito detektory jsou:

Pneumatické detektory, jsou založeny na principu změny tlaku v gumových hadicích položených napříč sledovanou pozemní komunikací v době průjezdu kola automobilu. Změna tlaku v hadici je zaznamenávána a zpracována v zařízení umístěném na straně vozovky. Hlavním omezením této technologie je limitace spojená s počtem možných sledovaných jízdních pruhů a spolehlivosti, jenž je závislá na aktuálním počasí, teplotě a dopravních podmínkách. Tento systém není také efektivní v případech malých dopravních toků. Proto se převážně používá, díky jednoduchosti implementace, v místech kde se provádí časově omezené dopravní průzkumy.

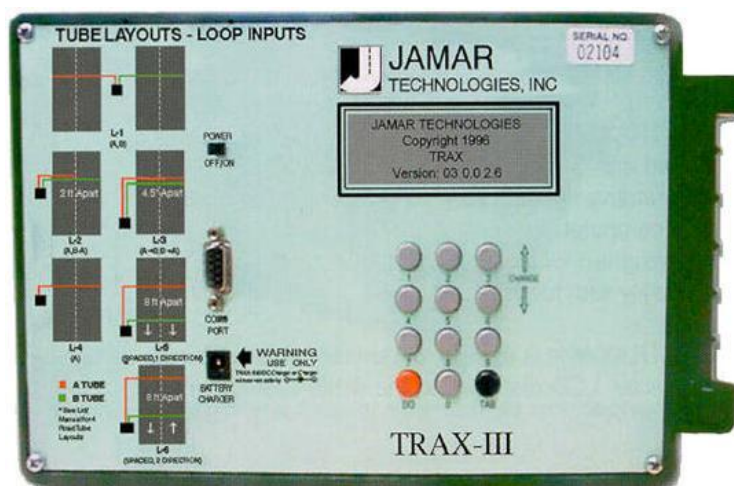


Obrázek 1 Pneumatický sčítač, na obrázku je vidět pneumatická tlaková hadice uložena napříč vozovkou.

Obrázek 1 ukazuje použití pneumatického sčítače pro účely sčítání dopravy. Tato instalace neumožňuje identifikaci rychlosti. (<http://www.sacdot.com>)

Výhody tohoto systému jsou hlavně rychlá instalace jak pro krátkodobé tak dlouhodobé sčítání (nikoli však ornamentní) dopravy. Pneumatické detektory jsou převážně levné pro nákup i provoz. Výrobci většinou dodávají technologii spolu se speciálním software pro dopravní analýzy.

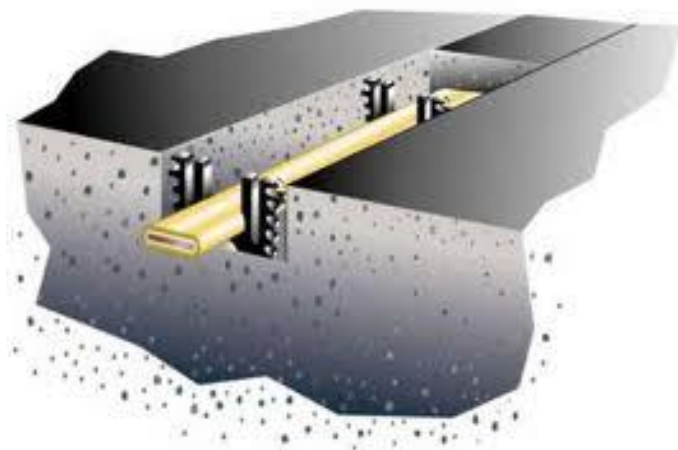
Nevýhody jsou hlavně nepřesnosti identifikace počtu náprav v případech, kde je vysoký počet nákladních vozidel a autobusů, dále pak nepřesnosti způsobené citlivostí detektoru na změny teplot vzduchu a vozovky.



Obrázek 2 Panel pneumatického detektoru

Obrázek 2 ukazuje přední panel pneumatického detektoru JAMAR TRAX -III counter od společnosti Jamar Technologies. (<http://www.fhwa.dot.gov>)

Piezelektrické detektory, mohou být buď trubkové či kabelových a bývají umístěny v pod povrchem vozovky a umísťují se zvlášť pro každý sledovaný jízdní pruh zvlášť. V principu tento systém přetváří mechanickou na elektrickou energii. V provozu dochází k mechanické deformaci piezelektrického materiálu a tím vznikají elektrické rozdíly mezi měřicími elektrodami. Amplituda a frekvence signálu je přímo závislá na míře deformace detektoru, a proto se dá tento typ detektoru použít pro účely vážení za jízdy a identifikace rychlosti.



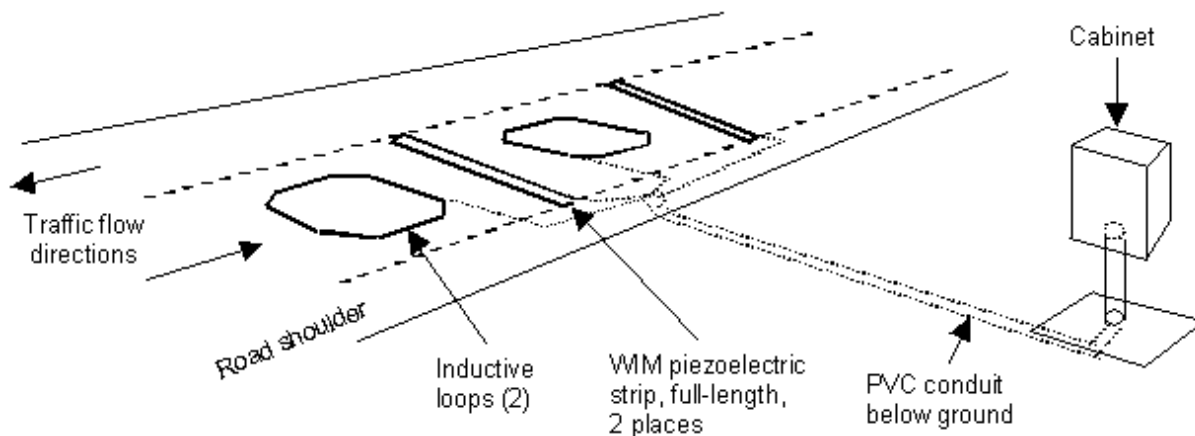
Obrázek 3 Umístění profilu piezelektrického detektoru

Obrázek 3 ukazuje umístění profilu piezelektrického detektoru ve vozovce. (<http://www.meas-spec.com>)



Obrázek 4 Umístění párů piezoelektrických senzorů

Obrázek 4 ukazuje umístění párů piezoelektrických senzorů ve vozovce v kombinaci s vizuálními čarami pro měření rychlosti pomocí radaru. (www.radardetector.co.uk)



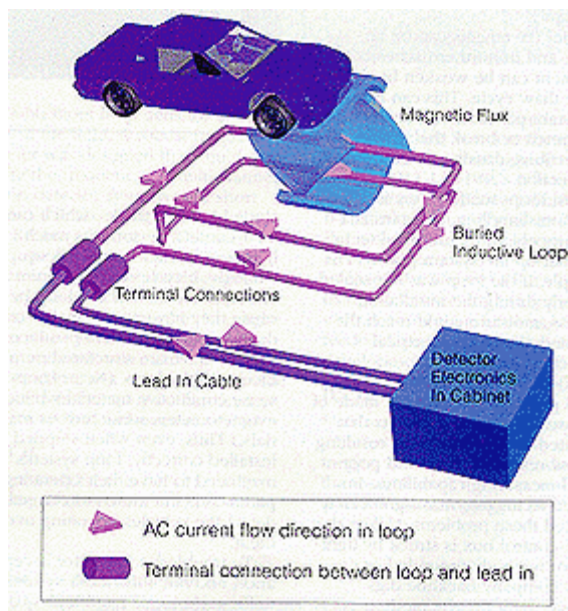
Obrázek 5 Příklad instalace vážení za jízdy

Obrázek 5 zobrazuje příklad instalace vážení za jízdy, za použití indukčních smyček a piezoelektrických senzorů. (<http://www.fhwa.dot.gov>)

Výhody piezoelektrických senzorů jsou přesná detekce jednotlivých náprav vozidel (detektor identifikuje kola přejíždějící přes detektor) kde některé typy piezoelektrických detektorů jsou jen o málo dražší než indukční smyčky. Přesto v porovnání s nimi poskytují přesnější informace o rychlosti, umožňují přesnější klasifikaci vozidel (založené na hmotnosti vozidla a vzdálenosti mezi nápravami) a jsou schopny detekovat a monitorovat hmotnost vozidel kde tyto výstupy mohou být použity pro systémy vážení za jízdy.

Nevýhodou piezoelektrických detektorů (obou typů jak trubkových tak kabelových) jsou podobné jako u indukčních smyček, pro instalaci a údržbu je nutný odklon dopravy z jízdního pruhu / směru, výpadky měření v důsledku instalace do nekvalitního povrchu komunikace. Dále pak se většinou používá více detektorů na osazení jednoho profilu komunikace. V neposlední řadě bylo provozem ověřeno, že piezoelektrické detektory jsou citlivé na teploty vozovky a rychlost vozidel.

Magnetické smyčky, jedná se o nejvíce rozšířenou technologii pro sběr aktuálních dopravních dat. Smyčky tvořené dráty jsou uloženy ve vozovce ve tvaru čtverců / obdélníků a při průtoku proudu vytváří magnetické pole. Informace je přenesena do měřicího zařízení umístěného na straně silnice. Tento systém má všeobecně očekávanou krátkou dobu životnosti způsobenou mechanickým zdeformováním smyček, na druhou stranu není tento systém ovlivněn povětrnostními podmínkami. Tato technologie byla za poslední dekády značně používána zvláště v Evropě a může mít dražší instalační a údržbovou cenu v porovnání s jinými typy detektorů.



Obrázek 6 Princip fungování magnetického detektoru

Obrázek 6 ukazuje princip fungování magnetického detektoru při průjezdu vozidla nad ním. (<http://www.bikernation.net/stoplightbill.htm>)



Obrázek 7 Instalace indukčních smyček

Obrázek 7 ukazuje instalaci indukčních smyček na dálnicích v USA, toto nastavení umožňuje také měření rychlosti a klasifikace dopravy. (<http://ops.fhwa.dot.gov>)

Výhody funkčnosti indukčních smyček spočívají hlavně v jejich využití, kdy jejich dlouhodobé nasazování do provozu posunulo kvalitu a porozumění jejich funkčnosti k maximálnímu využití. Tyto detektory poskytují data o dopravní intenzitě, obsazenosti, rychlosti, mezerách mezi vozidly a dále vyhodnocovací zařízení se přidaným software dokáže provádět poměrně kvalitní dopravní analýzy. Cena indukčních smyček (podobně jako u pneumatických detektorů) bývá většinou nižší než u detektorů montovaných nad / vedle vozovky. Další výhodou tohoto typu detektoru je možnost využití pro různé typy aplikací v závislosti na tvaru a umístění indukční smyčky do vozovky.

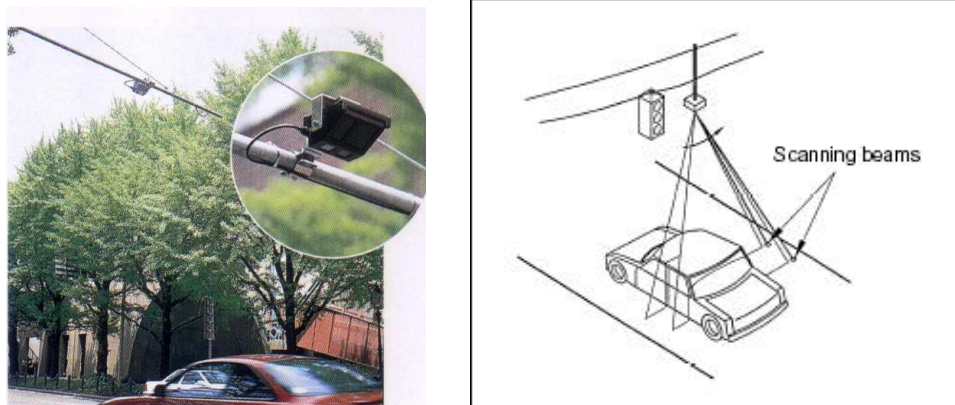
Nevýhody těchto detektorů zahrnují nutnost odklonu dopravy pro případy instalace či údržby, výpadky provozu spojené s nekvalitním povrchem komunikací. Dále pak opravy vozovek znamenají zničení daného profilu pro sběr dopravních informací a nové smyčky se musí osadit do nového povrchu, nebo musí dojít k přeložení měřeného profilu do nové lokality. Indukční smyčky ve vozidlech podléhají dopravní zátěži a teplotám, kde implementace a údržba je více nákladná v porovnání s jinými detektory.

Dalším typem sběru dat jsou techniky nevyžadující přímé instalace zařízení do vozovky. Mezi nejznámější patří ruční sčítání dopravy, ale nové technologie jsou v současné době také hojně využívány a jeví se jako velice slibné. Tyto automatické detektory se dají snadno sejmut a přemístit, neničí vozovku a tím podporují její delší životnost a jsou založeny na bezdotykové funkčnosti, ve styku s měřeným objektem prostřednictvím elektromagnetického či mechanického vlnění. Do této kategorie bezdotykových technologií sběru dat patří:

Manuální sčítání dopravy je jednou z nejtradičnějších metod sběru dopravních dat, kde vyškolení pozorovatelé sbírají dopravní data v místech, kde není možno využít automatických technologií jako například pro účelem zjišťování obsazenosti vozidel, monitorování pěších či vozidlová klasifikace do více skupin atd. Vybavení používané touto metodou může být pouze papír a tužka, nebo mechanické počítadlo či elektronické počítadlo.

Pasivní a aktivní infračervené detektory, umožňují detekci přítomnosti vozidla, jeho rychlosti a typu na principu infračervené energie vyzařované z detekované oblasti. Hlavní nevýhodou tohoto zařízení je funkčnost systému v době se zhoršenými povětrnostními podmínkami a omezenou využitelností na počet jízdních pruhů.

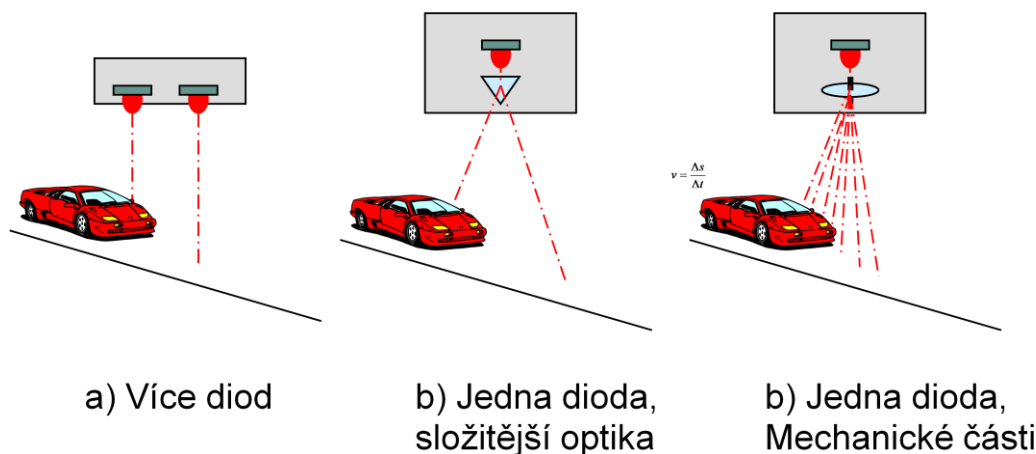
Aktivní infračervené detektory využívají zařízení o frekvenci řádově 1013 Hz, vlnové délky 10,5 – 10,6 m, kde oblast pokrývají zařízením o nízkém výkonu, pomocí LED diod. V principu detektory vysílají paprsek, jenž se vrací zpět po odrazu ke zpracování. Přijatou energii (ve formě záření) přeměňují na elektrický signál a měří dobu, za kterou se vrátí zpět odražený paprsek. Touto technologií je možné měřit přítomnost vozidla, rychlost a délku vozidla.



Obrázek 8 Příklad aktivního infračerveného detektoru

Obrázek 8 znázorňuje princip a reálný příklad aktivního infračerveného detektoru.

Infračervené detektory mohou vysílat také více paprsků a to za pomoci více diod, nebo jedné diody v kombinaci se složitou optikou či za pomoci jedné diody v kombinaci s rotujícím zrcadlem. Tyto tři možné principy jsou znázorněny na obrázku níže.



Obrázek 9 Principy funkčnosti více paprskového infračerveného detektoru

Výhodou tohoto typu detektoru je hlavně nedestruktivní metoda instalace a provozu, jenž umožňuje instalaci vedle nebo nad sledovaný profil komunikace bez nutného zásahu do vozovky. Funkce detektoru není ovlivněna povětrnostními podmínkami ani denní dobou a v neposlední řadě je možno jeho využití na více jízdních pruzích.

Nevýhody infračerveného detektoru jsou hlavně chyby měření způsobené hustou mlhou nebo sněhovými vánicemi. Dále pak nevhodnou instalací může docházet k blokování vozidel.

Pasivní infračervené detektory jsou založeny na principu, kde každý objekt, který nedosahuje teploty 0 K, emituje tepelné záření, jehož spektrum závisí na venkovní teplotě, velikosti i struktuře objektu. Pasivní detektory toto záření snímají (pro případy slabého záření je nutná dobrá optika) a operují v daleké infračervené (far infrared) oblasti $\sim 8\text{--}14\mu\text{m}$ jenž minimalizuje vliv slunečního světla, změny intenzity osvětlení a podobně. Typy pasivních detektorů se rozdělují do dvou základních skupin a to na zobrazovací, jež používají jedno nebo více čidel a dovedou zobrazit přijímaný signál a nezobrazovací, jež používají jedno nebo více čidel a nejsou schopny přeměnit přijímaný signál na obrazový.

V principu jsou využívány dva typy senzorů, kde takzvaně jednoduchý senzor měří rozdíly teplot mezi vozovkou a vozidlem anebo dvojitý senzor, kde každý zvlášť měří dopadající záření, které se porovnávají. Je-li tento senzor montován ve výšce 4 m, vzdálenost 8 m, úhel detekce 7° , měřicí pole šířky 1,5 m, délky 2,5 m (kuželový vyhodnocovací prostor) je možno dosáhnout přesnosti při měření rychlosti 3 – 150 km/h s mezerou mezi vozidly větší než 0,5 při délce výstupního impulsu 100 ms – 1 s.



Obrázek 10 ukazuje dva příklady pasivních infračervených detektorů.

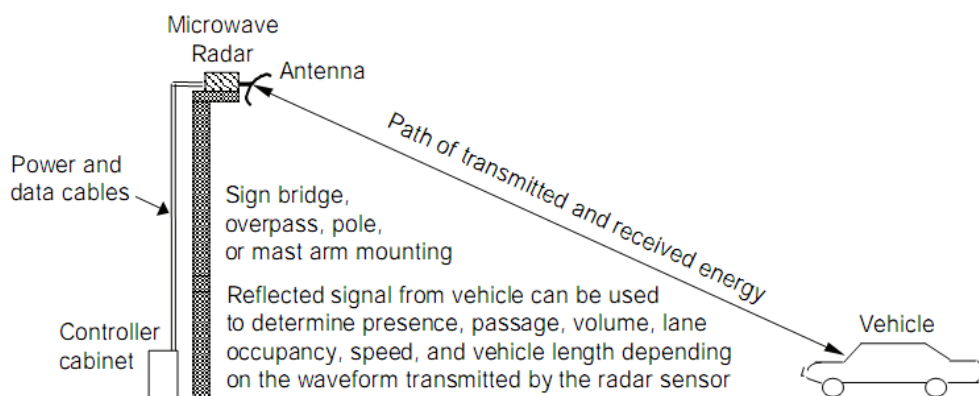
Výhody těchto detektorů jsou jejich neintrusivní technika sběru dat, jsou schopny měřit rychlost (při aplikaci s více zónami), jsou funkční jak ve dne, tak v noci.

Hlavní nevýhodou je jejich ovlivnitelnost změnami teplot a výrazným prouděním vzduchu, dále pak je možno použít jeden detektor pouze na jeden jízdní pruh a senzor podléhá složité kalibraci.

Pasivní magnetické senzory jsou umístěny pod nebo na povrchu vozovkového základu, jsou schopny detekovat počty vozidel, jejich typ a rychlosti. Nevýhodou této technologie je nepřesnost detekce za sebou jedoucích vozidel.

Mikrovlnný radar, je založen na technologii detekce pohyblivých vozidel a jejich rychlosti. Tento způsob detekce není ovlivňován povětrnostními podmínkami a je schopen nahrávat intenzity dopravy, rychlost a zjednodušenou kvalifikaci vozidel.

Radiolokátor neboli radar je elektronický přístroj určený k identifikaci, zaměření a určení vzdálenosti objektů pomocí velmi krátkých elektromagnetických vln vlnové délky - 1 až 30 cm, frekvence - 1GHz až 30GHz. V principu jsou vysílány velmi krátké impulzy o velkém výkonu a v pauzách jsou přijímány odražené vlny. Vyslané vlny se při šíření prostorem mohou odrážet od objektů (vozidel) nebo od rozhraní jednotlivých prostředí (oblačnost, rozhraní teplého a studeného vzduchu atd.). Vzdálenosti detekovaných předmětů jsou určovány pomocí časové korelace vyslaného a přijímaného signálu. Využívá se Dopplerův jev, popisuje změnu frekvence a vlnové délky přijímaného oproti vysílanému signálu, způsobenou nenulovou vzájemnou rychlostí vysílače a přijímače.

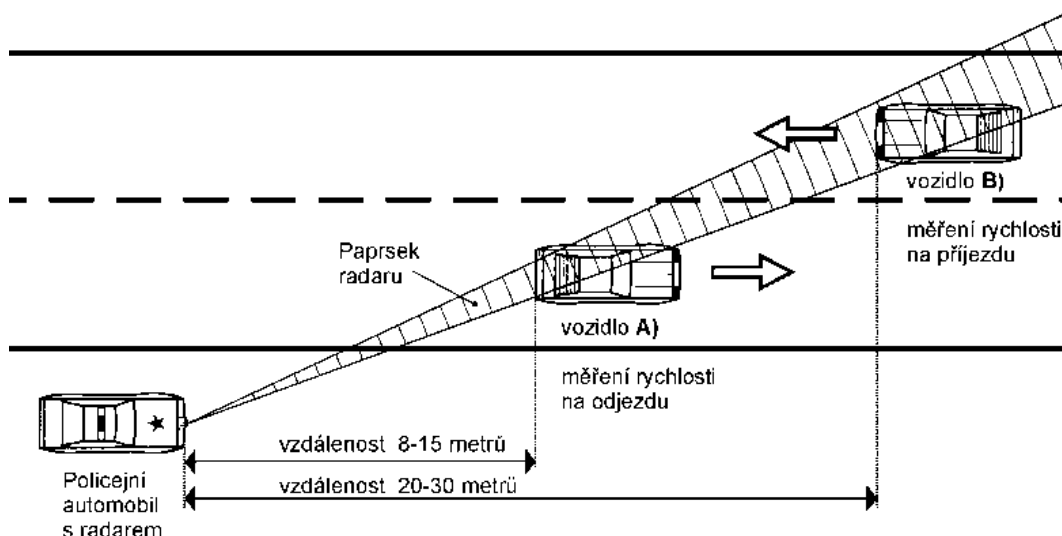


Obrázek 11 Princip funkce radarového detektoru

Radarové detektory se dělí na detektory s pulzní vlnou, jež vysílá impuls stanovené délky ve stanovených intervalech a měří směr, vzdálenost, výšku a velikost objektu. Další je

detektor s nemodulovanou spojitou vlnou, jež vysílá signál o konstantní frekvenci a amplitudě a měří rychlost a počet vozidel. Poslední detektor využívá frekvenčně modulovanou spojitou vlnu a vysílá signál o proměnné frekvenci s konstantní amplitudou a je schopen měřit rychlost, vzdálenost, velikost objektu (délku) počet, přítomnost a průjezd vozidla.

Radar nemůže být umístěn přímo v dráze vozidla a normální umístění radaru pro měření rychlosti bývá takové, že s měřeným objektem svírá úhel přibližně 20 stupňů. Obrázek 12 takové umístění zobrazuje.



Obrázek 12 Umístění radarového detektoru v úhlu 20% k cíli měření.

Výhody tohoto typu detektorů jsou například necitlivost ke špatnému počasí, provozní podmínky nejsou ovlivněny dnem či nocí, poskytuje přímé měření rychlosti a je vhodný k použití na více jízdních pruzích.

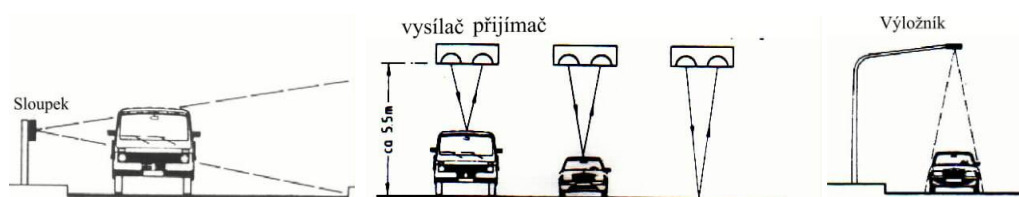
Nevýhody tohoto detektoru jsou spojeny s tím, že Dopplerův senzor nedetekuje stojící vozidla (při měření za jízdy musí existovat rozdíl v rychlostech), není vhodný pro sčítání vozidel, při instalaci na straně vozovky může docházet k blokování a tudíž k úniku některých vozidel.

Ultrazvukové detektory vysílají tlakové zvukové vlny (ve frekvencích mezi 25 a 50 KHz) za účelem detekce vozidel pomocí měření času potřebného k navracení signálu zpět do detektoru. Ultrazvukové detektory jsou většinou umístěny nad jízdním pruhem a může být ovlivněn teplotou nebo nepříznivými povětrnostními podmínkami. Detektor je schopen detekovat počty vozidel, obsazenost a přítomnost vozidel. Ultrazvukové detektory mohou být použity v kombinaci s dalšími detektory za účelem zpřesnění prezenčního měření spolu s detekcí kolon a dále pak ke sčítání vozidel, měření výšky a délky vozidel.

Princip činnosti je založen na pulzních detektorech, kde detektor v pravidelných intervalech vyšle vlnu a měří čas (úměrný vzdálenosti), kdy se odražená vlna vrátí do detektoru a časový rozdíl, jiný než odpovídá vzdálenosti k povrchu vozovky a zpět, je vyhodnocen jako přítomnost vozidla. Detektor měří velikost odražené energie a přemění ji na elektrickou energii.



Obrázek 13 Příklad dvou typů ultrazvukových detektorů



Obrázek 14 Ukázka možného umístění detektorů a jejich činnost při měření výšky vozidel.

Ultrazvukové detektory se dají také využít jako „spojité“ detektory, jež používají pro určení rychlosti projíždějícího vozidla Dopplerův efekt. Vysílají sérii impulzů a měří čas do jejich návratu zpět. Okno, kdy senzor přijímá odražený signál a definuje výšku detekovatelného vozidla.

Výhodou ultrazvukového detektoru je jeho neintrusivní podstata a dále pak umožňuje aplikaci na více jízdních pružích.

Nevýhoda ultrazvukového detektoru je jeho citlivost na změny teploty a extrémní poryvy větru, jež mohou ovlivnit vlastnosti (některé modely kompenzují rozdíly teplot) a dále pak dlouhé intervaly mezi vyslanými signály mohou omezit přesnost měření obsazenosti pro vyšší rychlosti vozidel.

Pasivní akustické detektory, bývají většinou umístěny po stranách pozemních komunikací a mohou monitorovat počty vozidel, jejich rychlost a klasifikaci. Tyto detektory je doporučeno používat při aplikacích na mostech a dalších silnicích, kde mimo vozovkové detektory jsou požadovány a kde nejsou pomalu pohybující se vozidla.



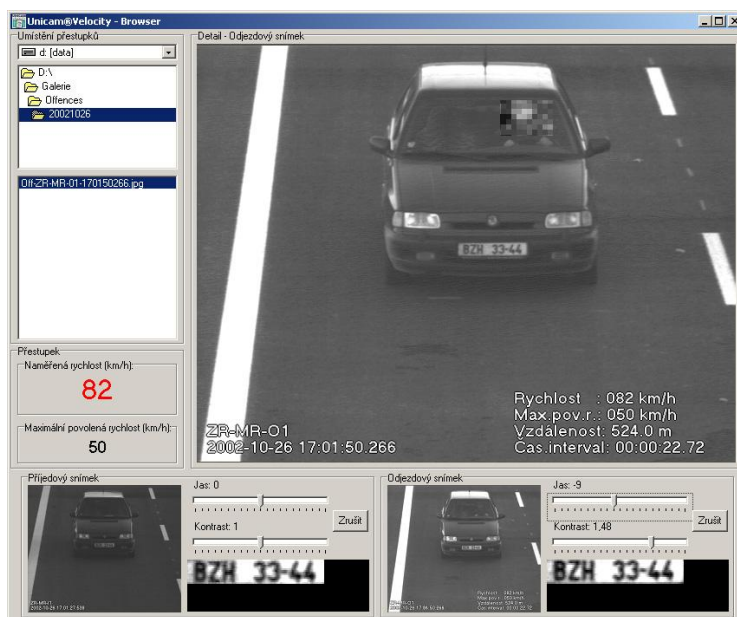
Obrázek 15 Akustický detektor

Obrázek 15 ukazuje SAS-1 akustický detektor vyvinutý firmou SmarTek Systems (<http://www.mountain-plains.org>)

Výstupy z detektoru jsou dopravní intenzita, obsazenost jízdního pruhu a průměrná rychlost na každém monitorovaném jízdním pruhu během nadefinovaného intervalu, jako například 20s, 30s a 1 minuta.

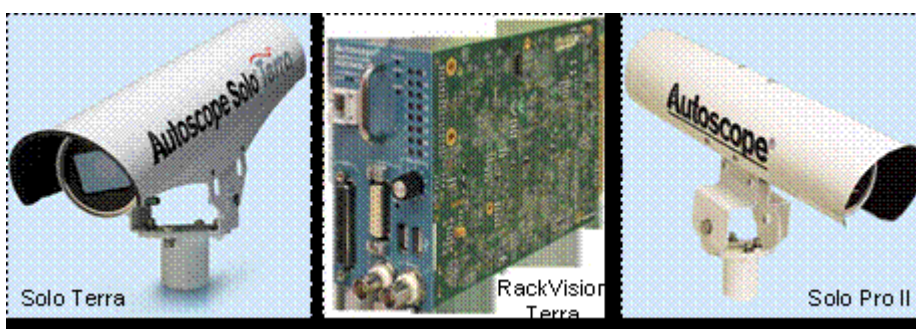
Nevýhody detektoru jsou patrné na jejich účinnosti, jenž může být ovlivněna špatnými povětrnostními podmínkami (nízké teploty, sněžení atd.)

Videodetekce, je založena na instalaci videokamery nad vozovku a s analýzou takzvanými virtuálními detektory (softwarová aplikace), jenž umožňuje získat intenzity dopravy, typy a rychlost vozidel.



Obrázek 16 Aplikace automatické detekce vozidel

Obrázek 16 ukazuje aplikaci automatické detekce vozidel a jejich poznávacích značek. Tento systém může být využit pro určení jízdních časů, dopravních postihů atd.



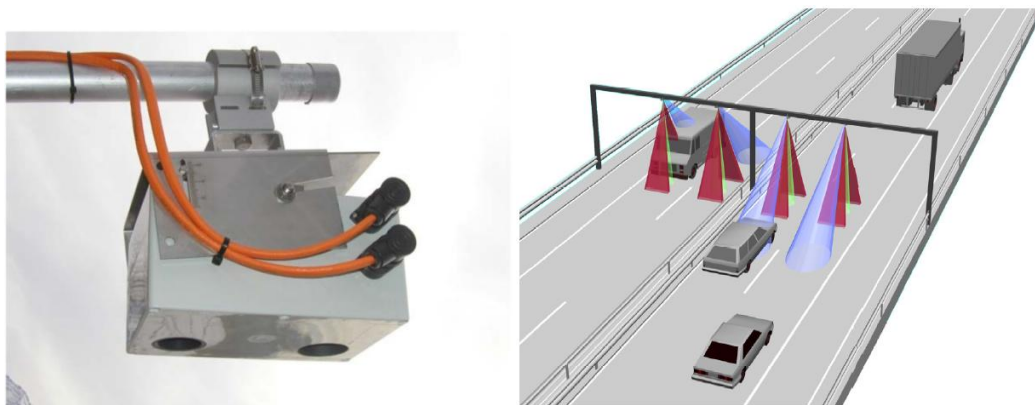
Obrázek 17 Zařízení Autoscope

Obrázek 17 znázorňuje zařízení Autoscope, jenž je využívána pro automatickou video detekci. (<http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/pubs/vdstits2007/05pt2.cfm>)

Výhodou videodetekce je možnost využití videokamery pro více aplikací jako např. detekce dopravních kongescí, identifikace jízdních časů apod. Video systémy mají velice praktické využití v tunelových stavbách, kde detekují pohybující se či stojící vozidla a další předměty. Tyto praktiky se využívají také ve speciálních aplikacích jako například sledování odstavených vozidel na mostech atd.

Nevýhody videodetekce jsou převážně falešné detekce vozidel, stínů, odrazů světla atd. a dále pak nutnost čištění čočky videokamery v případech jejího znečištění. Některé typy detektorů jsou velice náchylné na pohyb z důvodu poryvu větru.

Kombinované detektory, jak již bylo výše uvedeno, většinu detektorů je možno kombinovat pro účely zvýšení přesnosti požadované detekce nebo k rozšíření analyzovaných / detekovaných veličin. Detekce probíhá pomocí kombinace technologií mikrovln, ultrazvuku a pasivního infračerveného záření pro účely určení klasifikační třídy vozidla, počet všech druhů vozidel, zachycení rychlostí jednotlivých vozidel, indikace přítomnosti vozidla a rozpoznání dopravní kolony, zachycení obsazení a časového odstupu vozidel a vážení vozidel (za použití piezoelektrických detektorů).



Obrázek 18 Multifunkční detektor

Obrázek 18 ukazuje multifunkční detektor kombinující více detekčních technologií.

Nejčastější kombinací jsou mikrovlny, ultrazvuk a infračervené záření, jenž funguje na Dopplerově radaru v pásmu K 24.05 - 24.25 GHz, frekvence ultrazvuku 50 kHz, frekvence impulsů 10 - 30 Hz a IR senzory dynamické spektrální příjem 8 - 14 μm .

Přesnost sčítání vozidel je typicky $\pm 3 \%$ a identifikace rychlosti je typicky $\pm 3 \%$ ($> 100 \text{ km/h}$). Provozní podmínky těchto detektorů jsou v rozmezí teplot -40°C až $+70^\circ\text{C}$, vlhkosti vzduchu maximálně 95% relativní vlhkosti vzduchu.

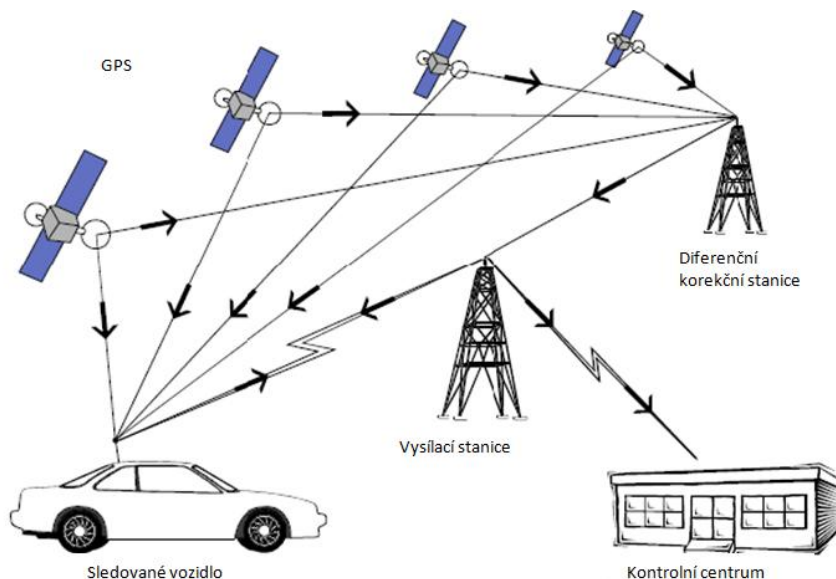
1.2 Popis FCD technologií

V Evropě, jakožto i ve světě, se v současnosti používají převážně tři technologie spojené se získáváním dat z pohybujících se vozidel. Jedná se o systémy, které umožňují jak sběr dat / informací v reálném čase (přenesené z vozidla do kontrolního centra pomocí bezdrátové telekomunikační technologie) tak o informace historické (jež jsou uloženy v interní paměti zařízení ve vozidlech). V principu se data používají k identifikaci jízdních časů (dopočtů dojezdových časů), identifikaci kongescí a historické dopravní analýzy.

1.2.1 GPS Floating Car Data

Základní princip této techniky GPS Floating Car Data (GFCD) sběru dat z pohybujících se vozidel je spojen s GNSS (Global Navigation Satellite System) technologií zajišťující lokalizaci polohy a GSM (Global System for Mobile telecommunication) zajišťující datovou komunikaci s kontrolním centrem pomocí SMS / GPRS. Obě technologie jsou integrované do vozidlové jednotky, které jsou původně součástí např. systému fleet managementu, monitorování krádeže vozidel nebo navigačních jednotek. Využití této technologie je podmíněno dostatečným počtem sledovaných jednotek (poskytovatelů dat) pro dosažení reprezentativního statistického vzorku pro využití v on-line dopravních aplikacích. Proto je

tento systém rozvinut převážně v městských aglomeracích, kde např. vozidla taxi služby a autobusy městské hromadné dopravy jsou těmito systémy vybaveny a poskytují dostatečné pokrytí dopravní infrastruktury.

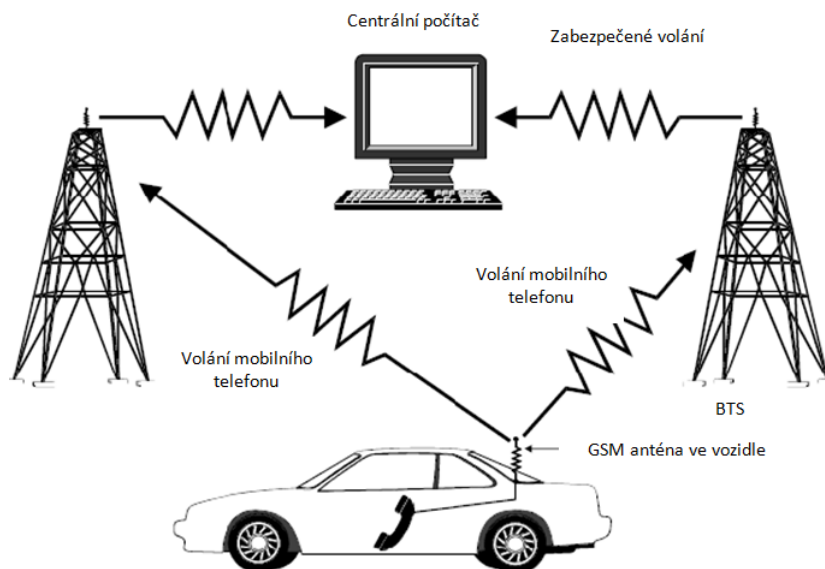


Obrázek 19 Komunikační schéma GPS FCD systému [zdroj: (1)]

Pro vypovídající hodnotu FCD pro dálnice, rychlostní silnice a silnice I. třídy lze předpokládat potřebu průjezdu minimálně jednoho vozidla flotily do patnácti minut (ideálně dvacet vozidel v pěti minutách) v exponovaném čase a sledovaném úseku s tím, že je nutné, aby flotila neobsahovala pouze určité typy vozidel (nákladní doprava, sanitky, apod.).

1.2.2 GSM Floating Car Data

GSM Floating Car Data (CFCD) technika je založena na principu monitorování pohybu mobilních telefonů (komunikační zařízení se SIM kartou) v rámci GSM sítí. V principu je dopravní síť rozdělena na úseky v závislosti na pokrytí jednou základnovou stanicí, kde v místě předání zařízení jiné základnové stanici je vytvořen monitorovací bod. Díky tomu je možné monitorovat pohyb vozidel po velkých městech po provedení úprav v síťových systémech s určitou přesností.



Obrázek 20 Komunikační schéma pro FCD sběr dat pomocí GSM telefonů [zdroj:(1)]

V případě sběru dat pomocí CFCD systému se využívá mobilní telekomunikační síť a to jak pro detekci, tak pro zaslání informace o pohybu vozidla. Celý princip je založen na předpokladu, že v dnešní době má skoro každý uživatel vozidla mobilní telefon, který plynule vysílá informace o poloze poskytovateli služeb. Za použití triangulační techniky je možno identifikovat polohu mobilního telefonu, přičemž přiřazením k dopravní síti je možné identifikovat pohyb vozidel. Lokalizace GSM má své limity v nepřesnosti identifikace pohybujících se objektů (auto versus tramvaj, cyklista, chodci atd.) a rovněž i v nepřesnosti lokalizace, např. souběžné komunikace (lokální silnice versus dálnice či železnice) a lokalizace v extravilánu (nizký počet BTS, kopcovitý terén). Rovněž jsou nutné investice na straně mobilního operátora v samotném provozu (jiný režim využívání sítě oproti základnímu) a za účelem zpřesňování výsledků.

1.2.3 Kooperativní systémy Floating Car Data

Další, v současnosti nasazovanou aplikací, je technologie založená na principu kooperativních systémů, kde dochází k bezdrátové mikrovlnné komunikaci mezi vozidly navzájem nebo vozidly a zařízením umístěným na dopravní infrastruktuře. K identifikaci polohy se využívají vozidlové jednotky, které jsou buď vybaveny GNSS lokalizačním zařízením (podobný systém jako GFCD s tím rozdílem, že se ke komunikaci nepoužívá GSM ale kooperativní mikrovlnné technologie) nebo tyto jednotky mohou být bez modulu GNSS a poloha vozidla se identifikuje pouze v místě komunikace se zařízením umístěným na dopravní infrastruktuře. Nevýhodou tohoto systému je nutnost vybavení dopravní infrastruktury komunikačními zařízeními.

Na základě analýz výstupů evropských projektů jsou doporučované kombinace technologií FCD systémů, které vedou ke zpřesnění informací / dat poskytovaných těmito systémy.

1.3 Charakteristiky FCD dat a služeb

1.3.1 Poustup zpracování FCD

Klíčovým rozdílem mezi GPS a GSM technologií sběru FCD dat je skutečnost, že aplikace postavená na GSM technologii má více uživatelů / poskytovatelů dat (možnost sledování anonymních telefonních čísel na celé GSM síti) a nepotřebuje žádné další instalace zařízení ve vozidlech. Oproti tomu je identifikace polohy vozidla a stanovení jeho rychlosti při použití GSM technologie méně přesné než při využití GPS lokalizace a to zvláště v extravilánu.

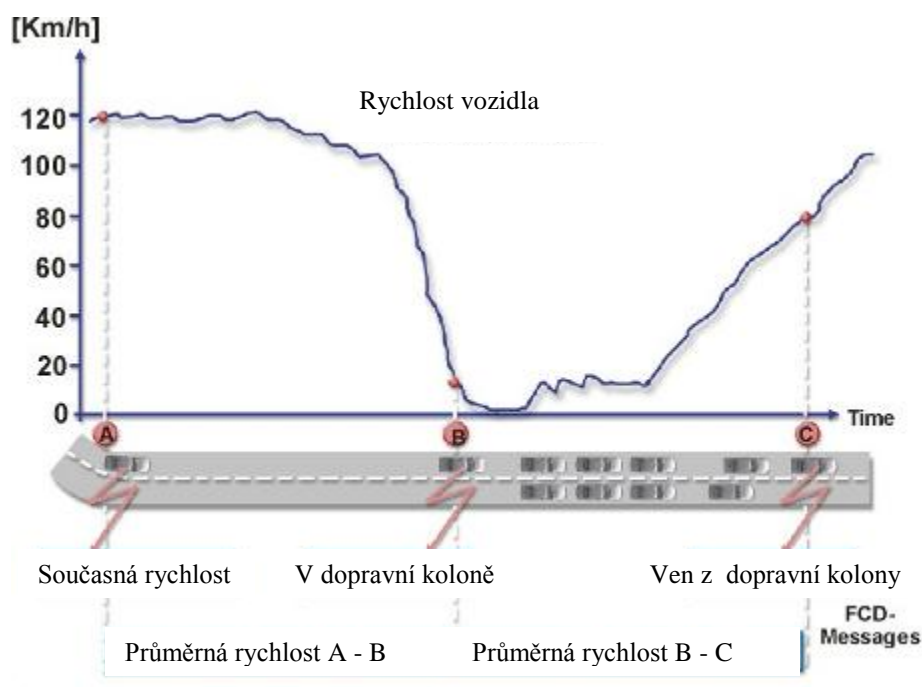
Využitelnost přímých datových výstupů z FCD systémů je velice omezená a je zapotřebí provádět analytické procesy vedoucí k integraci dat a následné využitelnosti ke konkrétním znalostem a aplikacím. V principu je možno říci, že k získání finálních výstupů je nutný následující postup:

- f) **Sběr dat** přímou on-line komunikací vozidlové jednotky se serverem nebo následný přenos dat do uživatelské aplikace.
- g) **Tvorba dopravního obsahu**, znamená např. přiřazení dat z vozidlové jednotky na mapové podklady, rozdělení do časových sekcí atd.
- h) **Integrace dopravních informací**, v této fázi dochází k analýzám a kalkulacím např. vzniku kongescí, jízdních časů atd.
- i) **Zpracování do servisních aplikací**, dopravní informace jsou poté využívány jako plnohodnotné pro aplikace řízení dopravy, poskytování informací, atd.
- j) **Využití konečným uživatelem**, tímto konečným uživatelem může být např. řidič s navigací ve vozidle, webové rozhraní pro informace před jízdou, mobilní aplikace, atd.

První pokusy o identifikace plovoucích vozidel mělo Německo již v polovině osmdesátých let. Tyto pokusy byly spojeny s individuálními navigačními systémy, jež měly zaručit dynamickou navigaci do určeného cíle pro vozidla participující na projektech. Příklady těchto systémů jsou Ali- a Euroscout (Siemens) a SOCRATES (Philips). V těchto systémech byly plovoucí vozidla použity jako senzory zaznamenávající rychlost a pozici vozidla do řídicích center.

Tyto základní principy byly použity v roce 1997 dvěma největšími soukromými organizacemi zaměřenými na poskytování telematických služeb v Německu, Mannsmann – Autocom a Tegarom, které uskutečnily sérii pilotních ověřování nazvaných VERDI, využívající nové technologie, jako např. mobilní telefonní síť GSM a systém lokalizace vozidla pomocí GPS a dále pak algoritmus pro procesování výstupů dat z FCD. Výstupem tohoto projektu byly podněty pro CEN standard nazvaný GATS (Global Automotive Telematics Standard).

Ve všech pilotních ověřováních bylo identifikováno, že využití FCD systémů má pozitivní přínosy v oblasti sběru aktuální dopravních informací na specifických úsecích pozemních komunikací. Přesto, aby bylo možno získat užitečné informace z FCD systémů, je nezbytně nutné jisté procento penetrace vybavených vozidel, toto procento je v rozmezí 1 – 5 procent v závislosti požadované úrovni kvality dat. Do doby, než je požadované procento vybavených vozidel dosaženo, může FCD systém poskytnout informativní dopravní informace na nevybavených (dopravními senzory neosazených) pozemních komunikacích a dále pak výstupy mohou být použity pro konfrontaci (validaci / zpřesnění) dat získaných z konvenčních detektorů na vybraných úsecích pozemních komunikací.



Obrázek 21 Data provozu FCD systémů (graf závislosti rychlosti dopravního proudu na čase)

Charakteristická data související s úsekem pozemní komunikace jsou například jízdní časy nebo cestovní doba mezi dvěma body na trase. GATS standard FCD poskytuje také cestovní rychlost na vybraných úsecích pozemních komunikací. Tato cestovní rychlost na daném úseku je analyzována v řídicím centru za účelem identifikace variací v čase, jež poskytují informace o distribuci dopravního proudu na tomto úseku. Charakteristický úsek je definován algoritmem ve vozidlové jednotce v závislosti na aktuální rychlosti vozidla a průměrné rychlosti vozidla od jeho startu. Algoritmus je schopen identifikovat dopravní kolonu a poslat informaci do řídicího centra, že se vozidlo blíží k dopravní koloně, že je v koloně a že z kolony vyjelo. Vjezd do dopravní kolony je jev identifikovaný pouze v případě, že dva algoritmy ji identifikují nezávisle na sobě. Výjezd z dopravní kolony je detekován ve vozidlové jednotce za účelem identifikace délky kolony a času zdržení v ní. Mobilní telefonie GSM/SMS je použita k odesílání dat po interní analýze a kompresi do řídicího centra a to buď periodicky, nebo v případě identifikace kritického jevu.

Zvláštní pozornost je nutné při zavádění FCD dat do dopravně informačních systémů dbát na charakteristiky flotily vozidel, jejich typu, pohybu v dopravní síti atd. Např. vozidla taxi služeb jsou velice dobrý zdroj informací o dopravě ve městech, kde sledují jízdní doby, lze jich využít při detekci kolon atd., ale tyto vozidla mají také mnohdy zvláštní režim provozu, povolení (např. možnost vjezdu do vyhrazených jízdních pruhů které sdílí s autobusy atd.) Tyto skutečnosti je nutno zohlednit během vyhodnocování tak, aby informace z nich získané byly opravdu vypovídající o skutečném stavu dopravy na dané komunikaci.

Od roku 1997 Gesellschaft für Verkehrsdaten mbH (ddg) provozuje soukromou řídicí centrálu, jenž se zaměřuje na sběr aktuálních dopravních dat, kde jsou sbírány FCD data jenž jsou analyzována a použita pro vygenerování dopravních informací. (2)

FCD aplikace nabízí poskytování dat jak pro historické, tak aktuální a okamžité analýzy, které se nacházejí buď na straně poskytovatele služeb FCD, nebo na straně uživatelů dat. Mezi znalosti, které je možno získat přímo z FCD aplikace patří:

- Historická data (uložená na disku a stažená do aplikace např. jednou denně)
 - Zdroj a cíl cesty
 - Jízdní doby
 - Zdržení (čas, místo atd.)
 - Použitá trasa (přiřazení k mapovým podkladům)
- Aktuální data (poskytovaná v nastaveném intervalu např. 1-5 minut)
 - Pozice vozidla dle nastaveného intervalu
 - Průjezd daným bodem (informace o času / rychlosti)
 - Dosažení daného bodu

Tato surová data se dále agregují do systémů a aplikací jako:

- Historická data pro dopravní statistiky a analýzy
 - Průměrné / úsekové rychlosti na definovaných úsecích
 - Počty vozidel na úsecích / profilech
 - OD matice (matice zdrojů a cílů)
- Aktuální dopravní data
 - Aktuální úsekové rychlosti
 - Jízdní doby a dojezdové časy
 - Identifikace vzniku kongescí či dopravních excesů
 - Objízdné trasy

1.3.2 Parametry k hodnocení poskytovatelů FCD

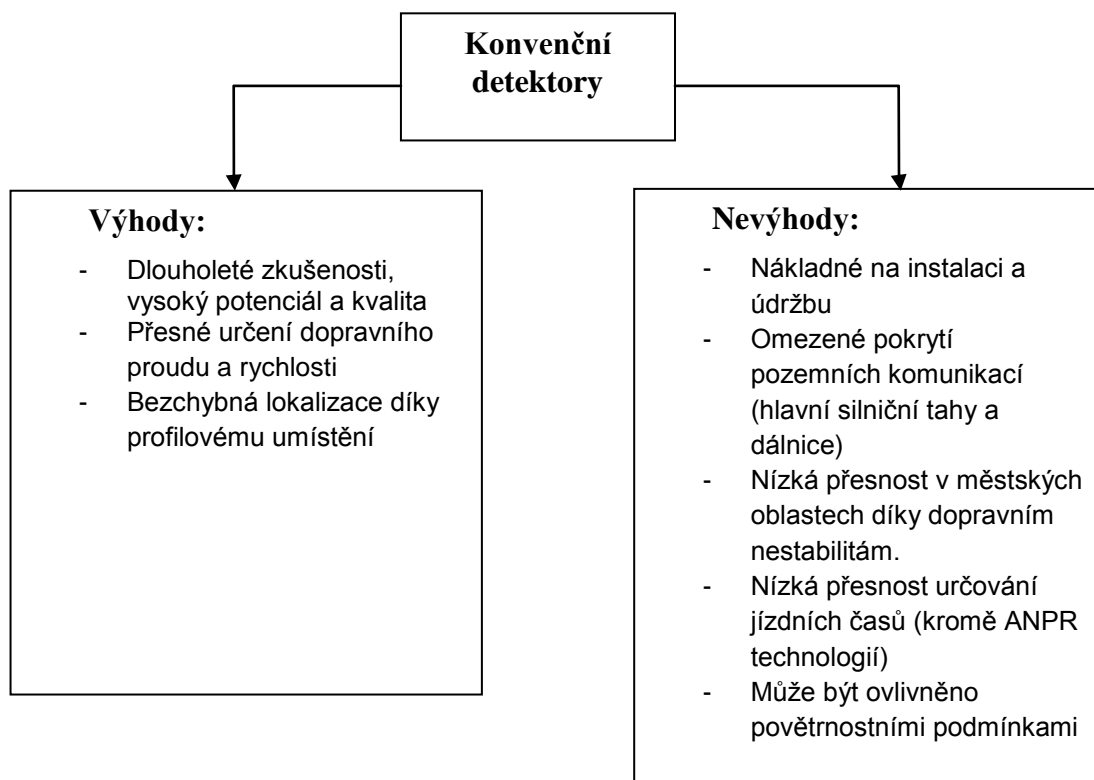
Vzhledem k různým druhům FCD dat a jejich derivátů, je k úplné využitelnosti a integraci FCD do současných / plánovaných systémů reálného řízení a informování uživatelů dopravní infrastruktury ŘSD zapotřebí, aby byly zohledněny informační a datové nároky charakteristické těmito aplikacím. K základním charakteristikám služeb FCD poskytovatelů patří např.:

- Geografické pokrytí daty
- Počty poskytnutých unikátních informací (polohová, popisná)
- Časový interval poskytování informací
- Dostupnost GSM / C2I komunikačního signálu (zpoždění přenosem a zpracováním)
- Konzistence služby (kvalitativní úroveň poskytovaných informací v čase)
- Dostupnost služby (operační provoz 7/24)
- Schopnost operátorů poskytovat tyto služby (legislativa, jiné smlouvy)
- Bezpečnost dat/ ochrana soukromí FCD poskytovatelů/ Firewalls mezi flotilami
- Rozdíly mezi službami / produkty různých poskytovatelů
- Ukládání dat /on-line služby

1.4 Porovnání konvenčních detektorů a FCD

Roky vývoje a používání jsou fixní technologie (jako například indukční smyčky) rozpoznány jako kvalitní zdroje dopravních dat - intenzity dopravy, rychlosti, rozpoznání druhu vozidel atd. Nové technologie, jako například infračervené či radarové detektory jsou rovněž velmi efektivní, jejich zavádění je však postupné vzhledem k aktuálním potřebám inovací dopravní infrastruktury.

Aktuálně používaný sběr dat je tedy převážně založen na datech z konvenčních detektorů, jenž jsou využívána k monitorování aktuálního stavu dopravy, dopravnímu řízení, predikce dopravy a následných dopravních analýz. Z těchto důvodů se dá předpokládat, že konvenční detektory zůstanou primárními zdroji dat v blízké budoucnosti.



Obrázek 22 Výhody a nevýhody konvenčních detektorů

Konvenční detektory mají vysokou pořizovací cenu a jsou také finančně náročné na provoz. Další nevýhodou konvenčních detektorů je jejich lokální / profilová využitelnost kde například pro jízdní doby je vhodnější monitorování nepřetržité, jenž umožní identifikaci konce dopravních kolon obzvláště v městských oblastech.

Nové technologie, k nimž patří i FCD systémy, mají za úkol zpřístupnit a zkvalitnit sběr dopravních dat. FCD systém je založen na GPS nebo GSM principech lokalizace polohy jenž poskytují vysokou přesnost lokalizace a pokrytí daty na dopravní síti mají v současnosti nevýhody spočívající v nízké penetraci vybavených vozidel a časově/prostorovém pokrytí vozidly.

Tabulka 1 ukazuje typy měřených dat pro jednotlivé druhy detektorů. Tato studie si neklade za cíl detailní porovnání přesnosti a využitelnosti zmíněných technologií, pouze poukazuje na všechny dostupné alternativní možnosti. Pro více detailní analýzy funkčnosti,

výhod a nevýhod jednotlivých technologií je možno dopracovat na základě zahraniční i lokálních zkušeností.

Typ detektoru	Intenzita dopravy	Rychlost	Klasifikace	Obsazenost	Přítomnost	Jízdní časy
Induktivní smyčky	ANO	ANO (1)	ANO (2)	ANO	ANO	ANO (5)
Magnetometr	ANO	ANO (3)	ANO (3)	ANO	ANO	NE
Pneumatické detektory	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE
Aktivní infračervené	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE
Pasivní infračervené	ANO	ANO (4)	ANO	ANO	ANO	NE
Mikrovlnný radar dopler	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	NE
Mikrovlnný radar True presence	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NE
Ultrazvukové	ANO	NE	NE	NE	ANO	NE
Pasivní zvukové	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NE
Video detekce	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
FCD	NE	ANO	NE	NE	NE	ANO

Tabulka 1 Detektory a typy dat, jež jsou schopné identifikovat. [zdroj (3)]

- ANO** Může poskytnout typ dat
NE Nemůže poskytnout tento typ dat
1 pomocí algoritmu jenž využívá pouze jednu smyčku a bere v potaz délku detekční zóny a vozidla.
2 Pokročilé moduly mohou měřit klasifikaci dopravy takzvaným vozidlovým podpisem
3 Měření rychlosti a klasifikace požaduje dva detektory
4 Pasivní infračervený detektor může měřit rychlost, pokud má více zónou detekční schopnost
5 Dvě a více indukčních smyček mohou být použity ve spolupráci se speciálním algoritmem k identifikaci jízdních časů

Celková cena související s konvečními detektory dopravy se skládá z investičních nákladů (nákup a instalace) a provozních nákladů (údržba, podpora a provoz). Orientační ceny zařízení jsou identifikovány v tabulce níže.

Cena za jednotku	Životnost (roky)	Investiční náklady (\$1000)	Cena k datu	Provozní náklady (\$1000)	Cena k datu
Induktivní dohledová smyčka na koridoru	5	3-8	2001	0.4-0.6	2005
Induktivní smyčka na křižovatce	5	8.6-15.3	2005	0.9-1.4	2005
Video detekce na koridoru	10	21.7-29	2003	0.2-0.4	2003
Video detekce na křižovatce	10	16-25.5	2005	0.2-1	2005
Pasivní akustický detektor na koridoru		3.7-8	2002	0.2-0.4	1998
Pasivní akustický detektor na křižovatce		5-15	2001	0.2-0.4	2002
Mikrovlnný detektor na koridoru	10	9-13	2005	0.1-0.58	2005
Mikrovlnný detektor na křižovatce	10	18	2001	0.1	2001
Infračervený detektor aktivní		6-7.5	2000		
Infračervený detektor pasivní		0.7-12	2002		
CCTV Video Camera	10	9-19	2005	1-2.3	2004
CCTV Video Camera věžová	20	4-12	2005		

Tabulka 2 Cena vybraných detektorů [zdroj (4)]

Pro účely kvalitního sledování dopravních veličin v oblastech je zřejmé, že vždy budou nasazeny konvenční detektory, jakožto základní kámen sběru dat. Hustotu jejich rozmístění a použití (investiční a provozní náklady) může však ovlivnit nasazení FCD jakožto doplňkového zdroje.

Nasazením FCD v současnosti se předpokládá především zkvalitnění služeb monitorování dopravního zatížení oblastí.

1.5 Obecné využití FCD

Dle (5) je možné rozdělit funkce FCD systémů do třech kategorií:

- Vysoká priorita – detekce dopravních kolon včetně objízdných tras
- Střední priorita – zjištění průměrné cestovní rychlosti nebo dojezdových časů
- Nízká priorita – zjišťování OD matic, dopravní toku pro statistická dopravní vyhodnocení

1.5.1 Využitelnost FCD dat pro soukromou i státní sféru

Zkušenosti z úspěšných evropských projektů ukazují, že FCD data jsou v současnosti převážně využívána k poskytování komerčních služeb, jako jsou:

- Sledování stavu provozu na dopravní infrastrukturu (použití historických a reálných FCD dat provozovateli komunikací za účelem identifikace a poskytnutí informací jízdních dobách a on-line řízení dopravy.
- Asistence řidičům (využití FCD dat soukromým sektorem k poskytování reálných dopravních informací, dynamickému navigování / změně trasy)
- Fleet management (GPS aplikace kde FCD data jsou v současnosti využívána provozovateli logistických služeb k přesné identifikaci polohy vozidel a možnosti definování příjezdových časů, které jsou poskytovány koncovým uživatelům pro informaci)
- Inteligentní zpoplatnění komunikací (za užívání, postih za použití jiné než povolené cesty atd.), kde FCD jsou v současné době považovány za další generaci technologie pro zpoplatnění pomocí monitorování pohybů motoristů po dopravní síti s cílem minimalizovat ranní a odpolední dopravní špičku.
- Pojišťovnictví (sledování chování řidiče pro odhad rizika nehod)

Pro rozdělení v oblasti působnosti subjektů:

- Státní sféra
 - Podpora řízení dopravy.
 - Telematické služby, poskytování aktuálních reálných informací (jízdní doby a kongesce).
 - Statistické účely.
- Soukromá sféra
 - Poskytování reálných dat uživatelům za úplatu (objízdné trasy, reálné dojezdové doby atd.)
 - Spolupráce s pojišťovnami (pay as you drive, slevy z pojištění atd.)
 - Road side assistance.
 - Monitorování odcizených vozidel

Oproti těmto základním aplikacím FCD pro státní sféru je možné jejich další využití v aplikacích, jako jsou:

- Vytvoření síťového modelu dopravní obslužnosti a jeho údržba
- Výzkum např. chování řidičů či akceptace konkrétních řešení.

- Monitorování vstupu do zakázaných oblastí / silnic
- Platby za používání komunikací / platby za kongesce či parkování
- Postihování překročení rychlosti
- Emisní monitorování / management

Další z možností rozšíření portfolia aplikací FCD jsou založené na rozšířeném formátu dat (XFCD), tedy datech, které k základním údajům o poloze, směru pohybu a rychlosti připojují zprávy z dalších vozidlových systémů:

- Monitorování meteorologických jevů
 - teploty okolí
 - dešťových srážek
 - snížené viditelnosti, mlh
 - náledí a námrazy
- Varování před nebezpečím
 - indikátor nárazu
 - zapnutí výstražných světel
 - vybočení z jízdního pruhu, prudké brzdění
 - definovaná zpráva od řidiče

1.5.2 Obchodní případy na základě zahraničních zkušeností

Díky principu fungování FCD systémů, kde je zapotřebí lokalizace jednotlivých vozidel a přenos polohových informací do řídicího centra od mnoha uživatelů se dá předpokládat, že celý systém bude vybudován a provozován soukromým sektorem. Tento předpoklad potvrzují identifikované projekty v zahraničí, kde převážně soukromé subjekty nabízí rozmanité služby (např. fleet management, sledování odcizených vozidel, dynamická navigace atd.) a jako výstupy jejich aktivit je možno nabídnout státní správě jejich data. Tyto data jsou velice cenná a napomáhají státní správě optimalizovat dopravní řízení, poskytovat reálné dopravní informace, reagovat na dopravní excesy atd. V principu existují dva modely spolupráce mezi soukromým a státním sektorem, kde první model umožňuje vzájemnou výměnu dat (soukromý sektor využívá dat od státní sféry pro zkvalitnění jejich služeb) a druhý model umožňuje státní správě odkup dat od soukromých operátorů. V praxi dochází ke kombinacím těchto dvou modelů, kde během pilotních ověřování si obě strany vyzkouší funkčnost systému a využitelnost získaných dat.

V principu soukromé firmy nabízejí FCD data v těchto oblastech:

- Fleet management služebních vozidel
- Monitorování odcizených vozidel
- Poskytovatelé navigačních služeb (TomTom, Telematix atd.)
- Pojišťovny (pay as you drive)
- Informační servery /služby

Ze zahraničních zkušeností je možno vysledovat případové modely následujících soukromých firem:

<http://www.trafficmaster.co.uk/home.php> (UK)

<http://www.octotelematics.com/> (ITALY)

<http://www.be-mobile.be/> (BELGIUM)

<http://www.skymetercorp.com> (CANADA)

<http://www.itisholdings.com/> (UK, AUSTRALIA)

<http://www.mobility.tomtom.com/> (HOLAND)

<http://www.ptvag.com/index.php?id=1519> (GERMANY)

Následující tabulka sleduje možnosti využití různých technologií a přístupů při potřebách zjištění stavu a charakteristik dopravní sítě.

.

Studie „Zmapování služeb a dat v oblasti FCD pro využití v rámci informačních systémů ŘSD“

	Složky IZS	Dohledový kamerový systém	Automatické detektory dopravy	Elektronické mýto	Elektronické viněty	CFCD	GFCD	Sběr informací od řidičů	Kooperativní systémy
Informace o vzniku nehody	ANO ověřené má zpoždění o dojezd k místu vzniku	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	NE	NE	NE	<u>NE</u>	Částečně	<u>ANO</u>
Informace o průběhu nehody	ANO	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	NE	NE	NE	<u>NE</u>	Částečně	Částečně
Informace o odstranění nehody	ANO	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	NE	NE	NE	<u>NE</u>	Částečně	Částečně
Informace o vzniku kongesce	Částečně	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	NE	NE	ANO	<u>ANO</u>	Částečně	<u>ANO</u>
Informace o ukončení kongesce	Částečně	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	NE	NE	ANO	<u>ANO</u>	Částečně	<u>ANO</u>
Informace o vzniku problému	ANO zpoždění o dojezd k místu vzniku	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	NE	NE	ANO	<u>ANO</u>	Částečně	<u>ANO</u>
Informace o odstranění problému a nepřítomnosti kolon	Částečně	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	NE	NE	ANO	<u>ANO</u>	NE	<u>ANO</u>
Informace o rychlosti	NE	ANO - na sledovaném úseku	NE	ANO - rychlost mezi branami	ANO - rychlost mezi branami	Částečně	<u>ANO</u>	NE	<u>ANO</u>
Detekce délky kolon	Částečně	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	NE	NE	ANO	<u>ANO</u>	Částečně	<u>ANO</u>
Informace na objízdných trasách neosazených žádným telematickým systémem	Částečně	NE	NE	NE	NE	ANO	<u>ANO</u>	Částečně	ANO - částečně při použití C2C
Přesný počet projížděných vozidel v daném úseku	NE	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	<u>NE</u>	NE	ANO - pro vybavený vzorek
Rozlišení Osobní / Nákladní vozidla	NE	ANO - na sledovaném úseku	NE	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	NE	ANO - pokud je zaznamenáno	NE	<u>ANO</u>
Stanovení intenzity dopravy	NE	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	ANO - pro vybavený vzorek	ANO - pro vybavený vzorek	Částečně	ANO - pro vybavený vzorek
Predikce dopravní situace	NE	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	Částečně	<u>ANO</u>	NE	<u>ANO</u>
Historická analýza	NE	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	ANO - na sledovaném úseku	Částečně	<u>ANO</u>	NE	<u>ANO</u>
Varování před nehodou / kolonou	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	<u>ANO</u>

2 Aktuální stav nasazení systémů s využitím FCD v zahraničí

2.1 Evropské projekty s implementací FCD

Evropské země byly a jsou velice aktivní ve výzkumu zaměřeném na možnosti využití FCD dat (aktuálních i historických) a podporovaly / podporují projekty zaměřené na zlepšení kvality zvláště aktuálních dat pro možnosti integrace do dopravně řídicích a informačních center. Bylo identifikováno, že nejen přímá data z FCD mohou být využita ze současných aplikací, ale také nové aplikace mohou být integrovány do produktů jak soukromé, tak státní sféry. Na tyto projekty se zaměřují projekty vědy a výzkumu ze 7 rámcového programu EU. Níže jsou uvedeny příklady projektů zabývajících se zlepšením nabízených dat z FCD a testováním služeb pro různé uživatele.

V principu je možno říci, že FCD technologie jakožto alternativní zdroj reálných dopravních informací je analyzována státním i soukromým sektorem minimálně jedno desetiletí s tím největší zájem o integraci těchto dat byl v období 2000 – 2006. Konkrétní využití FCD dat pro integraci do existujících či nových systémů musí být prověřeno na konkrétních případech, ale obecně je možno konstatovat že výstupy pilotních ověřování potvrdily koncept FCD jako zdroj kvalitních a levných reálných dat na silniční síti (zvláště pak detekce dopravních kolon a jízdních časů).

Pilotní ověřování komerčních FCD systémů zaměřených sběr a poskytování dopravních informací ukázalo, že k získání kvalitních a spolehlivých informací popisujících chování dopravy na konkrétních úsecích silnic či dálnic je zapotřebí mít dostatečně velký vzorek vybavených vozidel (GPS / GSM moduly), kde minimální odhad penetrace těchto vozidel je 1% z celkového počtu vozidel. (6), (7)

V závislosti na intenzitě, v jaké mohou být prováděny měření FCD (např. procento vybavených vozidel s dynamickým navigačním systémem nebo s možností příjmu signálů adaptivního řízení dopravy), je možno odhadnout zvýšení dopravní kapacity silniční sítě o 3 až 10 procent dle zkušeností z pilotních ověřování v Německu. (8)

V dalších podkapitolách této části studie jsou uvedeny shrnutí z jednotlivých projektů a dostupných zdrojů.

2.1.1 TomTom / Vodafone, Holandsko

Na základě průzkumu provedeného v Holandsku v roce 2006 bylo zjištěno, že poskytovaná dopravní data nesplňují požadavky uživatelů a to jak z oblasti jejich obsahu, tak kvality a dostupnosti. Z tohoto důvodu má TomTom, jakožto jedna z předních společností vyrábějící navigační přístroje pro vozidla, vizi vyvinout a zavést do reálného provozu nové služby v oblasti navigací a to zejména tak zvané door-to-door cestovní časy, časy zpoždění, předpokládané doby dojezdu a poskytnutí relevantních informací v příhraničních oblastech. Všechny tyto funkce budou plně integrovány do zařízení pro osobní navigaci, kde TomTom vidí jako veliký krok kupředu pro plánování cesty i cestu samotnou vytvoření takzvaného datově připojeného auta.

Dopravní informace pro řidiče jsou založené na monitorování pohybu miliónů mobilních telefonů využívajících GSM síť v kombinaci s GPS daty, jenž jsou poskytována uživateli TomTom navigačních jednotek. V roce 2007 TomTom uvedl na trh v Holandsku komerční aplikaci nazvanou HD Doprava (High Definition Traffic) spolu s produktem nazvaným TomTom One XL HD Traffic, jenž je zobrazen na obrázku níže. Toto zařízení již má v sobě integrovány GPS a GPRS moduly a je tudíž schopno permanentně komunikovat s řídicím centrem. Tato nová služba využívá reálných dat získaných z vozidel v kombinaci s daty

z konvenčních dopravních detektorů umístěných na dopravní síti. Data se obnovují každé 3 minuty pro účely inteligentní dynamické navigace. V porovnání s konvenčními způsoby sběru dat, které pokrývají pouze 45% sledované dopravní sítě, v Holandsku tato služba pokrývá 22 000 km silniční sítě.



Obrázek 23 Nejnovější navigační zařízení od společnosti TomTom, jenž nabízí poskytování informací v reálném čase z GSM a GPS FCD zdrojů

HD Doprava nepomáhá pouze individuálním motoristům s přesnějšími a aktuálními informacemi, ale napomáhá také k efektivnímu využití silniční kapacity díky tomu, že motoristé mohou provádět informovaná rozhodnutí, jenž minimalizuje jejich čas strávený v dopravních kongescích. Dále pak díky aktuálním informacím je možno lépe a efektivně plánovat cestu z domova a tím si vybrat jiný čas cesty, nebo dokonce jiný druh dopravy.

V Holandsku má TomTom obchodní politiku k poskytování služby HD Doprava koncovým uživatelům založenou na principu pravidelných poplatků, kde první rok se platilo €399 a poté každý následný měsíc €9.95.

Tento projekt úspěšně odstartoval TomTom v roce 2007 v Holandsku a posléze expandoval v letech 2007 – 09 do UK, Německa, Itálie, Belgie a do dalších zemí včetně USA.

2.1.2 OPTIS projekt, Švédsko

Optimalizovaná doprava ve Švédsku (OPTimised Traffic in Sweden - OPTIS) je společný projekt švédského státního sektoru a výrobců automobilů. (9) Projektu se zúčastnily společnosti VOLVO, SCANIA, SAAB a švédské silniční / dálniční ředitelství. Cílem projektu bylo vyvinout cenově efektivní metody sběru dopravních dat pro potřeby poskytování kvalitních dopravních informací v reálném čase. Dále pak se mělo prokázat že FCD:

- je cenově efektivní metoda sběru dopravních dat,
- je schopno pokrýt větší geografickou oblast spolehlivými daty,
- poskytne informace o stavu dopravy, jenž bude atraktivní pro komerční poskytovatele,
- ověří technologickou platformu, jenž bude v budoucnosti součástí sériově vyráběných vozidel.

V testovacím provozu v Gothenbrgu bylo použito 220 vozidel (50% taxi služby, 23% rozvozové / zásilkové vozidla, 7% vozidel státní správy a 20% soukromých uživatelů), jenž byly vybaveny GSM telefony společně s GPS zařízeními (obrázek níže) a která poskytovaly

FCD data o aktuální dopravní situaci ve městě. Reálné dopravní informace byly poskytnuty účastníkům testovacího provozu, veřejnosti pomocí webového rozhraní a za použití národního rádia P4 a dále pak byly tyto data integrovány do národního dopravně informačního centra.



Obrázek 24 GSP a GSP moduly instalované v testovacích vozidlech za využití jedné kombinované antény. Cena těchto modulů nebyla vyšší než 500 Euro na jedno vozidlo

Výstupy z tohoto pilotního ověřování potvrzují, že se podařilo najít cenově efektivní řešení pro sběr reálných informací a jejich distribuci veřejnosti v městském prostředí. Porovnání výstupů z FCD systému poskytující informace o jízdních dobách jsou porovnatelné s kamerovými systémy a systémy identifikací kolon. Počítačová simulace ukazuje, že je nutná minimální penetrace 3-5% FCD vozidel ve městech o velikosti do 1 milionu obyvatel k získání kvalitních informací o jízdních časech s obnovou každou minutu. OPTIS trial měl penetraci kolem 0,5% penetrace z celkových ujetých km než z počtu vozidel ve městě.

Pilotní ověřování dále potvrdilo že FCD:

- business case potvrdil, že FCD je méně finančně nákladný systém v porovnání se stacionárními snímači s přihlédnutím k ploše pokrytí,
- OPTIS simulace a pilotní ověřování potvrzují velice dobré pokrytí silniční sítě za použití relativně malého vzorku zkušebních vozidel,
- OPTIS webová stránka potvrzuje, že jízdní doby identifikované FCD vozidly mohou být prezentovány v atraktivní podobě pro soukromý sektor,
- Optis pilotní ověřování používalo GSM/GPS jednotky ze sériové produkce, jež jsou v současnosti instalovány do sériových vozidel.
- Systém OPTIS může být jednoduše využitelný v jiných aglomeracích a dále může být modulárně rozšířen o další FCD zdroje jako např. z existujících vozidlových flotil taxi služeb, městské hromadné dopravy atd.

2.1.3 FCD pilotní ověřování, Belgie

Prvotní pilotní ověřování využívající sběr dat založený na monitorování pohybu mobilních telefonů bylo provedeno v Antwerpách. Reálné dopravní informace byly sbírány pomocí sítě hlavních GSM poskytovatelů v Belgii a využívali FCD technologii nezávislé soukromé společnosti. Toto pilotní ověřování bylo zaměřeno na prověření možnosti anonymního monitorování mobilních telefonů ve vozidlech za účelem měření dopravního proudu. Výstupy naznačují, že přesná predikce cestovních časů je možná pouze v podmínkách bez dopravních kongescí, predikce jízdních časů v podmínkách dopravních kongescí byla

přílišně optimistická. Flámská státní správa a GSM poskytovatelé zvažují také služby s přidanou hodnotou pro využití v komerční sféře.

Jako příklad lze uvést systém firmy Be-Mobile, TripTime® , který byl ve spolupráci s Flemish Traffic Center implementován na dálnici E17 v Belgii. Systém informuje řidiče prostřednictvím proměnných dopravních značek o očekávaném zpoždění z důvodu opravy vozovky a rovněž umožňuje podpořit rozhodnutí o přesměrování dopravy na alternativní cesty E34 a R4 v případě silné kongesce nebo nehody.

2.1.4 Mediamobile projekt, Francie

Mediamobile je komerční národní TMC (Traffic Message Channel) služba, jež poskytuje dopravní informace v reálném čase o dopravních kongescích na dálnicích a komunikacích kolem Paříže, kde vzniká 70-80 % všech kongescí ve Francii. Ke sběru reálných dopravních dat využívá Mediamobile 1700 taxi vozidel v Paříži, jež poskytují FCD data, ze kterých jsou určovány jízdní doby. FCD je založeno na kombinaci GSM a GPS dat.

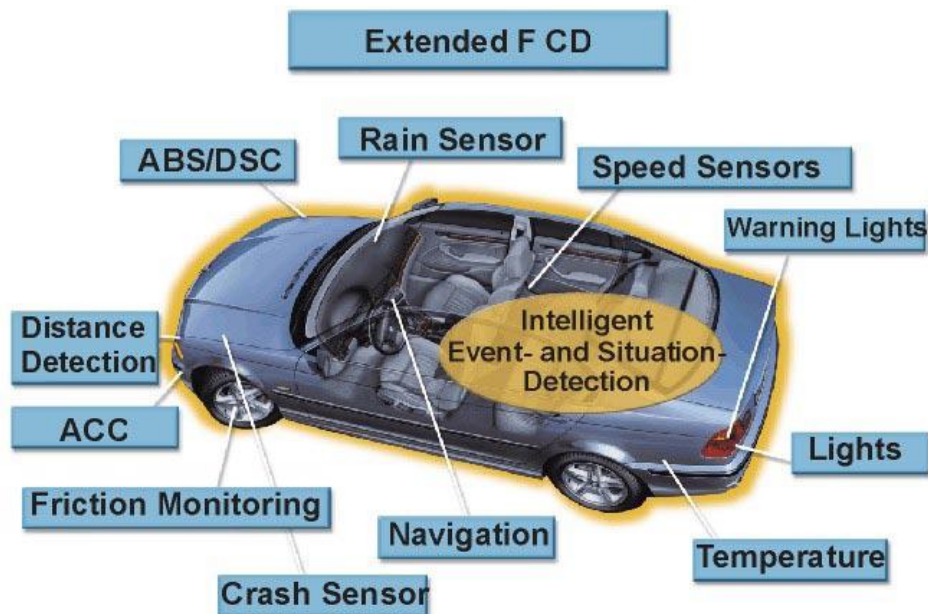
2.1.5 BMW XFCD testovací provoz, Německo

BMW (2), (10) využívá současných navigačních a telematických platform ke zjištění aktuálního stavu dopravy založené na principu detekce polohy a rychlosti vozidel od řidičů, jež mají zájem o spolupráci. Informace z vozidla je automaticky přenesena do řídicího centra pomocí GSM/SMS a jsou posílány od a k uživateli zdarma při zaručení plné anonymity systému. V řídicím centru jsou informace z vozidel integrovány do celkové databáze dopravních informací, kde následně dojde k jejich integraci a dalšímu zpracování. Získávání přesných informací z FCD napomáhá zabudovaným navigačním systémům vyhledat alternativní trasu v případě dopravní kolony, nebo jiných problémů na trase. Princem této aplikace je získání dostatečného vzorku uživatelů na německých dálnicích tak, že již není potřeba integrace s pevnými detektory dopravy instalovanými podél dálniční sítě.

V současnosti se BMW zaměřuje na vývoj tzv. rozšířených FCD (Extended Floating Car Data System -XFCD) za účelem identifikace kompletního prostředí během řízení vozidla, s cílem plné integrace tohoto systému do sériově vyráběných vozidel. Tento systém bere v potaz dopravní podmínky, informace o stavu vozovky a počasí tak, aby mohl optimalizovat plánování cesty pro uživatele systému. Kromě aktuální polohy vozidla a jeho rychlosti může moderní vozidlo nabídnout celou škálu dodatečných informací poskytnutých specifickými systémy zabudovanými ve vozidle, umožňujících extrapolaci dopravních a povětrnostních podmínek. Typickými příklady jsou data informující o zapnutí potkávacích, nebo dálkových světlech či aktivace mlhových světel, použití ABS (anti-lock brake system), systém kontroly dynamické stability s protiskluzovým systémem, nebo informace o venkovní teplotě či indikace dešťového senzoru. Vyhodnocování těchto dat napomáhá identifikovat skutečný stav nejen dopravy, ale také povětrnostních podmínek, stavu vozovky a stavu počasí kolem vozidla, jako je namrzlá komunikace, mlha nebo déšť. Pokaždé, když např. bude aktivován systém ABS a současně venku bude nízká teplota vzduchu, nebo dojde k automatické aktivaci stěračů v době, kdy se vozidlo pohybuje nadefinovanou rychlostí, systém automaticky vytvoří varovné hlášení, že se vozidlo pohybuje po kluzké vozovce.

Zasláním polohových a rychlostních informací z vozidel spolu s varovnými / stavovými informacemi je řídicí centrum schopno analyzovat a poskytovat detailní informace, jež poskytují ostatním řidičům celkový přehled o dopravě, rizicích a překážkách na celé dopravní síti.

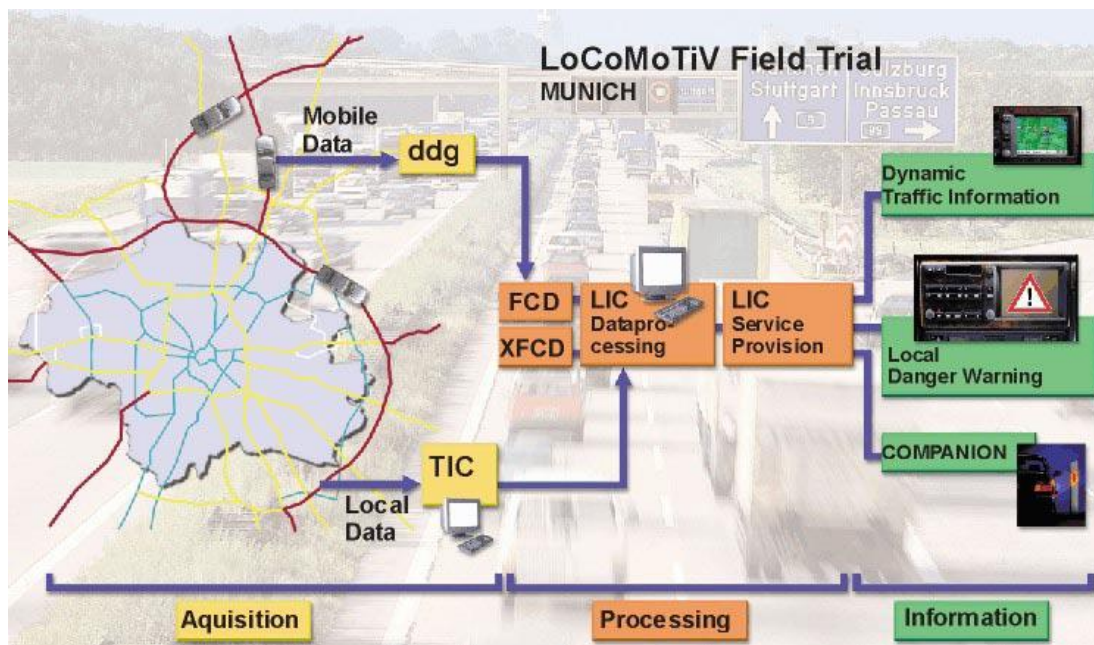
V současnosti se BMW zaměřuje na posun XFCD systému do úrovně kooperativních systémů, jenž umožní přímou komunikaci vozidel mezi sebou (V2V a V2I) a tím nebude zapotřebí řídicího centra v současném podání.



Obrázek 25 Vozidlové senzory a signalizace využívaná pro XFCD systém

Pilotní ověřování XFCD systém bylo integrováno do projektu LoCoMoTiV, jako jedna z jeho částí. Tento projekt navázal na předešlé FCD pilotní ověřování jenž potvrdilo, že GSM/SMS komunikace bude technologicky a ekonomicky nejvhodnější pro přenos dat z vozidel do řídicího ústředny a GPS bylo využito pro lokalizaci polohy a rychlosti vozidla.

LoCoMoTiV pilotní ověřování bylo zaměřeno na testování sběru telematických informací získaných z vozidel BMW (polohy, rychlosti, zapnutí ABS, stěračů, mlhových světel atd.), jejich přenos do řídicího centra, zpracování a zaslání zpět uživatelům pomocí RDS-TMC systému. Schéma pilotního ověřování je znázorněno na obrázku níže.



Obrázek 26 Architektura LoCoMoTiV pilotního ověřování využitelnosti XFCD dat pro získávání reálných dopravních informací

Pilotní ověřování bylo rozděleno do následujících 3 fází:

Fáze 1, bylo vybráno 100 účastníků z mnichovského regionu a jejich vozidla byla vybavena komerčními FCD jednotkami. FCD data byla generována automaticky a přenesena do řídicího centra vyvinutého speciálně pro tento projekt nazvaném LoCoMoTiV informační centrum umístěné v Mnichově. Dále pak jsou do tohoto centra integrována data z regionálního dopravního informačního centra Bayern (TIC Bavaria). Tato integrace dvou zdrojů dat umožnila porovnání kvality dat mezi konvenčními detektory a FCD a dále pak umožnila tvorbu integrovaných informací o dopravní situaci na sledované dopravní síti.

Fáze 2a tohoto pilotního ověřování zahrnuje vybavení a integraci zařízení do experimentálních vozidel za účelem sběru XFCD dat. Za využití infrastruktury vybudované v první fázi projektu se posílají komprimované informace o dopravě, výstražných stavech a stavu vozovky obdržené z XFCD zařízení do řídicího centra pro další zpracování. V řídicím centru jsou instalovány nově vyvinuté rozpoznávací modely, jež jsou testovány v průběhu testovacího provozu. Tyto modely mají dvě části, kde první je napojena na telematický terminál a druhý na vozidlovou BUS sběrnici sběr vozidlových dat. V případě, že vozidlová jednotka identifikuje konkrétní situaci, pošle informaci do řídicího centra.

Ve fázi 2b došlo k instalaci dalších vozidlových jednotek (na PC platformě), jež komunikují s telematickým modelem v řídicím centru a na nichž dojde k zobrazení varovných hlášení a dalších dopravních informací užitečných pro řidiče.

Výsledky tohoto pilotního ověřování potvrdily, že využití FCD dat je možné k identifikaci aktuální cestovní doby a lokalizaci dopravních kolon, dále pak XFCD byl potvrzen jako koncept společnost BMW a bude i nadále integrovat tyto systémy do vozidel vyšších modelových řad. Sběr XFCD dat vyžaduje tvorbu nové informační služby, která se bude zaměřovat na identifikaci konkrétních lokálních kritických / rizikových míst a poskytovat varovné informace o nich uživatelům. Již během testovacího provozu došlo k vývoji telematické aplikace zaměřené na identifikaci kritických míst a varovný systém upozorňujícím na tyto místa. Tento systém poskytuje řidiči vizuální a hlasové informace o poloze a typu kritického místa před ním a dále tento systém dokáže zobrazit varovnou informaci pouze v případech, kdy se řidič přibližuje ke kritickému místu. Společnost BMW je v současnosti průkopníkem v oblasti kooperativních systémů, jež jsou považovány za novou generaci telematických aplikací. Tyto systémy umožní komunikovat přímo mezi vozidly (V2V) nebo vozidly a infrastrukturou (V2I) a tím zpřesnit a zrychlit sběr a distribuci dopravních informací. BMW provedlo praktické testování komunikace mezi vozidly a výměnu informací o aktuální dopravní situaci. Tři vozidla byla vybavena XFCD systémem, jež nezávisle vypočítá data o dopravní situaci a povětrnostních podmínkách.

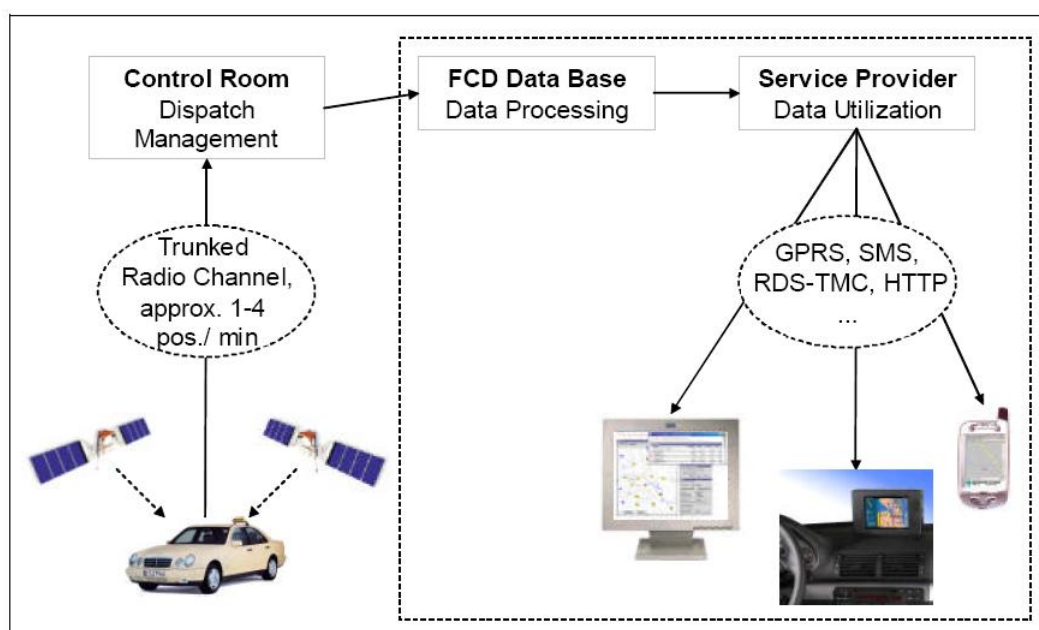
2.1.6 European Space Agency (ESA)

Monitorování silniční dopravy pomocí satelitů (Road Traffic Monitoring by Satellite - RTMS) je pilotní ověřování využívající detekce pohybu vozidel a přímé detekce dopravních kongescí. Každé vozidlo v tomto pilotním ověřování bylo vybaveno GPS přijímačem spolu s vozidlovým počítačem a mobilním komunikačním systémem vyvinutým ESA. Základní rozdíl tohoto pilotního ověřování v porovnání se standardním FCD je využití satelitní komunikace pro přenos dat do centrální databáze. V porovnání s konvenčními technikami detekce dopravy nabízí systém postavený na detekci pomocí satelitní technologie větší pokrytí oblasti a dále pak ekonomicky úspornější sběr dat. Pilotní ověřování bylo úspěšně provedeno

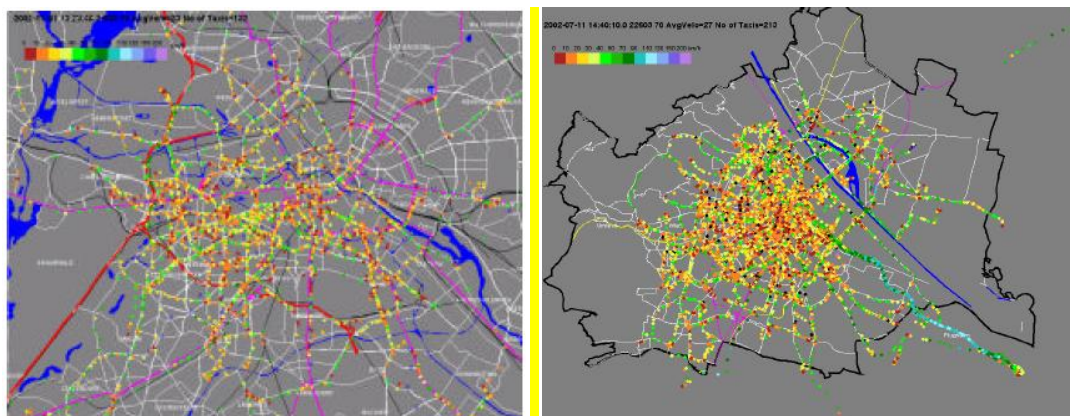
na silniční síti v oblasti Rotterdamu a Den Haagu (Holandsko), jež jsou velice dopravně zatížené a s častými kongescemi.

2.1.7 Do-iT, Berlin Germany 2009

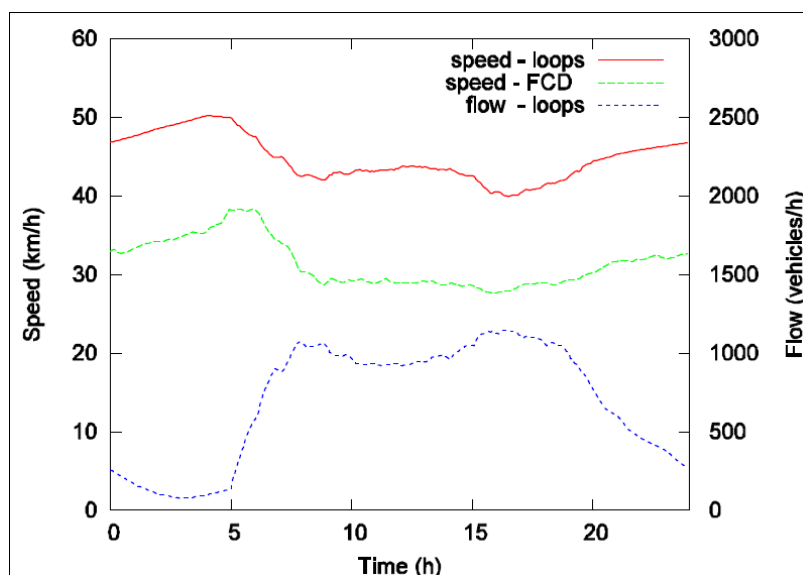
Každé vozidlo taxi služby v Berlíně (11), (12) vybavené FCD monitorovacím zařízením a jen je zahrnuto do fleetového managementu, posílá v nadefinovaných intervalech (10 až 180 sekund) svou současnou GPS pozici přes digitální mobilní radiové spojení do řídicího dispečinku taxi služby. Po využití této informace pro účely taxi služby (monitoring pohybu vozidel po dopravní síti) jsou tato data převedena do XML formátu a přeposlána pomocí FTP do DLR jejich databáze, kde probíhají následné analýzy. Poloha získaná pomocí GPS je přiřazena k dopravní síti pomocí GIS prostředí a výstupy poskytují informace o rychlosti a pokrytí pro každý úsek dopravní sítě kde pokrytím se rozumí vzdálenost ujetá vozidlem na úseku podělená délkou tohoto úseku. Touto cestou vzniká zátěžová mapa pro celou dopravní síť města.



Obrázek 27 Systémová architektura systému Taxi-FCD



Obrázek 28 Získané pozice z FCD vozidel a odvozené rychlosti, jež jsou vzorkovány v hodinových intervalech



Obrázek 29 Průměrný denní rychlostní profil

Obrázek 29 znázorňuje průměrný denní rychlostní profil získaný z pevných detekčních míst (indukční smyčky, horní křivka) a z FCD (průměrná křivka) z období úterý až čtvrtek ve vnitřní části Berlína. Spodní křivka koresponduje s denní intenzitou dopravy získané z indukčních smyček zprůměrovaných ve stejném časovém horizontu a lokalitě jako použité rychlosti.

Na obrázku výše jsou porovnávány rychlosti získané z konvenčních detektorů (indukčních smyček) a dat z taxi-FCD systému, kde data jsou průměrována pro stejný časový interval a oblast cca. 6 x 10 km ve vnitřní části Berlína. Nebyly brány v potaz více-proudé silnice s vyššími povolenými rychlostmi. Oba výstupy rychlostí mají shodné charakteristiky, kde je patrné, že nejnižší rychlosti (během ranní i odpolední dopravní špičky) byly identifikovány v době nejvyšších dopravních intenzit. Z obrázku je dále patrné, že absolutní hodnoty rychlostí mají rozdílné hodnoty (indukční smyčky mají o cca. 50% vyšší rychlost než data z FCD). To je způsobeno tím, že většina indukčních smyček je umístěných mimo světelně řízené křižovatky, proto hodnoty z nich získané v sobě nezahrnují čas ztracený čekáním na křižovatkách. V porovnání s tím, data z FCD jsou získána na základě skutečné rychlosti během cesty, jenž v sobě zahrnuje i časy čekání v kolonách.

Pilotního ověřování se v Berlíně zúčastnilo 200 vozidel taxi služby, jež poskytovaly data v průměru každých 30 sekund pomocí digitální rádiové sítě do řídicího dispečinku. Výstupy projektu potvrdily, že FCD data mohou sloužit jako další zdroj sběru dopravních informací, převážně pak slouží k identifikaci rychlostí a detekci dopravních kolon v městském prostředí. Během pilotního ověřování došlo k porovnání hodnot rychlostí vozidel získaných z FCD systému a z konvenčních dopravních detektorů (indukčních smyček) a výstupem je doporučení integrace všech získaných dat do jednotného systému. V místech, kde nejsou k dispozici konvenční detektory, je možno využít data pouze z FCD systémů za předpokladu optimalizace výstupů.

2.1.8 FADC projekt, EU / Indie

Projekt zaměřený na sběr dat z automobilů (Floating Automotive Data Collection - FADC) byl proveden za podpory programu EU- Asie Informační technologie a komunikace (IT&C).

Tento projekt zahrnoval účast tří partnerů, VITO (Flámský institut pro technologický výzkum) z Belgie, Univerzita Udine v Itálii a NETPEM (Síť pro preventivní management životního prostředí) z Indie.

Cílem projektu bylo poskytování informací a nástroje pro podporu Asijské SME pro optimalizaci dopravního managementu od zdroje cesty do jejího cíle a tím minimalizaci spotřeby pohonných hmot a negativních vlivů na životní prostředí. Přímé výstupy byly poskytnuty pro optimalizaci dopravní cesty a automatické detekce dopravních kongescí.

Hlavní aktivity tohoto projektu spočívaly v kalibraci funkcí fleetového managementu v mobilních zařízeních a zabudovaných jednotkách splňujících požadavky indického trhu. Testované aktivity zahrnovaly dynamický sběr dopravních FCD dat, kvantifikace spotřeby paliva a emise související se stavem dopravy.

2.1.9 Dmotion, Německo

Výzkumný projekt Dmotion se zaměřoval na kompletní strategii dopravního řízení pro krajské a lokální úřady, jako pro soukromé poskytovatele služeb. FCD data zde poskytují efektivní nástroj pro ohodnocování rychlosti a stavu dopravy. V rámci projektu byly porovnávány dostupnost a kvalita FCD dat poskytovaných vozidly taxi služby a městské hromadné dopravy. Dále FCD informace o rychlosti získané z vozidel taxi služby byly porovnávány s nezávislým měřením rychlosti a rovněž byl vyvinut model integrující FCD data z vozidel hromadné dopravy do systému detekce stavu dopravy.

Hlavním cílem tohoto projektu bylo vytvořit konsistentní a kompletní zprávu o dopravních podmínkách v oblasti Düsseldorfu, kde všechny dostupné metody pro zjištění těchto podmínek byly ohodnocovány jako např. dopravní model založen na indukčních smyčkách v blízkosti světelných signalizačních zařízení či na analýzách FCD dat. Metody pro integraci jednotlivých datových podkladů byly použity z důvodu udržení konzistentního pohledu na posuzovanou silniční síť. Informace o reálných dopravních situacích jsou zobrazována na proměnných informačních tabulích v blízkosti pozemních komunikací nebo pomocí internetu a v neposlední řadě pro navigační jednotky.

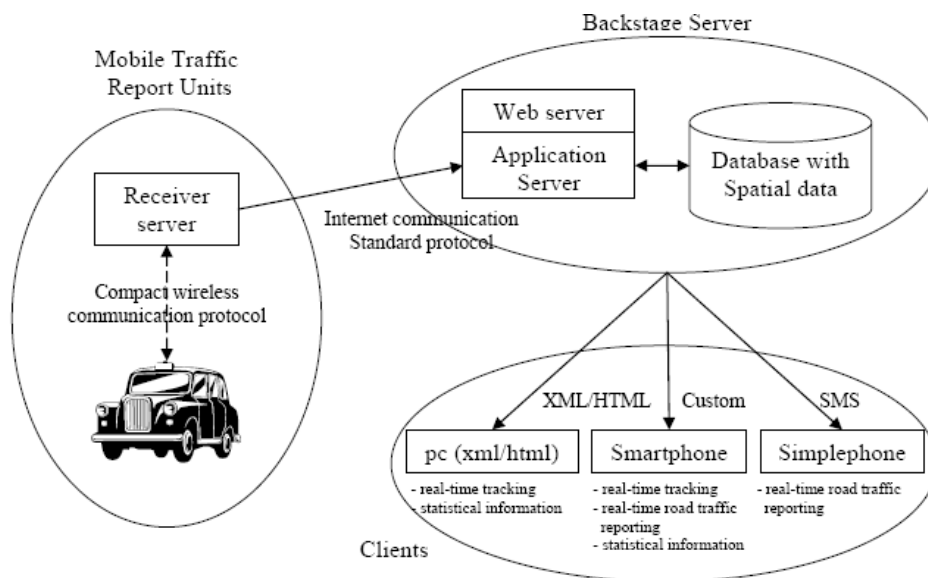
2.1.10 REMOTE projekt, Dánsko

Projekt REMOTE (13), (14) byl součástí evropského programu TEMPO a jeho účelem byla identifikace vhodnosti použití FCD dat jako alternativních zdrojů dat ke konvenčním způsobům monitorování dopravy. Obzvláště pak k využití dat pro obojí automatickou i manuální detekci dopravních kolon. Automatická detekce je založena na analýzách GPS dat z taxi vozidel. Manuální detekce je založena na zprávách získaných od řidičů taxi vozidel informujících o dopravních kongescích za použití nového zařízení instalovaného do vozidel. Tyto zařízení byly vyvinuty v rámci tohoto projektu a je zobrazeno na obrázku níže.



Obrázek 30 Zařízení pro manuální hlášení dopravních kolon

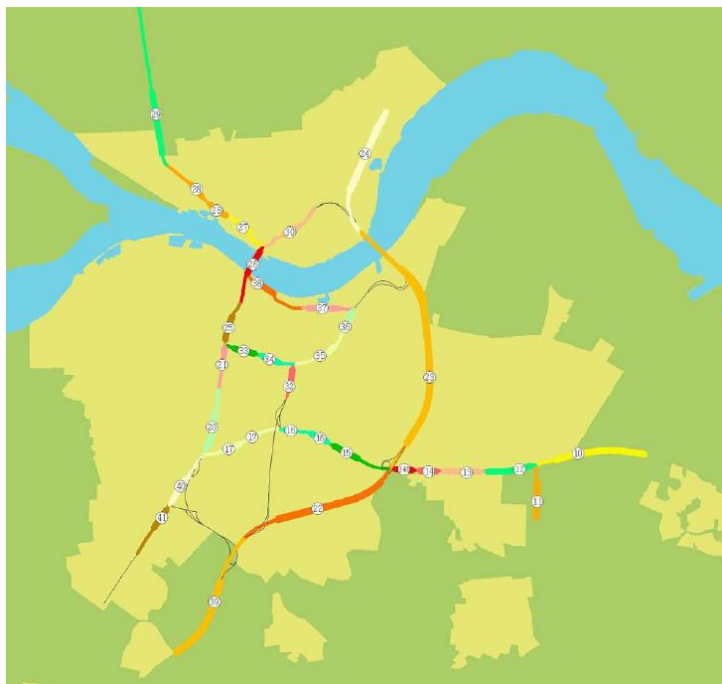
Celý systém se skládal z vozidlové jednotky shodné pro automatickou i manuální detekci polohy a identifikace dopravních kolon, dále pak z „back office“ databáze, jež shromažďovala všechna data z vozidel. Pro komunikaci mezi vozidly taxi a databází bylo využito bezdrátového komunikačního protokolu. Pilotní ověřování probíhalo v průběhu jednoho měsíce za účasti 10 vozidel taxi služby a potvrdilo, že navržený systém je provozuschopný a telekomunikační náklady jsou poměrně nízké (33 Euro / taxi za rok). Obrázek 31 znázorňuje systémovou architekturu navrženého projektu. Pilotní ověřování probíhalo v regionu města Alborg v Dánsku v březnu 2004.



Obrázek 31 Systémová architektura projektu REMOTE

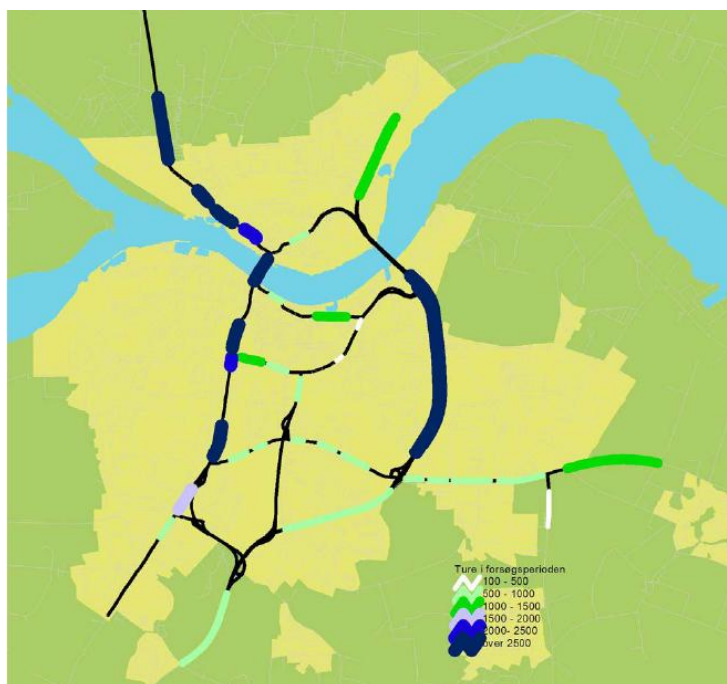
Členové konsorcia tohoto projektu byly dvě soukromé společnosti a dvě výzkumné instituce z Aalborg Univerzity. Společnost M-tec vyvinula zařízení, jež bylo instalováno do vozidel taxi služby a společnost Euman byla zodpovědná za uchování a analýzy FCD dat.

Pilotní ověřování probíhalo na hlavních, předem určených komunikacích ve městě Alborg, přičemž použitá silniční síť je znázorněna na následujícím obrázku, kde úseky podléhající pilotnímu ověřování jsou tučně barevně zvýrazněny. Obrázek dále ukazuje hranice města (zelená barva) a záliv je znázorněn modře.



Obrázek 32 Silniční síť s měřicími úseky komunikací, na kterých probíhalo FCD pilotní ověřování

Výstupy projektu ukázaly, že během pilotního ověřování nedošlo k výpadkům / chybám softwaru či hardwaru. Bylo odesláno a přijato 465 000 zpráv a tyto tvořily základ pro automatickou detekci kolon. Rozptyl automaticky poslaných zpráv z jednoho vozidla byl v rozsahu 4 787 až 66 489 jednotek a počet manuálně ohlášených kolon byl 176, kde skutečný počet kolon byl pouze 151. Po zakončení fyzického testování byly všechny automaticky vygenerované FCD data přiřazeny k silniční síti na mapových GIS podkladech, kde z 465 000 zpráv bylo 131 501 zpráv na nadefinované silniční síti, jak je znázorněno na obrázku níže.



Obrázek 33 Zprávy, jež byly identifikovány na sledované silniční síti

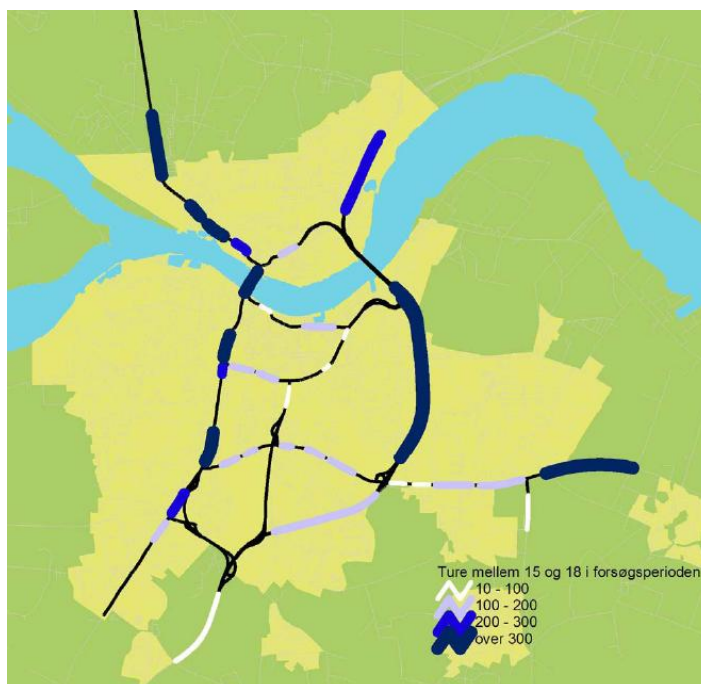
Na obrázku výše je patrné, že je větší poptávka po pohybu taxi vozidel (jež byly součástí pilotního ověřování) ze severu na jih, za využití jediných dvou mostů překračujících záliv, než

pohyb z východu na západ. Modře zvýrazněné úseky indikují počty zpráv získaných z testovacích vozidel a tím pádem také určují stav dopravy. Čím více počtů zpráv v jednom úseku, tím menší cestovní rychlost a tím delší dopravní kolona / zdržení.



Obrázek 34 Ranní špičková hodina během pracovních dní v rozmezí 7.00 –10.00

Obrázek výše znázorňuje pohyb vozidel taxi služby v ranní dopravní špičce, kde opět modrá barva na lincích znázorňuje počet zpráv získaných z vozidel. Z porovnání průměrných denních hodnot a ranní špičky lze konstatovat, že ranní špička koresponduje s celodenním průměrem, kde výskyt dopravních kolon je téměř identický. Odpolední dopravní špička ukazuje, že většina dopravní poptávky (a současně dopravních kolon) je v severně-j jižním směru ale také zcela neočekávaně ve východně-západním směru.



Obrázek 35 Odpolední dopravní špička v pracovních dnech mezi 15.00 – 18.00 hodinou

Všeobecné závěry pilotního ověřování je možno shrnout do následujících bodů:

- Deset použitých vozidel je příliš málo k možnosti identifikace dopravních kolon v reálném čase na sledované dopravní síti. Díky tomu nebylo možno testovat algoritmus detekce kolon využívající reálná dopravní data, přesto automaticky generována FCD data je možno využít pro statistické účely, kde je možno identifikovat místa častých dopravních kolon.
- Manuální detekce dopravních kolon fungovala celkem spolehlivě, přesto ale došlo k hlášení neexistující dopravních kolon řidiči taxi vozidel a dále pak většina řidičů neohlásila konec kolony.
- Pilotní ověřování potvrdilo provozovatelům taxi služeb, že je možno posílat zprávy z taxi vozidel (poloha a rychlost) každých 5 sekund za poplatek pouhých 33 Euro za rok.
- FCD data jsou velice zajímavým zdrojem aktuálních dopravních dat, převážně cestovních časů a detekce dopravních kolon.
- FCD systém je možno nadefinovat jako funkční a levné řešení, jenž je alternativní ke konvenčním způsobům získávání dopravních dat.
- Nutnost větší penetrace vybavených vozidel pro účely identifikace kongescí a současně integrace s dalšími zdroji dat např. FCD z mobilních telefonů a data z konvenčních zdrojů dat.

2.1.11 SINERGIT projekt, Toulouse Francie

Cílem tohoto projektu (15) je vývoj a demonstrace kooperativních informačních systémů zahrnujících městské i meziměstské komunikace. Tento systém si klade za cíl optimalizovat dopravní řízení a poskytování reálných informací o dopravní situaci všem řidičům používající nejmodernější navigační přístroje.

Aplikace využívá tří rozdílných zdrojů dat, která jsou centralizována na serveru. První jsou data ze současných systémů monitorování dopravy např. indukční smyčky měřící intenzitu a rychlost dopravního proudu. Tyto monitorovací systémy jsou ve vlastnictví a správě státního sektoru.

Druhá jsou data poskytovaná Telekomunikačními operátory, jež lokalizují pohyb mobilních telefonů. Pohyb mobilních telefonů je detekován a ukládán při změně pozice a tato informace může být použita k anonymnímu monitorování pohybu mobilního čísla poskytujícího intenzity dopravy a cestovní časy.

Třetím zdrojem dat jsou data z personálních navigačních přístrojů „PND“ (personal navigation device), smartphones nebo PDA podporující příjem GNSS signálu. Tato spolu s komunikačním modulem umožňuje poskytování FCD informací o průměrné rychlosti dopravního proudu a využívají se k ohodnocování celkových dopravních podmínek. V závislosti na použitém zařízení je možné dosáhnout různé úrovně kvality identifikace polohy.

Role centrálního systému je integrace všech tří zdrojů dat, využívající integrační modely a analyzující nejlepší dopravní informace (na základě nedefinovaných kvalitativních kritérií), jež jsou posléze zasílány v reálném čase všem řidičům. „Back office“ centrálního systému umožňuje také statistické analýzy dopravy.

SINERGIT platforma je zacílena na optimalizaci dodávaných dat z různých zdrojů, jejich transformaci do dopravních informací a distribuci koncovým uživatelům. Celý systém se skládá z následujících fyzických komponent:

- FCD a XFCD (GPS a GSM lokalizace polohy)

- Centrální server
- Externí služby (příjem dat ze státní správy, jedná se o data z 1338 konvenčních detektorů umístěných na pozemních komunikacích)
- Informační a navigační zařízení a služby (informují řidiče o stavu dopravy)

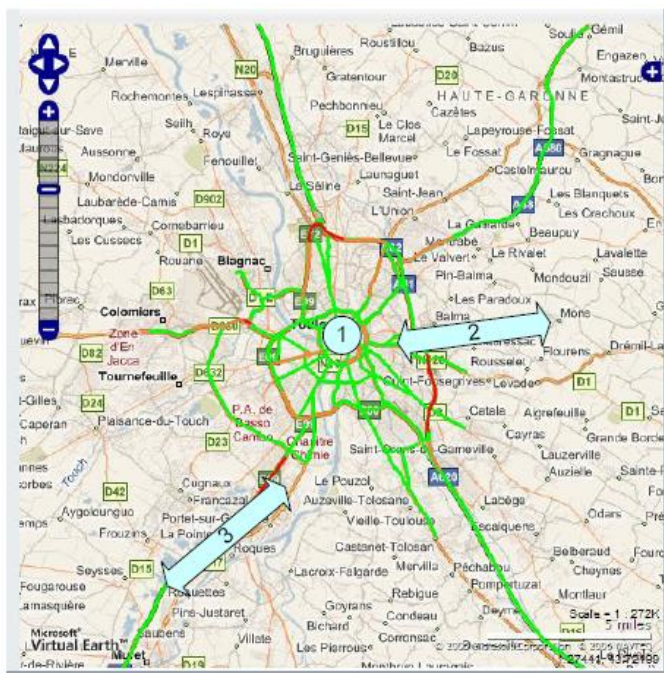


Obrázek 36 Propojení jednotlivých částí projektu SINERGIT

Celý systém pracuje ve třech krocích, jež se opakují v 6 minutových intervalech, kde:

- v prvním kroku dojde k přijmutí dat, jejich filtraci a odstranění nekvalitních / neúplných dat (např. rychlost je příliš malá nebo naopak příliš vysoká atd.),
- ve druhém kroku dojde k sjednocení dat do jednotného formátu, kde hlavním parametrem je cestovní čas na nadefinovaném úseku,
- a v posledním kroku dochází k integraci různých hodnot jízdních časů na jednom úseku a vyhodnocením nejvhodnější hodnoty odpovídající nadefinovaným kritériím. V úsecích, kde nejsou dostupná reálná data, se využívá dopravního modelu, jež dopočítává jízdní doby na daném úseku v závislosti na aktuální situaci na sousedních úsecích.

Finální výstupy jsou zobrazovány na GIS mapovém podkladu a jsou dostupné na webové aplikaci.



Obrázek 37 Výstupy projektu SINERGIT

Obrázek 37 ukazuje výstupy projektu SINERGIT, kde jsou na mapovém podkladu viditelné dopravní informace dostupné pro městské, příměstské a meziměstské silnice.

Výstupy projektu potvrdily využitelnost FCD a XFCD dat pro účely identifikace jízdních časů na rozsáhlejší dopravní síti, jenž není vybavena konvenčními detektory, a integraci těchto dat s daty z dopravních detektorů umístěných podél již sledovaných dopravních cest. Výstupem projektu nebyla koncová služba uživatelům, ale testování a integrace existujících dat s novými FCD / XFCD daty a vytvoření informací o sjízdnosti komunikací na informačním serveru. Výstupy použitelné pro koncové uživatele jsou na mapovém rozhraní, kde je patrný stupeň zatížení (použité 3 stupně, volná doprava – zeleně, větší hustota – oranžově a dopravní kolony – červeně). Dalším výstupem projektu je poskytování statistických dat pro státní správu a samosprávu (Toulouse magistrát, ASF – dálniční provozovatel atd.) jenž mohou na jejich základě analyzovat poptávku po dopravní síti, dopady jízdních časů v místech uzavírek, plánování nových tras městské hromadné dopravy atd.

2.1.12 PUMAS projekt, Rouen Francie

Tento projekt obsahuje vývoj a analýzy serverové aplikace sbírající a poskytující reálné informace o cestovních časech uživateli FCD vybavených vozidel v oblasti regionu Rouen. Hlavním cílem projektu je poskytování integrovaných, flexibilních a ekonomicky přijatelných řešení pro management cestovních časů pro státní správu a uživatelské informace o dopravní síti. Výstupy projektu by měly podpořit efektivnější dopravní řízení a management ve městech, snížení investičních a provozních nákladů spojených se sběrem a distribucí reálných dopravních informací.

2.1.13 FCD pilotní testování, Řím Itálie 2008

Soukromá společnost OCTO Telematics (16), poskytuje reálná data o rychlosti a počty vozidel na italských dálnicích a ve vybraných městských aglomeracích. Dopravní data jsou poskytována jednou z největších FCD uživatelských skupin v Evropě, kde je více než 1.000.000 uživatelů vybavených anonymním sledováním vozidel pomocí GPS. Toto činí 3 procenta ze všech registrovaných vozidel v Itálii. Cestovní rychlost vozidla je počítána na

základě GPS signálu ve 3 minutových intervalech (24 hodin, 7 dní v týdnu) a tyto data jsou zasílána do řídicího centra.

OCTO Telematics vyvinulo systém Pokročilý dopravně informační systém (Advanced Traveler Information System - ATIS) a Pokročilý dopravně řídicí systém (Advanced traffic management system – ATMS) pro větší geografické oblasti, jež spoléhají na schopnosti identifikovat a predikovat (v krátkém čase – kratším než 1 hodinu) aktuální dopravní situaci na celé sledované síti. V tomto případě je nejhodnější použití FD dat založených na GPS lokalizaci polohy, jež je považována za spolehlivou a finančně dostupnou cestu, jak získat aktuální dopravní informace z větší geografické oblasti.

Data získaná z FCD vozidel jsou také použitelná pro navigační systémy (TomTom and Garmin) a pomáhají také při plánování jízdní trasy. Toto napomáhá koncovým uživatelům ke snížení cestovních časů, úspoře energií a financí. Tyto aplikace jsou v plném provozu a osvědčují se jako velice užitečné a to především díky vysokému počtu uživatelů.

Vozidlová jednotka používaná OCTO Telematics se skládá z GPS přijímače, GPRS modulu, tříosého akcelerometru, baterie, paměti, procesoru a RAM, to vše integrováno do krabičky velikosti 13.5 x 8.5 x 3 cm.

OCTO Telematics pracují denně s velkými objemy dat, kde je zpracováváno více než 20 milionů údajů získaných z FCD vozidel.

Vozidlová jednotka ukládá GPS informace (polohu, směr, rychlost a kvalitu) a v pravidelných intervalech je posílá (v závislosti na dotazu nebo automaticky) nashromážděné informace to centrálního datového systému. Vysílání dat se zpravidla děje každých 100 km nebo každých 12 minut, pokud vybavené vozidlo používá nadefinovanou dopravní cestu (dálnici, přejezdy center měst atd.) Díky velkému množství reálných dat získaných jako profily uživatelů pro účely pojištění a velké penetraci uživatelů, je možno poskytovat vybrané ITS aplikace, kde jednou nich je systém FCD fungující na větší geografické rozloze, nebo nová, zlepšená metoda identifikace zdrojů a cílů cest, elektronické mýtné a systémy, detekce dopravních kolon a ohodnocování negativních vlivů na životní prostředí v reálném čase.

Nejvíce úspěšnou ITS aplikací je FCD systém fungující na větší geografické rozloze v Itálii, kde Centrální datový systém monitoruje a získává data z vozidel za účelem identifikace rychlosti na daném úseku a identifikace cestovních časů. Tyto se následně zobrazují na webovém rozhraní, kde rychlost je zobrazována v 6 kategoriích za obnovy dat každé 3 minuty, 24 hodin denně, 7 dní v týdnu.



Obrázek 38 Příklad výstupu FCD reálných dat

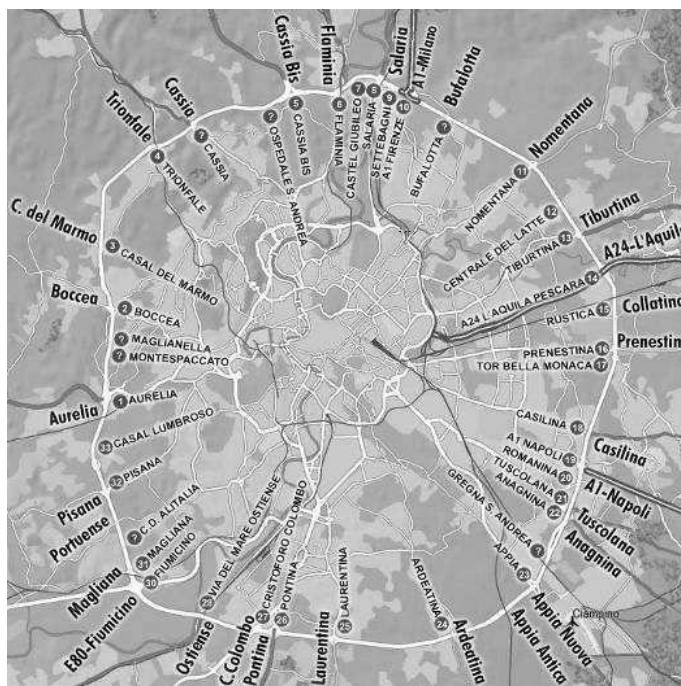
Obrázek 38 ukazuje příklad výstupu FCD reálných dat, jedná se o webové rozhraní znázorňující okruh kolem Říma, kde jsou patrné aktuální rychlosti v jednotlivých úsecích (znázorněny graficky)

Získané rychlosti v km/h jsou poskytovány v reálném čase poskytovatelům služeb (rádia, televize atd.) a dále pak provozovatelům pozemních komunikací.

Rychlost dopravního toku je v současné době monitorována na více než 6.000 Km dlouhé dopravní síti (dálnice, silnice a vybraná města) za pomoci speciálního algoritmu, jenž se skládá z přiřazení GPS polohy na digitální mapu a sledování pohybu mezi jednotlivými body (průměrná cestovní rychlost na daném úseku)

Tento algoritmus byl kalibrován a testován na pilotním ověřování za spolupráce Autostrade per l'Italia Spa (vedoucí společnost provozující soukromé dálnice v Itálii s více než 2.854 km dálnic) a ANAS (národní dálniční ředitelství v Itálii), jež podporovaly tento testovací provoz na dálniční síti. Výstupy tohoto testování ukázaly, že přesnost algoritmu a celého systému je přes 90% na celé síti, v porovnání s výstupy konvenčních automatických detektorů a tato přesnost se ještě zvýší, v případě zvýšení počtu vybavených vozidel.

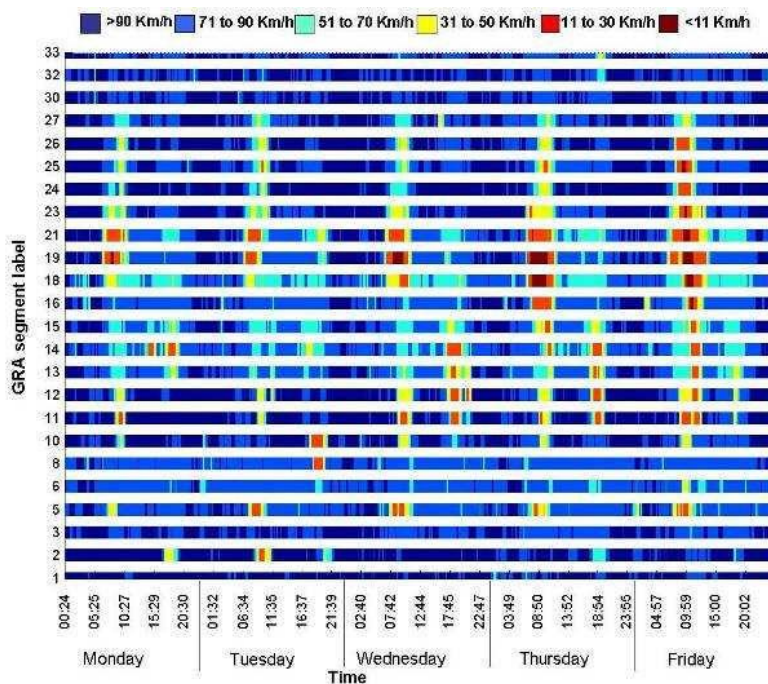
Další pilotní ověřování proběhlo na okruhu kolem Říma, kde se projekt zaměřil na predikci rychlosti na tomto okruhu v závislosti na historických datech poskytnutých FCD systémem. Během tohoto projektu došlo k agregaci dopravních rychlostí do 3 minutových interval (480 hodnot na úseku za den) na celém městském okruhu od Ledna do Dubna 2008. Během testovacího provozu bylo zjištěno, že penetrace vybavených vozidel na tomto okruhu je 2,4%, což je prokazatelně více než je národní průměr. Městský okruh je dálničního typu s 6 jízdními pruhy na 97% jeho délky (celková délka je 68,2km)



Obrázek 39 Ukazuje městský okruh dálničního typu kolem Říma

Městský okruh má celkem 33 křižovek a je hlavní městskou spojkou s vysokými intenzitami dopravy a častými dopravními kolonami způsobující velké časové ztráty. Nejčastěji přetíženou částí je úsek mezi křižovatkami 13 až 26 kdy během pracovního dne zde projede 15.000 vozidel vybavených FCD systémem jenž urazí v průměru 10 km. Během dopravní špičkové hodiny se na okruhu vyskytuje kolem 2000 vybavených vozidel.

Obrázek níže uvádí rychlosti detekovány FCD systémem v pěti denim interval seskupených do 6-ti tříd pro každý sledovaný úsek, kde na ose x se nachází 3 minutový interval pro celých pět dní a na ose y jsou jednotlivé mezi-křižovatkové úseky.



Obrázek 40 Znázorňuje časoprostorové cestovní rychlosti na městském okruhu

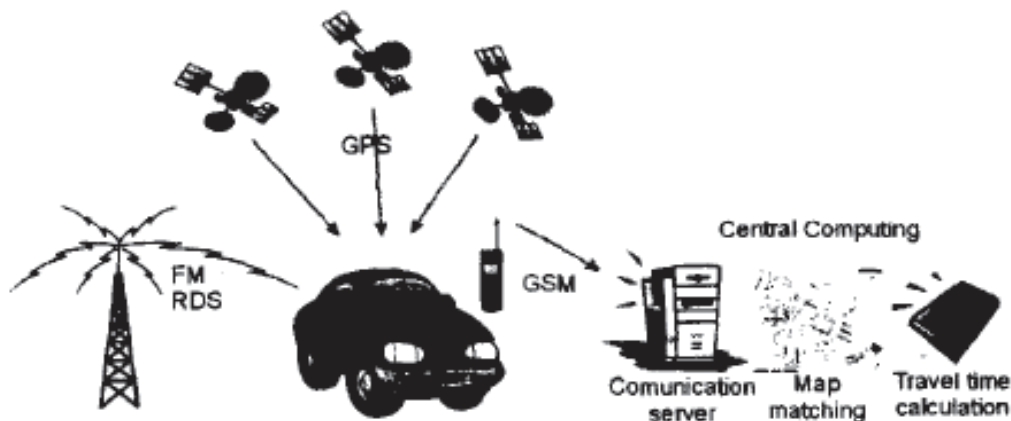
Za použití této techniky je možno z grafu vidět ranní dopravní špička (znázorněno červeně) se vznikem, průběhem a ukončením dopravní kolony.

Výstupy pilotního ověřování potvrdily, že FCD data jsou velice užitečným zdrojem dat použitelných pro okamžitou identifikaci dopravní kolony, určení jízdních časů a krátkodobé predikce dopravních podmínek na sledovaných komunikacích. Podmínkou je vyšší penetrace vybavených vozidel, jež umožní cenově efektivní sběr dat, zvláště pak, že hlavním cílem takto vybavených vozidel jsou služby spojené s pojištěním vozidel. Systém vyvinutý OCTO Telematics je dynamicky se rozrůstající o nové vozidla, kdy v současné době je pokrytí kolem 1.7% soukromě vlastněných vozidel s predikcí 3% do konce roku 2010. Systém FCD pracuje na GPS lokalizaci a GSM přenosu dat v 3 minutovém intervalu, kde se identifikuje rychlost na sledovaných úsecích s 90% přesností.

2.1.14 PRELUDE pilotní projekt, Rotterdam Holandsko 1998 – 1999

Prelude pilotní projekt (17) byl součástí většího projektu 'Roads towards the future' financovaným holandským ministerstvem dopravy a probíhal v letech 1998 – 1999, kde bylo využito síť města Rotterdam a hlavních komunikací vedoucích do města.

Limitovaný počet 60 vozidel bylo vybaveno vozidlovými jednotkami s GPS a GSM moduly, kde GPS korekční signál byl použit pomocí FM RDS. Pozice vozidla byla identifikována každých 10 sekund pomocí GPS signálu a odesílána každých 5 minut pomocí GSM sítě do centrální stanice. Toto nastavení vyplynulo z úvodních analýz, definujících minimální přesnost, jež byla v souladu s parametry systému. Centrální systém byl tvořen komunikačním serverem a FCD počítačem, kde hlavní funkcí FCD počítače bylo přiřazení identifikované polohy vozidla na mapový podklad a výpočty cestovních časů.



Obrázek 41 Princip fungování FCD pilotního ověřování v PRELUDE projektu

Pro vizualizaci a předvádění výstupů projektu byl vyvinut systém, jenž umožňuje zobrazení v GIS aplikacích a dále pak byl demonstrován komunikační protokol DATEX, jenž spojil server s existujícím dopravně informačním centrem. Speciální důraz byl kladen na soukromí poskytovatelů dat, a proto veškerá komunikace s vozidly byla naprosto anonymní. Toho bylo zaručeno náhodným generováním identifikačního kódu vozidla.

Projektu se zúčastnilo konsorcium firem PEEK Traffic, ARS Traffic and transport technology, KPN and Hague Consulting Group a celý projekt vedlo Meetkundige dienst.

Výstupy projektu byly analyzovány na základě sběru a zpracování velkého množství dat, kde hlavními cíly byla identifikace:

- přesnosti FCD systému,

- charakteristika sběru dat,
- užitná hodnota pro uživatele.

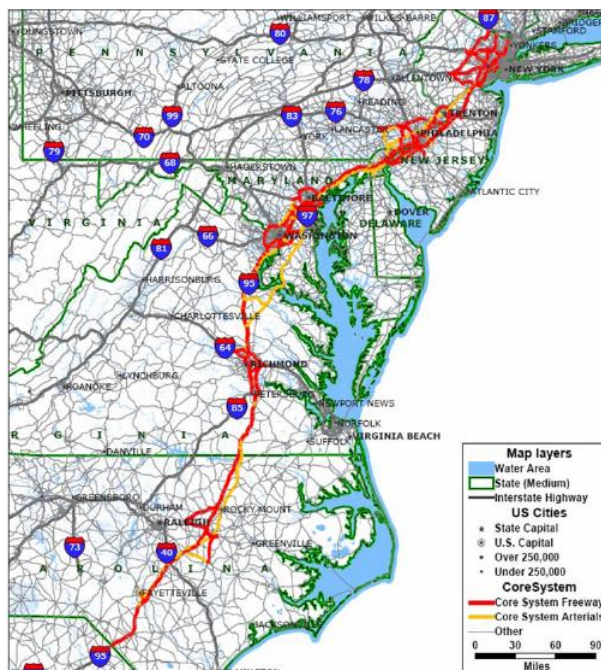
Pro účely ohodnocení prvních dvou parametrů bylo monitorováno 5 vozidel, jenž provedly kontrolované jízdy na 4 různých kruhových trasách a nasbíraly data odpovídající 120 hodinám. Na těchto trasách byly předem nadefinované úseky, jež byly snadno rozpoznatelné spolujezdcí, kteří prováděli manuální měření doby jízdy. Tyto výsledky byly porovnávány s daty automaticky získanými z FCD systému. V průběhu testů bylo identifikováno, že přesnost GPS s diferenciálním upřesněním byla v průměru 6 metrů a při vypnutí diferenciálního GPS byla přesnost 11 metrů. Toto vedlo k průměrné chybě jízdních časů identifikovaných pomocí FCD o 1% v porovnání s ručním měřením. (Tento závěr je postaven pouze na sledování konkrétního vzorku vozidel, kde tento vzorek byl příliš malý k identifikaci průměrné jízdní doby na daném úseku). Dále bylo identifikováno, že na sledovaných úsecích byly FCD data dostupná z 85% a proto velká pozornost musí být upřena na integraci těchto dílčích (sledovaných) úseků do větších celků. Hlavní příčinou nedostupnosti FCD dat na sledovaných úsecích byla GSM komunikace, kde během testovacího provozu došlo přibližně ve 40 procentech k opětovné komunikaci z důvodu nenavázání spojení na první pokus. Během demonstrace výstupů projektu byl proveden dotazník návštěvníků během návštěvního dne, kde se zjišťovalo, jak veřejnost bude vnímat nová data / informace získaná během FCD trialu. Na základě dotazníku (79 osob odpovědělo) bylo zjištěno, že znalost aktuálních jízdních časů pozitivně ovlivňuje čas odjezdu tak, aby se řidiči vyhnuli problémové době, a dále pak ovlivňuje volbu dopravního prostředku. Největší využití mají aktuální informace o jízdních dobách během jízdy, kdy 88% dotázaných by zvolilo alternativní (časově kratší) trasu.

Na základě výstupů tohoto projektu je možno konstatovat, že FCD data mají pozitivní vliv na chování řidičů a tudíž mají velkou budoucnost. Na druhé straně k tomu, aby bylo možno dosáhnout dobrého geografického a časového pokrytí bude zapotřebí větší penetrace vybavených vozidel. Očekává se penetrace kolem 10%, jenž umožní kvalitní pokrytí FCD daty. Dosažení této penetrace bude ale investičně (počty vozidlových jednotek) a provozně (telekomunikační služby) poměrně nákladné. Z tohoto důvodu bude snaha integrovat data z existujících dopravních detektorů a FCD data do jedné databáze a modulů poskytujícím dopravě informace.

2.2 Mimoevropské projekty s implementací FCD

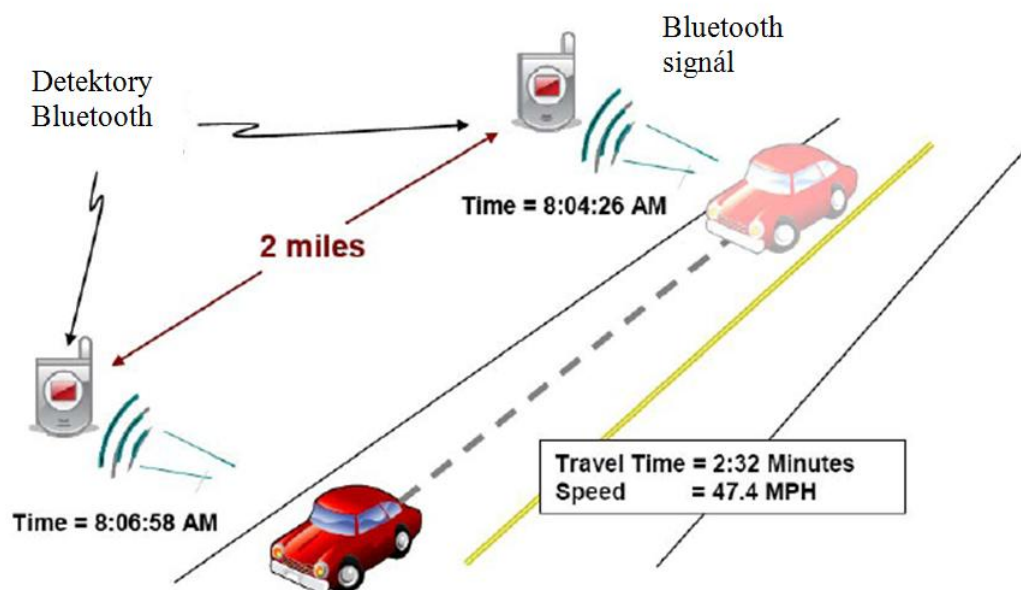
2.2.1 I-95 Testovací provoz, testování INRIX Dat, USA 2008

I-95 (18) je název asociace zahrnující oba soukromý i státní sektor a dále pak akademickou sféru zaměřující se na ohodnocování jízdních časů v reálném čase a rychlostí na úseku dálnice dlouhém 1500 km dálnic a 1000 km hlavních silnic v okolí New Jersey, Pennsylvania, Delaware, Maryland, Virginia a Severní Karolína, jak je patrné z obrázku níže. Projekt INRIX byl započat v roce 2008, kde úvodní data byla poskytována z vozidel v období června – října.



Obrázek 42 Pokrytí sledované oblasti pilotního ověřování projektu INRIX

Hlavním zdrojem INRIX dat jsou vozidla vybavená GPS jednotkou, dále pak data z konvenčních dopravních detektorů umístěných na pozemních komunikacích sledované dopravní sítě. Vyhodnocování INRIX dat bylo provedeno Univerzitou v Merilendu porovnáním dat získaných z vozidel a z konvenčních detektorů na úseku 92 mil dlouhého úseku dálnic. FCD data jsou založena na principu sběru polohových informací a rychlostí z GPS signálu, s tím že vozidlo jedoucí v dopravním proudu tím dokáže popsat chování celého dopravního proudu. Tento standardní systém nebyl využit v tomto projektu. K identifikaci polohy vozidla bylo využito anonymního sběru Bluetooth signálu (mobilních telefonů, PDA, PC atd.) jež projížděla nadefinovanými kontrolními body. Během testů bylo identifikováno, že touto metodou je možno identifikovat až 5% projíždějících vozidel, čímž se tato použitá technologie ukázala jako cenově přijatelná s velice pozitivními výstupy detekce vozidel. Na obrázku níže je znázorněno schéma principu lokalizace polohy vozidel za využití Bluetooth technologií použitých v tomto pilotním ověřování.



Obrázek 43 Lokalizaci vozidel pomocí Bluetooth technologie

Díky tomu, že Bluetooth technologie byla použita v tomto případě poprvé, byl projekt zaměřen také na validaci přesnosti, spolehlivosti a dostupnosti bluetooth dat. Porovnání bylo provedeno s GFCD systémem a výstupy potvrdily využitelnost Bluetooth technologie pro určování polohy vozidel a jsou využitelné pro měření jízdních časů.

INRIX systém vykazuje chybu identifikace absolutní rychlosti menší než 10 mil / hod a chybu relativní rychlosti méně než 5 mil / hodinu. Dále pak systém dokáže efektivně identifikovat kritické místo (se vznikající dopravní kolonou) jenž je nadefinováno klesnutím rychlosti pod 40 mil / hodinu na déle než 15 minut. Výstupy dále identifikují, že hustota GFCD dat použitých v INRIX GPS projektu stále roste a tím zlepšují přesnost predikce dojezdových časů. GFCD data by neměly být považovány za hlavní zdroj dopravních dat nahrazující konvenční detektory dopravy, kombinace všech zdrojů dat je schopna dosáhnout největší přesnosti.

2.2.2 Traffic Sense system pilotní ověřování, Kansas City (Missouri) USA, 2006

V roce 2006 byla podepsána smlouva mezi Magistrátem Kansas City a firmou Cellring, jenž měla za úkol provést pilotní ověřování nové technologie sběru dat pomocí FCD systému (19) a porovnat je s existujícími dopravními detektory využívanými pro řízení městské dopravy. Reálná data jenž byla porovnávána v tomto projektu byla rychlost a identifikace zpomalení jízdy (pokles rychlosti o 10 mil/hodinu během doby kratší než 10 mph v případech kde byla rychlost minimálně 50 mil / hodinu) na vybraných komunikacích ve městě. V Kansas City byly umístěny konvenční dopravní detektory na 70 mil dlouhém úseku dálnice za cenu \$15 miliónů, kde využití FCD dat je považováno za podstatně levnější (investice v řádech nižší) aplikací, jež dokáže pokrýt mnohem větší geografickou oblast. Několik analýz bylo provedeno během tohoto projektu, kdy byla zjištěna vysoká závislost mezi GFCD daty a daty získanými z konvenčních detektorů. Např. průměrná doba zpoždění detekce zpomalujících vozidel u Traffic Sense systému v porovnání se silničními senzory měřícími na jednotlivých profilech jsou 4 minuty. Dále pak průměrný rozdíl mezi systémem měřícím rychlost v profilu komunikace je méně než 5 mil / hod.

Výstupy projektu potvrdily využitelnost GFCD dat pro monitorování aktuálního stavu dopravy, kdy tento projekt byl prvním v USA porovnávajícím data mezi GFCD a konvenčními detektory a ohodnocovaný nezávislou institucí. Další podobné projekty řešené v USA jsou uvedeny v tabulce níže.

Geographic coverage	Provider	Client	Status
Hampton Roads, Virginia	AirSage	Virginia DOT	Pilot test
Interstate 75 (I-75) between Atlanta and Macon, Georgia	AirSage	Georgia DOT	Pilot test
State Route (SR) 400 in Atlanta	Cellint	GDOT	Deployment
Tampa, Florida	IntelliOne	Not Applicable	Pilot test
Baltimore, Maryland	ITIS Holding	Maryland DOT	Pilot test
Missouri (Statewide)	ITIS Holding	Missouri DOT	Deployment
Kansas City, Kansas	Cellint	Kansas DOT	Deployment
Kansas City, Kansas	AirSage	Traffic.com (for the Utah DOT)	Deployment (currently in testing)
Salt Lake City, Utah	AirSage	Minnesota DOT	Pilot test
Interstate 94 (I-94) between Milwaukee and Madison, Wisconsin	AirSage	Wisconsin DOT	Deployment

Tabulka 3 Přehled GFCD projektů zaměřených na řízení dopravy a poskytování dopravních informací

2.2.3 Ohodnocování FCD dat na městské silniční síti, Beijing, Čína 2008

Výstupem projektu byla GPS/GIS integrovaná metodologie pro městskou silniční síť. Získávání FCD dat bylo zajištěno vozidly taxi služby a informace byly kategorizovány do celkových 40 indexů. Hlavní funkce těchto indexů je generovat statistickou strukturu na dopravní síti, funkční hierarchii (statickou i dynamickou) a provozní indikace. Součástí studie bylo také vytvoření rozšiřitelné databázové aplikace, jež by mohla být aplikována jak na městské, tak také na meziměstské silniční síť. Omezení celého systému souvisí hlavně se získáním vhodných FCD vozidel poskytující vypovídající informace o výkonnosti dopravní sítě.

Soukromá společnost Real Traffic Info-Tech Co. aplikovala výstupy pilotního ověřování do reálného provozu, kde využívá FCD dat pro sběr a zpracování reálných dopravních informací v centrální části Pekingu. Systém je založen na GPS lokalizaci polohy vozidel a přenášení dat pomocí GSM do centra. Výstupy z FCD systému jsou zobrazovány na webovém rozhraní, jsou předávány pomocí call center, navigačních zařízení a informačních tabulí. Společnost informovala, že v současné době pokrývá službou více než 25 000 křižovatkových úseků, na šesti okruzích kolem města. Výstup zobrazen na PDA je znázorněn na obrázku níže.



Obrázek 44 Ukázka reálného stavu dopravy na PDA aplikaci

Obrázek 44 ukazuje reálný stav dopravy na šesti městských okruzích kolem Pekingu na PDA aplikaci, kde data jsou získávána z FCD systému a konvenčních detektorů dopravy.

Používaný systém má 80% pokrytí sledované a přesnost poskytované informace má více než 85%. Systém je dále schopen integrovat reálná data o povětrnostních podmínkách, využívá bezdrátové komunikační technologie a centrálního procesního řízení, jež zvyšuje efektivitu sběru dat.

3 Subjekty poskytujících a potenciálně možné poskytovat FCD služby a data v ČR

3.1 Metodický postup řešení

V rámci vypracování studie bylo provedeno vyhledání subjektů poskytujících i potenciálně možných poskytovat FCD, které dále byly v telefonickém průzkumu osloveny s cílem zjištění jejich přístupu k problematice FCD. Společnosti byly dotazovány, aby charakterizovali svůj současný stav a potenciál užívání, případně poskytování FCD. Zda v současné době využívají nějaký způsob sledování polohy a pohybu svých vozidel a pokud ano, tak zda někdy uvažovaly o dalším poskytnutí takto získaných dat pro využití v dalších dopravních aplikacích.

Pokud byl projeven zájem ze strany společností o tuto oblast, proběhly v rámci studie jednání, při kterých byly podrobně rozebrány možnosti poskytování dat, jež jsou diskutovány dále v kapitole 4 Posouzení vhodnosti využití aktuálně nabízených dat a služeb pro potřeby ŘSD.

3.2 Rozsah prověřených možných poskytovatelů

- Poskytovatelé a uživatelé Fleet managementu
- Logistické společnosti
- Taxi služby
- Provozovatelé hromadné dopravy
- Provozovatelé odpadového hospodářství
- Autopůjčovny
- Velké korporace a státní firmy (např. ČEZ apod.)
- Auto asistenční služby / pojišťovny atd.
- Organizace zajišťující mýtné systémy

3.3 Kontakty, které byly prověřeny pro zjištění možných poskytovatelů

Fleet management

SECAR	sledování vozidel	http://www.secar.cz/cz/home
O2 car control	správa vozidel	https://carcontrol.cz.o2.com/web/
SCANIA	správa vozidel	http://www.scania.cz/sluzby/telematika/
Hertz Lease	správa vozidel	http://www.hertzlease.cz/fleet-management.html
TANGO	sledování vozidel	http://www.lokatory.cz/kontakt/
TLV s.r.o.	sledování vozidel	http://www.gpsdozor.cz/index.htm
onisystem	sledování vozidel	http://www.onisystem.cz/default.asp
webdispecink	sledování vozidel	http://www.webdispecink.cz/
PRINCIP	sledování vozidel	http://www.princip.cz

logistické společnosti

SSL	Svaz spedice a logistiky	http://www.sslczech.cz/cz/
SCHENKER		http://www.schenker.cz/
UPS		http://www.ups.com/content/cz/cs/index.jsx?WT.svl=BrndM rk
CS Cargo		http://www.cscargo.cz/doprava/cz
Kuehne + Nagel		http://www.kn-portal.com/locations/europe/czech_republic/

ESA		www.esa.cz
autopůjčovny		
ALIMEX		http://www.autopujcovna.cz/
MAXIAUTO	mají sledování GPS	http://www.maxiauto.cz/
EUROPCAR		http://www.europcar.cz/
velké korporace, státní firmy		
Česká pošta		http://www.cpost.cz/
česká televize		
české radiokomunikace		http://www.radiokomunikace.cz/
ČEZ		www.cez.cz
asistenční služby		
ABA	(síť partnerů)	http://www.aba.cz/
ÚAMK		www.uamk.cz
Global Assistance		http://www.globalassistance.cz
SOS Assist	(pro českou pojišťovnu)	http://www.sosassist.cz/cs/
Coris assistance		http://www.coris.cz/common.php?cnt=5
Generali		http://www.generali.cz/clanky/asistencni-sluzby-generali-assistance
Europ Assiatance		http://www.europ-assistance.cz/our_services/automobile.asp

3.4 Zjištěné skutečnosti, závěry

V rámci studie bylo zjištěno, že v současné době existuje již celá řada společností, které využívají sledování svých vozidel či takové služby nabízejí. Povědomí o dalším možném využití těchto dat však zatím zůstává nízké a v rámci krátkého obecného rozhovoru se většinou nesetkalo s větším pochopením. Důvodem byla především obava z předávání citlivých dat.

Společnosti poskytující služby fleet managementu polohu a pohyb svých vozidel sledují, získaná data jsou však určena pro interní využití jejich zákazníků a proto jejich další využití neplánují a považují ho za komplikované.

Společnosti nabízející služby sledování vozidel a pokrádežové systémy se k problematice staví velmi podobně. Své služby poskytují množství jednotlivých osob i firemním vozovým parkům. K jednotlivým datům mají přístup pouze příslušní klienti a jejich předávání k použití dalším osobám tak považují za vyloučené.

Některé společnosti poskytující logistické služby potvrdily, že využívají sledování svých vozidel. Získané informace sice nejsou tak úzce vázány na klienty, ale k jejich případnému poskytování se společnosti jasně nevyjádřily. Velkou roli hraje i fakt, že ne všechny společnosti provozují vlastní vozový park.

Dalším druhem společností jsou autopůjčovny. Pokud již nějaká z nich využívá možnost sledování vozidel, tak je koncipovaná jako služba zákazníkům, čímž se vyskytne již popsáný přístup k těmto datům anebo slouží pouze jako pomůcka v prevenci proti nevracení vozidel na dané místo v dohodnutém termínu. Jiné záměry v oblasti dat ze sledování vozidel autopůjčovny nepotvrdily.

Mezi další subjekty operující s velkým množstvím vozidel se řadí asistenční služby. Jen málokterá však využívá flotilu vlastních vozidel a na aktivity najímá množství dalších subjektů, které se o provoz vozového parku starají samostatně.

Poslední skupinou jsou velké korporace, společnosti či státní firmy, které provozují vlastní rozsáhlý vozový park. O této skupině však v současné době nejsou k dispozici informace, zda při správě vozidel tyto subjekty používají jejich sledování.

Druh společnosti (příklady společností)	sledování vozidel	využití dat
Fleet management		
(SCANIA, Hertz Lease)	Sledování vozidel je využíváno pro interní potřeby firemních klientů (kniha jízd, Sherlock,...)	O dalším externím využití získaných dat s ohledem na své klienty neuvažují
Služby sledování vozidel		
(TANGO, TLV s.r.o., onisystem, webdispečink)	Informace a data sledování vozidel je určeno pouze klientům služeb.	Poskytování dat dalším subjektům je pro ně většinou z hlediska diskrétního vztahu s klienty nepřijatelné.
Logistické společnosti		
(Schenker, UPS, CS Cargo, Kuehne+Nagel, ESA)	Pokud logistické společnosti disponují vlastním vozovým parkem, není jeho sledování neobvyklým jevem.	K případnému poskytování dat se bohužel žádná oslovená společnost přímo nevyjádřila. Protože jde však o data bez přímého vztahu ke klientům, dá se předpokládat větší ochota při jednání o nich.
Autopůjčovny		
ALIMEX, Maxiauto, Eurocar	Případné sledování je zaměřeno spíše na ochranu vozidel proti krádeži či při vracení po termínu.	Nebyla zjištěna žádný náznak, že by autopůjčovny uvažovaly o poskytování dat ze sledování svých vozidel.
Asistenční služby		
ABA, ÚAMK, Global Assistance, Coris Assist,...)	Asistenční služby většinou nemají vlastní vozový park a využívají služeb smluvních dodavatelů služeb.	Pokud jednotliví dodavatelé služeb sledují pohyb svých vozidel je potřeba případné využití těchto dat řešit přímo s nimi a ne se společnostmi asistenčních služeb.
Velké korporace, státní firmy		
Česká pošta, Česká televize, České Radiokomunikace, ČEZ,...)	Je pravděpodobné, že tyto společnosti využívají sledování svého vozového parku. Nicméně v současné době nemáme informace, které by toto potvrzovaly.	

Tabulka 4 Souhrn zjištěných informací telefonického průzkumu

V rámci osobních schůzek proběhlo jednání se společnostmi Telefónica O2 Czech Republic, a.s., SECAR BOHEMIA, a.s., T-Mobile Czech Republic, a.s. a CE-Traffic, a.s., které potvrdily své působení v oblasti FCD.

Společnosti byly požádány o informace k charakteristice vozových flotil, procesu zpracování dat a byly vyzvány k zapůjčení vzorku FCD dat pro posouzení jejich vhodnosti k využití v rámci aplikací ŘSD, jenž je zpracováno v následující kapitole.

4 Posouzení vhodnosti využití aktuálně nabízených dat a služeb pro potřeby ŘSD

4.1 Metodický postup řešení

Na základě poskytnutých vzorků dat a dalších údajů jsou v této kapitole zpracovány základní charakteristiky FCD systémů. Dle těchto charakteristik je proveden expertní odhad vhodnosti využití FCD od poskytovatele pro potřeby ŘSD.

Na získaném vzorku dat společnosti Telefónica O2 Czech Republic, a.s., SECAR BOHEMIA, a.s., byla provedena statistická analýza, expertní odhad vhodnosti FCD dat je uveden v kapitole 4.2.6 Stežejní závěry z analýzy.

O poskytnutí vzorku dat od společností T-Mobile Czech Republic a.s. a CE-Traffic, a.s. proběhlo jednání, vzorek v době zpracování studie nebyl poskytnut.

4.2 FCD data Telefónica O2 Czech Republic, a.s., SECAR BOHEMIA, a.s

4.2.1 Základní informace

Společnosti Telefónica O2 Czech republic, a.s. a SECAR Bohemia, a.s. jsou na území ČR největšími poskytovateli a provozovateli monitorovací služby (O2 Car Control, SHERLOG Trace). Tato služba je založená na online načítání a přenosu GPS (WGS 84) pozice, aktuálního času, okamžité rychlosti a dalších provozních údajů načtených jednotkou ve vozidle a přenesených přes GSM/GPRS (SMS) na centrální server. V rámci ČR je takto monitorováno přibližně 33 000 vozidel, cca 3500 společností s velmi různými režimy jízdy (den/noc, místní rozvážka, dálkové trasy, osobní/nákladní vozidla). Přenášeno je cca 15 000 pozic za minutu. Zpoždění při zpracování a přenosu je maximálně 2 – 3 minuty.

Společnosti v této souvislosti vyvinuly FCD systém, který právě s primárním využitím těchto unikátních zdrojových dat značného rozsahu úspěšně vyhodnocuje dopravní situaci na vybraných (správcem definovaných) komunikacích ČR.

Zpracování v centrálním systému pro potřeby FCD probíhá v postupu:

- prostorové filtrování (jsou vybrány zájmové úseky, ke kterým se přiřazují konkrétní pozice)
- výpočet úsekových charakteristik
- publikování úsekových charakteristik (interní web aplikace, výstupní rozhraní)

Výpočet dopravních ukazatelů pro každý úsek je proveden každou 1 minutu. Úsek se nevyhodnocuje, pokud není k dispozici žádná pozice v posledních 3 minutách.

Pro časové rozložení dat v intervalu je použita lineární váhová funkce, jejíž parametry lze předat. Veškeré parametry výpočtu (četnost, rozsah, atd.), jakožto i výběr úseků, případně záměna modelové sítě, ke které jsou FCD počítána lze na přání objednatele změnit.

Data nabývají velkého objemu, v případě realizace poskytování, bude nutné zajistit vhodný způsob telekomunikačního přenosu od poskytovatelů k příjemci.

4.2.2 Charakteristiky FCD dat

Statistiky jsou provedeny pro veškerá FCD za období od 11. 4. do 11. 5. roku 2010.

Denní statistické hodnoty pro uložené dopravní situace (průměr za 30 dnů)

Počet platných dopravních situací 1 691 249

Dopravní situace je vyhodnocená doprava nad jedním úsekem v jednom směru. Pokud by v systému byla pouze jedna komunikace s jedním úsekem o jednom směru. Pak při aktuálním způsobu vyhodnocování může být až 60 platných situací za hodinu. V reálném výstupu jich mnohdy není takovýto počet, protože vyhodnocené situace nemusejí být platné (např. není dostatek pozic, či pozice jsou příliš staré nebo mají velký rozptyl).

Počet unikátních trajektorií 750 633

Každé vozidlo, pokud projede daným úsekem a zanechá tam alespoň dva body, je z nich tvořena tzv. Trajektorie. Tato trajektorie je použita v 7-10 pokusech o výpočet dopravní situace a tudíž celkový odhadnutý počet „unikátních trajektorií“ je cca 17/2. Jedno vozidlo pojíždějící v daném čase více sousedními úseky může tedy vytvořit více unikátních trajektorií (dané vozidlo může teoreticky projet daným úsekem vícekrát, a pak tedy vzniknou od daného vozidla dvě a více unikátních trajektorií v rámci jednoho úseku). Vypočtený neunikátní počet celkových trajektorií, které byly zahrnuty za dané období do výpočtu, byl 6 005 064.

Počet unikátních bodů 4 655 000

Unikátní body, ze kterých se tvoří výše uvedené trajektorie. Celkový počet bodů, který se v FCD za toto období zpracoval, byl 308 033 853.

Průměrný počet trajektorií v úseku 3.55
Počet trajektorií děleno počet situací.

Průměrný počet bodů v úseku 22.02
Počet bodů děleno počet situací.

Denní doba 00:00 - 05:59

Počet platných dopravních situací 165 792

Počet unikátních trajektorií 38 412

Počet unikátních bodů 270 457

Průměrný počet trajektorií v úseku 1.85

Průměrný počet bodů v úseku 13.05

Denní doba 06:00 - 11:59

Počet platných dopravních situací 613 122

Počet unikátních trajektorií 320 594

Počet unikátních bodů 1 965 246

Průměrný počet trajektorií v úseku 4.18

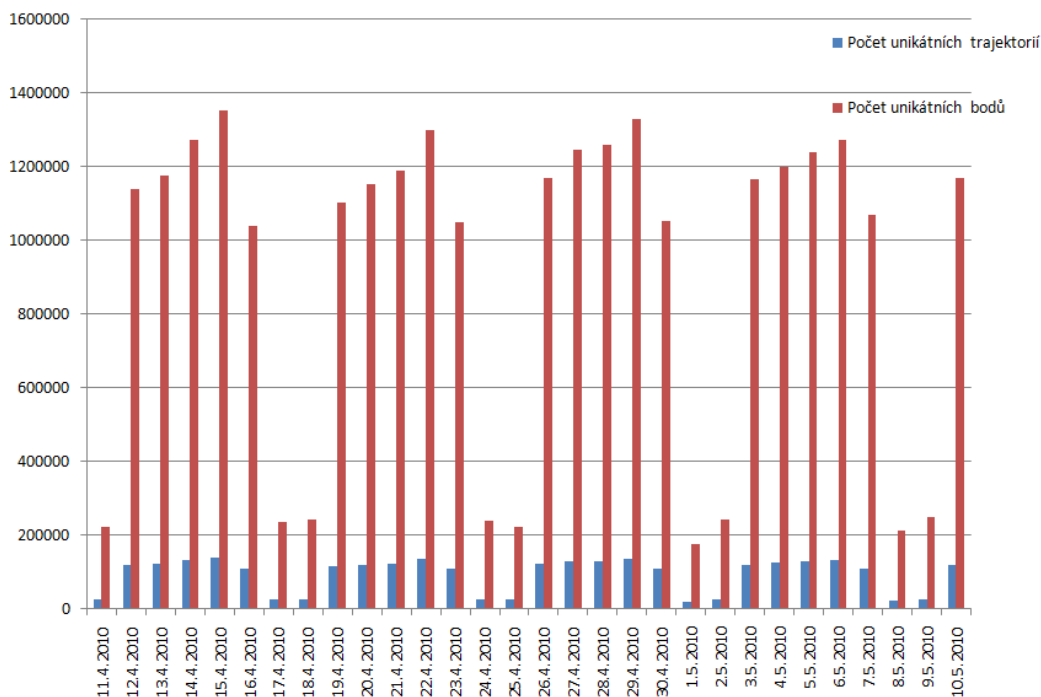
Průměrný počet bodů v úseku 25.64

Denní doba 12:00 - 17:59

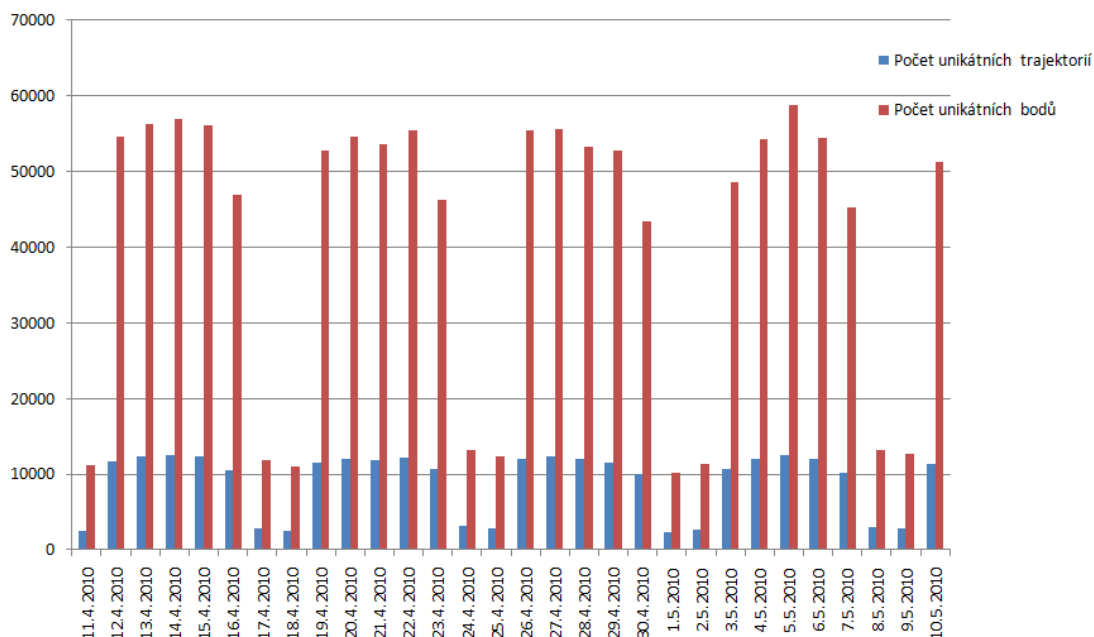
Počet platných dopravních situací	617 089
Počet unikátních trajektorií	299 343
Počet unikátních bodů	1 832 637
Průměrný počet trajektorií v úseku	3.88
Průměrný počet bodů v úseku	23.76

Denní doba 18:00 - 23:59

Počet platných dopravních situací	295 245
Počet unikátních trajektorií	92 282
Počet unikátních bodů	586 659
Průměrný počet trajektorií v úseku	2.50
Průměrný počet bodů v úseku	15.9



Obrázek 45 Denní statistiky úseku D1



Obrázek 46 Denní statistiky úseku 5. května

4.2.3 Analýza poskytnutého vzorku

V rámci analýzy poskytnutého vzorku dat byly posuzovány situace a charakteristiky, které vypovídají o vhodnosti FCD k postihnutí reálných dopravních situací.

Z poskytnutých dat lze získat přehled o průměrném počtu vozidel v daných úsecích komunikace. Následující grafy (Obrázek 47 a Obrázek 48) toto ukazují pro pracovní dny a pro dny pracovního klidu v úsecích dálnice D1 Brno západ – Brno centrum, Humpolec – Kamenice, Mirošovice – Ondřejov, Příhonice – Říčany a Spořilov - Chodov.

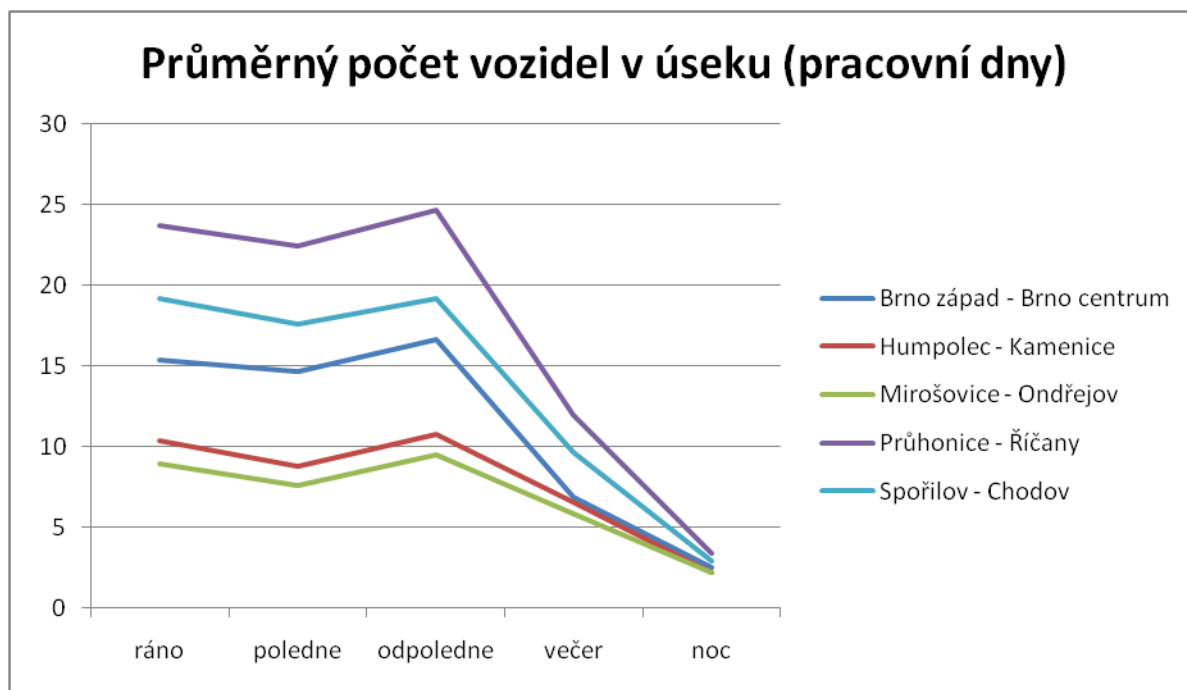
Pro rozdělení denní doby na jednotlivé kategorie byly stanoveny následující intervaly:

- ráno 5:00-10:59 hodin,
- poledne 11:00-13:59 hodin,
- odpoledne 14:00-18:59 hodin,
- večer 19:00-21:59 hodin,
- noc 22:00-4:59 hodin.

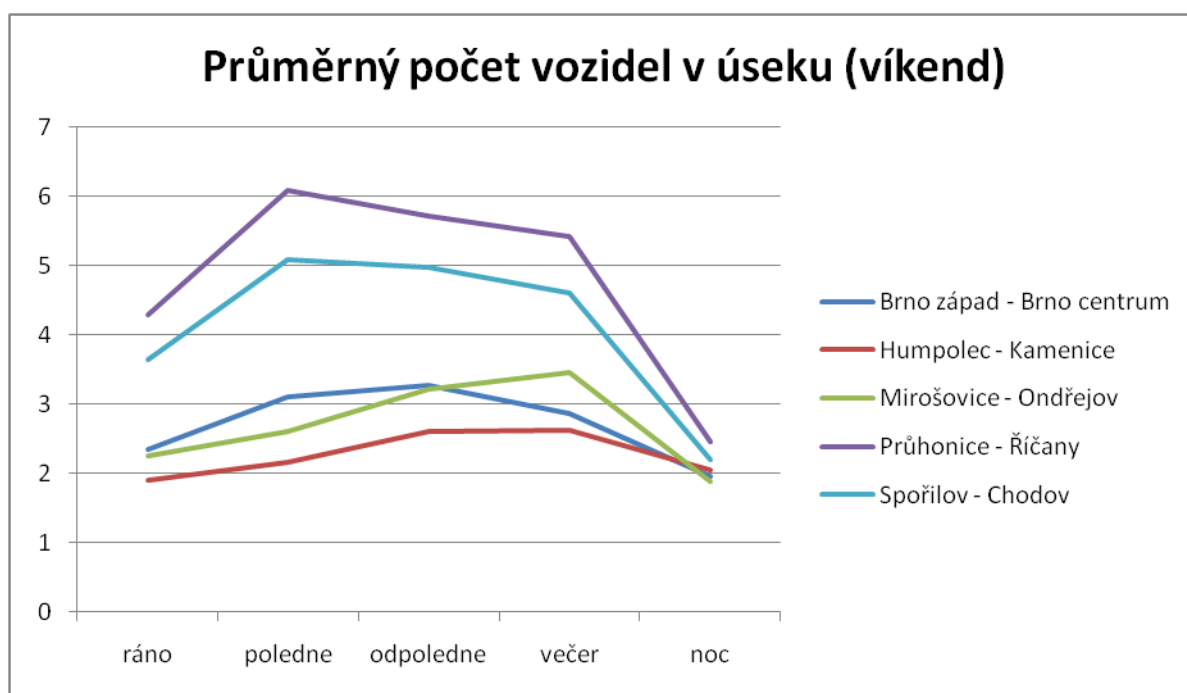
Průměrný počet sledovaných vozidel pro uvedené úseky odpovídá standardnímu průběhu intenzity denního provozu, tedy s ranním provozem narůstá a k večeru a v noci se snižuje. Rovněž jednotlivé lokality vykazují úměrný výskyt sledovaných vozidel vzhledem k jejich obecnému zatížení.

Dny pracovního klidu vykazují stabilní počet sledovaných vozidel v průběhu celého dne, což indikuje reprezentativní vzorek FCD vozidel.

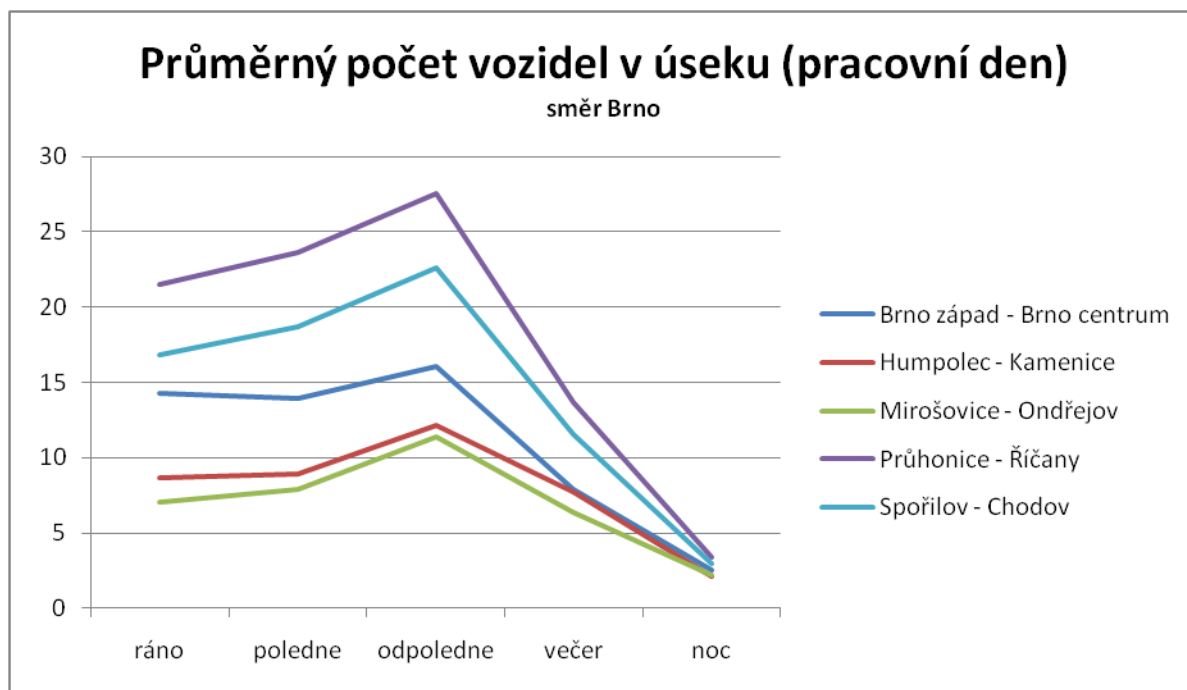
Porovnáním (Obrázek 49 a Obrázek 50) je patrná směrovost průměrného počtu sledovaných vozidel na dálnici D1 mezi Prahou a Brnem. Tento jev bude velmi pravděpodobně možné sledovat na všech komunikacích mezi různě aktivními regiony, neboť odpovídá obecnému chování uživatelů dopravních cest a tedy i vzorku FCD vozidel.



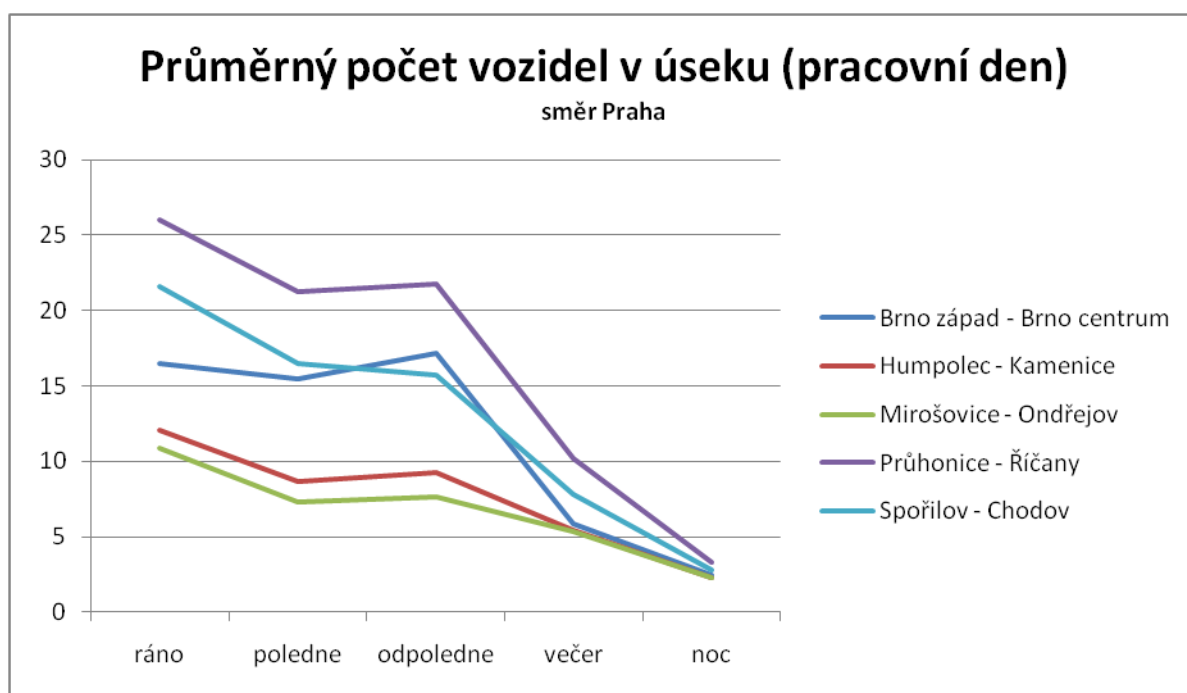
Obrázek 47 Průměrný počet vozidel v úseku (pracovní dny)



Obrázek 48 Průměrný počet vozidel v úseku (dny pracovního klidu)



Obrázek 49 Průměrný počet vozidel v úseku dálnice D1 ve směru na Brno



Obrázek 50 Průměrný počet vozidel v úseku dálnice D1 ve směru na Prahu

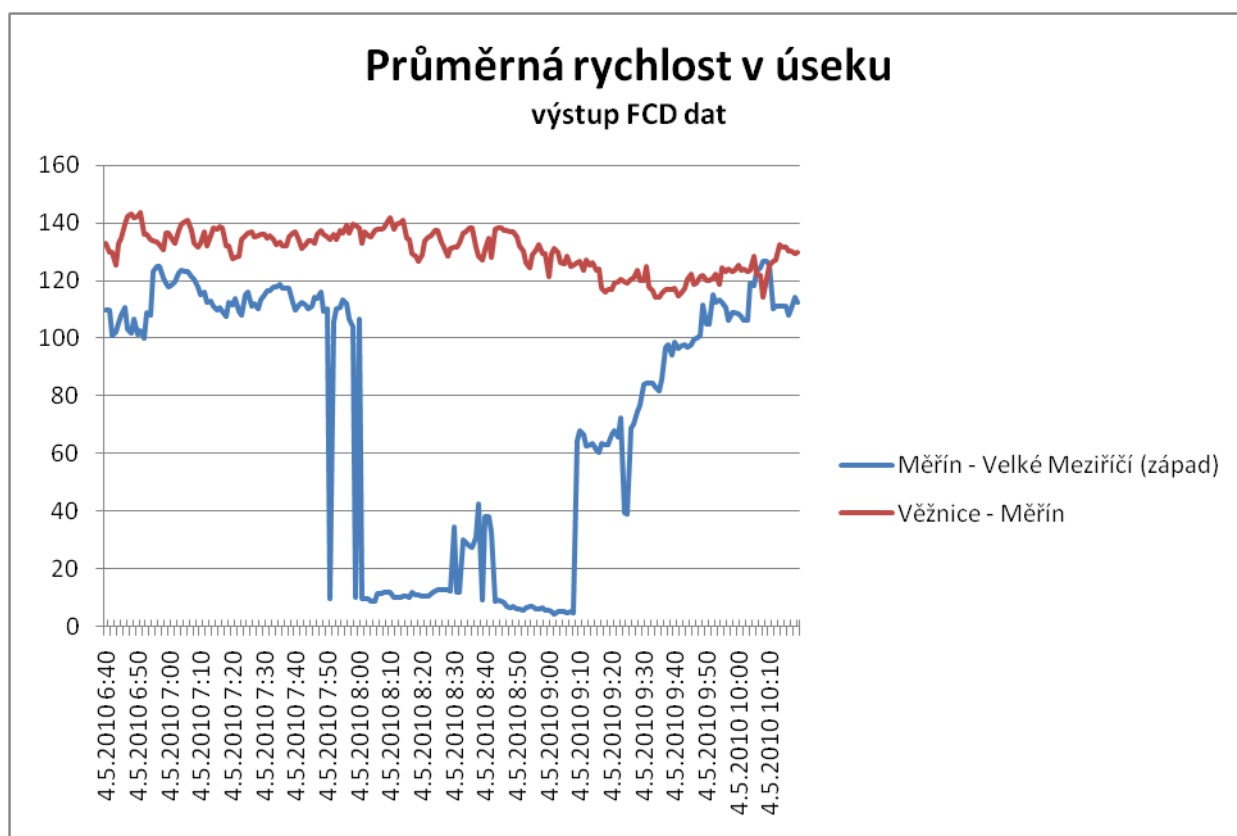
4.2.4 Nehody

Jednou z typických situací na komunikacích byly v rámci této studie analyzovány dopravní nehody na příslušných úsecích, které korespondovaly s poskytnutým vzorkem dat v čase a lokalitě událostí.

Pro zjištění ušlých nehod byla využita aplikace „Dopravní nehody v mapě ČR“ veřejně přístupná na adrese <http://www.jdvm.cz/pcr/>. Tato aplikace zobrazuje na geografickém podkladu informace o dopravních nehodách dle statistických údajů Policie ČR. Aplikace (Jednotná dopravní vektorová mapa), která zobrazuje data na mapovém podkladu, je zaměřena na publikaci dat o dopravní infrastruktuře v České republice. Používané mapové podklady vznikly činností orgánu veřejné správy. Uváděná data jsou průběžně aktualizována podle režimu tvůrců jednotlivých podkladů.

Dne 4. 5. 2010, úterý v 06:50 došlo na dálnici D1 v oblasti Měřína k dopravní nehodě nákladního automobilu (základní informativní výpis o nehodě je uveden v příloze zprávy). na Obrázek 51 uvádí záznam průběhu průměrné rychlosti vozidel FCD v tomto úseku.

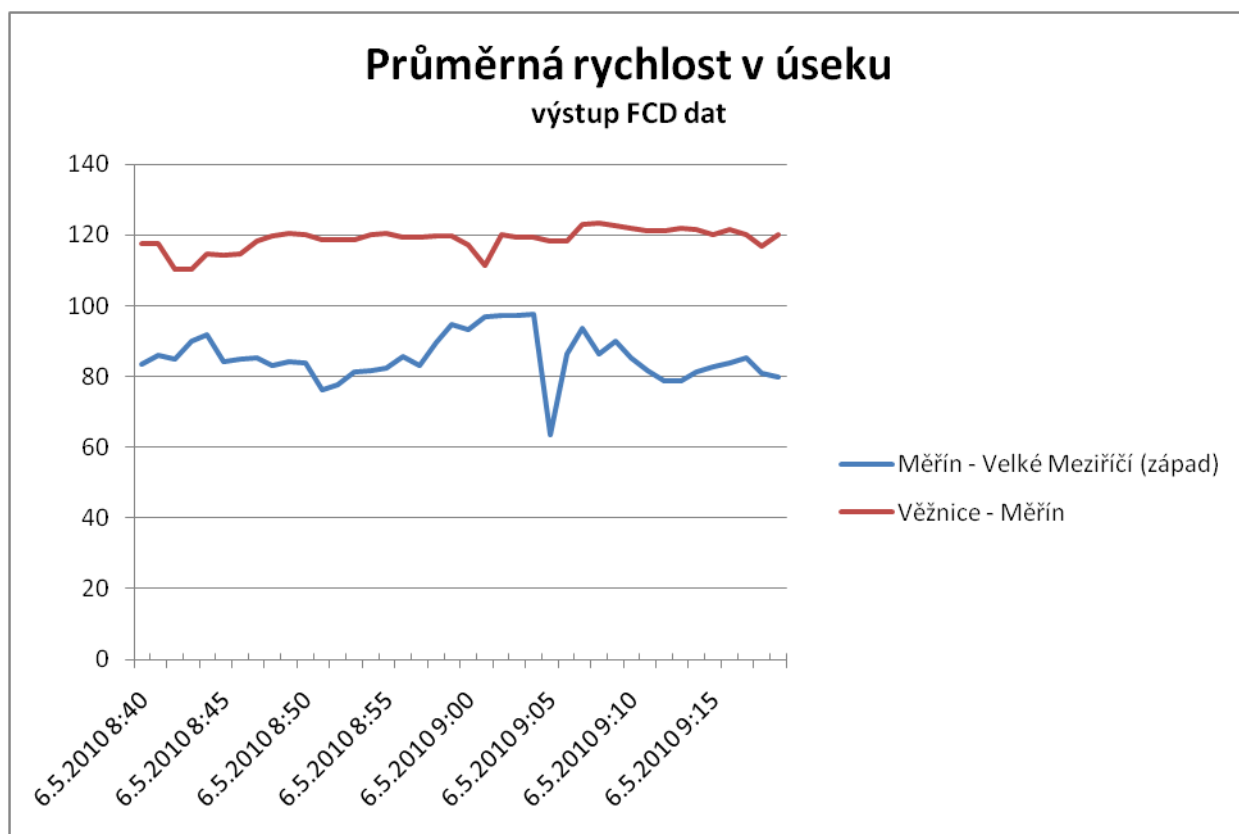
V době samotné nehody není zaznamenáno žádné snížení cestovní rychlosti. Z grafu je však patrné výrazné snížení rychlosti průjezdu vozidel cca hodinu po nehodě, které je patrně způsobené odklizením následků a vyprošťováním vozidla po havárii a dále ukončení těchto aktivit s postupným rozjezdem kolony vozidel.



Obrázek 51 Průměrná rychlost v úseku při nehodě

Dne 6. 5. 2010, čtvrtek v 09:05 došlo v totožném úseku k lehké nehodě nákladního automobilu vyjetím na nebezpečnou krajnici (základní informativní výpis o nehodě je uveden v příloze zprávy). Průběh průměrné rychlosti vozidel FCD v tomto úseku je uveden na Obrázek 52.

Opět je z grafu patrné snížení rychlosti vozidel při průjezdu tímto úsekem.

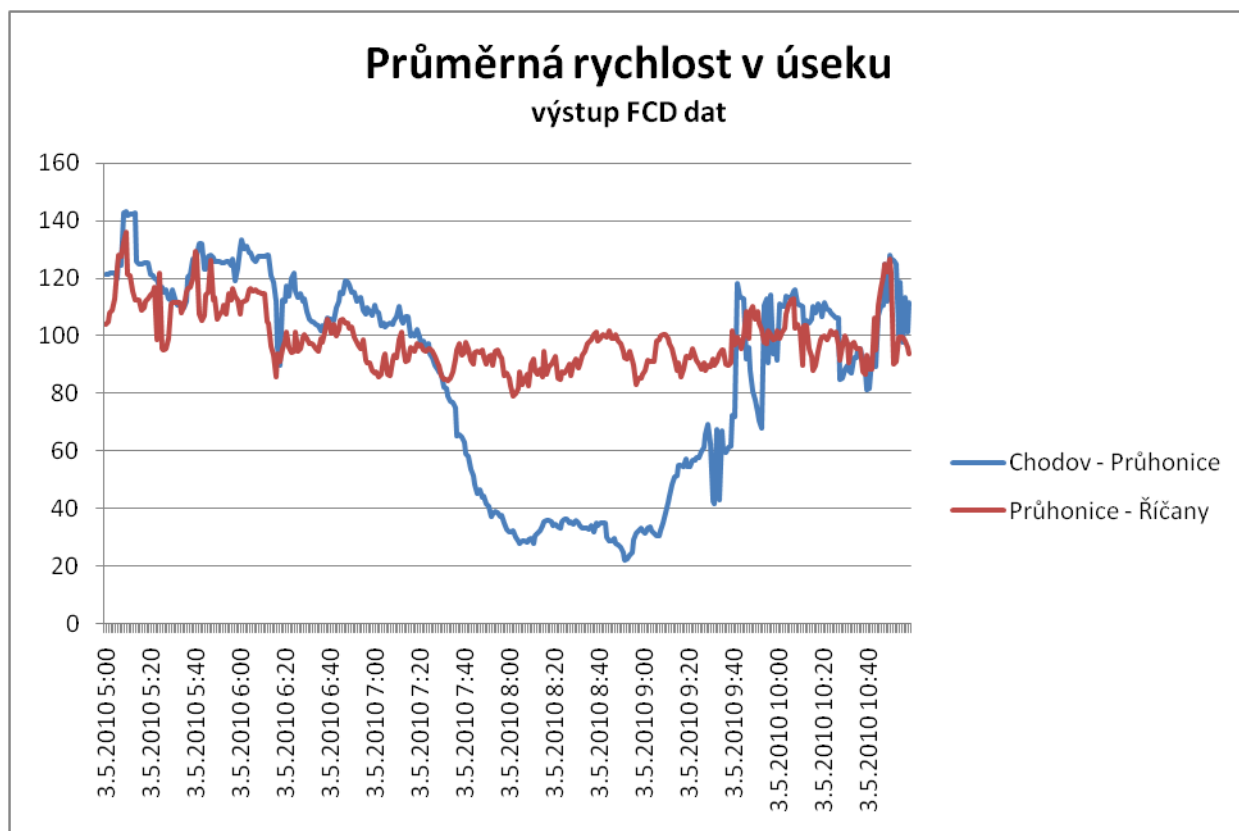


Obrázek 52 Průměrná rychlost v úseku při nehodě

4.2.5 Kongesce

Jako další typickou situací v silniční dopravě je nárůst intenzity vozidel v úseku k mezní kapacitě komunikace, tedy vzniku kongesce. Dne 3. 5. 2010, pondělí v 7:40 nebyla v úseku Chodov – Průhonice a Průhonice – Říčany ve směru na Prahu hlášena žádná dopravní nehoda (aplikace „Dopravní nehody v mapě ČR“ viz výše). Dále zde nebyla zaznamenána ani uzavírka či dopravní omezení. (aplikace „ŘSD - dopravní zpravodajství“ <http://rdstmc.info/uzavirky>).

Obrázek 53 zobrazuje časový průběh průměrné rychlosti FCD vozidel, kde je patrný pokles této rychlosti v rozmezí 7:20 až 9:40 hodin, jenž umožňuje identifikaci této kongesce.



Obrázek 53 Průměrná rychlost v úseku při kongesci

4.2.6 Stěžejní závěry z analýzy

- Uvedená data dostatečně charakterizují provoz FCD vozidel na úsecích D1 a 5. Května pro období od 11. 4. do 11. 5. roku 2010.
- Vzorek nepopisuje celkovou zájmovou oblast ŘSD (dálnice a silnice I. třídy)
- Vzorek vykazuje průměrný výskyt vozidel v úsecích během třiceti minut v rozmezí cca 2-25 pro celý týden včetně víkendů, což indikuje dostatečnou velikost flotily pro zájmové území dálnice D1
- Vzorek obsahuje data charakteristická pro typické dopravní situace, nehody a kongesce, což indikuje skutečný potenciál využití těchto dat v rámci aplikací ŘSD
- Na základě veřejně dostupných a nám známých informací je posuzovaný systém v rámci území České republiky unikátní, a to jak pojetím zpracování, které umožňuje zejména další rozvoj, zkvalitňování a zpřesňování výstupních dat, tak i množstvím a pokrytím vstupních dat plynoucím z velké flotily jednotek tato data poskytujících, což teoreticky umožňuje využití systému i pro další geografické oblasti, které nejsou aktuálně předmětem posouzení.
- Společnosti Telefónica O2 Czech Republic, a.s, a SECAR BOHEMIA, a.s, se dle uvedených údajů a poskytnutých dat jeví jakožto v tuto chvíli jediný vhodný poskytovatel FCD dat.

4.3 T-Mobile Czech Republic a.s. a CE-Traffic, a.s.

4.3.1 Základní informace

Společnost CE-Traffic, a.s. vystupuje jako nezávislý datový integrátor GFCD a CFCD. Zajišťuje přebírání anonymních dat či jejich anonymizaci pro další zpracování s využitím v oblasti dopravy.

Dle informací této společnosti pro GFCD čítá flotila vozidel desítky tisíc vozů v České republice, desítky tisíc vozů v Polsku a jednotky tisíc v Slovenské republice. Tyto informace však nebylo možné ověřit, jelikož na internetových stránkách této společnosti (<http://www.ce-traffic.cz/en/about-us/company-profile.aspx>) je pouze informace, že plné pokrytí České republiky se teprve připravuje. Dle jejich sdělení převažuje počet osobních vozidel nad nákladními, z čehož je odhadnuto méně najetých vozidlových kilometrů a tedy méně dat k dispozici. Převažuje jízda ve dne s počty vozidel úměrně k typickým denním profilům zátěže komunikací.

V rámci CFCD byl realizován jednorázový test využitelnosti dat mobilní sítě od společnosti T-Mobile Czech Republic a.s. Pro zprovoznění do plného komerčního provozu jsou nutné poměrně vysoké investice do splnění licenčních podmínek. Provedený test nevyloučil možnou využitelnost CFCD vzhledem k velkému zákaznickému kmeni uživatelů mobilních telefonů, ale v současnosti není tento systém schopen komerčního provozu.

4.3.2 Analýza dat poskytnutého vzorku

Vzorek nebyl v průběhu zpracování studie zapůjčen.

5 Využití dat a služeb FCD ve stávajících provozovaných informačních systémech ŘSD

5.1 Metodický postup řešení

V rámci zpracování této oblasti studie proběhly schůzky se zástupcem společnosti VARS BRNO a.s., servisní organizace NDIC, panem Ing. Milošem Axmannem, projektovým manažerem.

Na základě jednání a byly předány podklady k jednotnému systému dopravních informací dokument JSDI – Jednotný systém dopravních informací (20) a dokument SYSTÉM DOPRAVNÍHO INFORMAČNÍHO A ŘÍDÍCÍHO CENTRA -Popis systému (21). Po konzultacích nad uvedenými dokumenty byly identifikovány prvky, funkce a vazby v rámci JSDI a NDIC, ke kterým se vztahuje možná implementace FCD.

Dle vyjádření zástupce společnosti VARS BRNO, a.s. k možnosti a účelnosti implementace FCD do NDIC prostřednictvím třetích stran by realizace tohoto projektu proběhla pomocí definovaného interface. VARS BRNO, a.s. mimo jiné uvádí: “Nová funkčnost ze strany třetích stran by musela být do systému implementována nepřímo přes dohodnuté rozhraní; nejednalo by se tedy o funkčnost v tom pravém slova smyslu, ale pouze o výměnu dat popř. služeb a jejich integrace do NDIC naší stranou.”

5.2 Využití FCD v rámci JSDI a NDIC

V České Republice bylo v roce 2008 přes 7 081 000 registrovaných vozidel, z nichž je 4 423 370 osobních vozidel a 589 598 nákladních vozidel, kdy průměrný věk vozidel je 12,8 roku. Přičemž 284 000 osobních vozidel je mladších než 2 roky a dalších 455 291 osobních vozidel je mladších 5 let. Moderní vozy vyšší třídy jsou vybaveny integrovaným systémem GPS / GSM / GPRS jenž umožňují snadnější integraci do FCD systémů, starší vozy je nutné dovybavit externími vozidlovými jednotkami.

Z výše uvedeného vyplývá, že účast soukromého sektoru, jež vybaví vozidla komunikačními jednotkami a poskytne s tím spojené služby je nezbytný k získání FCD dat pro státní správu. Přesto cena za přenosy dat bude poměrně značná v případech, kdy bude více než jeden provozovatel systému FCD sběru dat. Důvodem je skutečnost, že jeden provozovatel FCD systému je schopen optimalizovat počty přenosů dat z vozidel pohybujících se po stejné komunikaci (to znamená, že jede-li současně více vozidel na stejném úseku komunikace, dojde ke střídavému spojení s vozidly a tím minimalizaci nákladů na komunikaci u jednoho vozidla). Tyto optimalizační techniky jsou již implementovány některými poskytovateli služeb jako například OPTO Telematics z Itálie.

ŘSD ČR má správcovské povinnosti na 728,7 km dálnic, 370,2 km rychlostních silnic a 5828,3 km silnic I. třídy což činí celkem 6927,2 km. Je zřejmé, že při této rozsáhlé komunikační síti, není možno osadit celou síť konvečními typy detektorů. Na základě nadefinovaných priorit dochází k implementaci konvenčních detektorů na vybraných strategických komunikacích či jejich úsecích. Konvenční detektory jsou schopny monitorovat aktuální stav dopravy na jednotlivých profilech a za účelem identifikace chování dopravního proudu na dané komunikaci je zapotřebí instalace více profilových bodů.

FCD systém umožní přidat hodnotu na existujících komunikacích tím, že poskytne doplňující informace / data v celé délce komunikace a dále pak dodá vstupní (primární) data z komunikací, jenž nejsou sledovány konvečními detektory. Díky tomuto dojde k lepšímu pokrytí sledování dopravy na celé dopravní síti. Dočasnou nevýhodou tohoto systému zůstává

penetrace pokrytí vybavenými vozidly, jenž umožní integraci do existujících systémů ŘSD ČR.

Hlavními zdroji aktuálních dopravních dat v současnosti jsou 5 minutové informace o intenzitách a rychlostech na profilech dálnic D1, D5 a D2, kde jsou sčítače umístěny na mýtných bránách, jež jsou od sebe vzdáleny v průměru 11 km s tím, že nejdelší vzdálenost může být až 20 km. Tyto data jsou používána jako validační data pro modely výpočtů dojezdových časů a dále pak slouží k vytváření tzv. zátěžových map, které identifikují stupeň dopravy v závislosti na intenzitě a rychlosti dopravy na profilu (stále v 5 minutovém intervalu).

Výjimku tvoří samostatné systémy dojezdových časů na:

- D8, kde jsou v části dálnice využívány data z indukčních smyček pro výpočty jízdních časů
- I/30 a I/8, kde se využívá systémů rozpoznání poznávacích značek (ANPR – Automated Numbre Plate Recognition) ke stanovení dojezdových časů pro každou komunikaci.

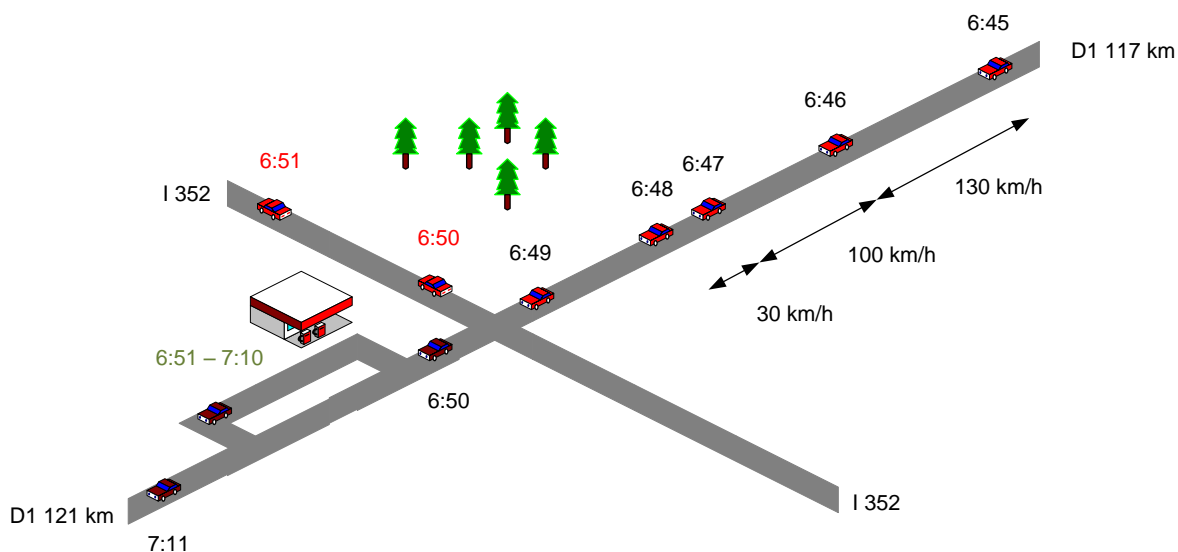
Z této situace vyplývá, že FCD data mohou napomoci ke zlepšení kvality sbíraných dopravních dat na pozemních komunikacích již vybavených konvenčními detektory dopravy a dále pak mohou rozšířit pokrytí služeb na širší síti pozemních komunikací, jenž v současnosti nemá žádné pokrytí konvenčními detektory nebo je nemá integrované do JSDI.

Před integrací jakýchkoli nových datových zdrojů je však nezbytné provést v rámci zkušebního provozu testování a analýzy kvality a dostupnosti poskytovaných dat a jejich přínosy pro zlepšení / zefektivnění funkčnosti stávajících aplikací / modulů v JSDI. Dá se předpokládat, že zcela jistě dle zahraničních zkušeností budou mít FCD data pozitivní vliv na zkvalitnění / rozšíření sbíraných dopravních dat a tím ke zvýšení efektivity a pokrytí provozovaných aplikací.

Systém GFCD pracuje na principu monitorování polohy vozidla v čase, kdy na základě nové zjištěné polohy a změně času je dopočítávaná rychlost vozidla (pokud není brána přímo z palubní jednotky vozidla). Díky identifikované poloze vozidla je možno přiřadit toto vozidlo na digitální mapový model silniční sítě, který uchovává znalost o obvyklé rychlosti na daném úseku pozemní komunikace a díky tomu je možné vyhodnocovat neobvyklé chování vozidla na dané komunikaci. Například na obrázku č.3 je znázorněna část dálnice D1 (smýšlená situace) kde bylo vozidlo identifikováno v minutovém intervalu od 6:45 a tím bylo možno identifikovat také jeho rychlost. Čím je vzdálenost mezi identifikovanými polohami vozidla větší, tím je větší vzdálenost kterou vozidlo urazilo a tedy se pohybovalo větší rychlostí. S klesající vzdáleností v čase ve stejném taktu klesá také rychlost. Tato skutečnost umožňuje identifikaci jízdních časů, vzniku dopravní kolony či jiného jevu vedoucímu ke snížení rychlosti (např. hustý déšť, prudký vítr atd.) Pokud by systém dostával informace v pravidelných intervalech, potom by informace o chování vozidla napomohla popsat chování celého dopravního proudu na dané pozemní komunikaci a to v celé její délce či úsecích a ne pouze na profilech jak tomu je v případě konvenčních detektorů dopravy.

Obrázek 54 dále poukazuje na dva možné jevy, které je nutné vyjmout a odfiltrovat z modelu identifikace pohybu vozidla v aplikacích JSDI a to:

- Vozidlo sjede permanentně ze sledované komunikace (čas znázorněn červeně), jedná se o odbočení vozidla na jinou komunikaci.
- Vozidlo sjede dočasně ze sledované komunikace (čas znázorněn zeleně), jedná se např. o zastávku vozidla na benzínové pumpě, poruchu vozidla atd.



Obrázek 54 Detekci polohy vozidla GFCD, ilustrační případ, znázorňuje detekci polohy vozidla v 1 minutovém intervalu a následnou detekci rychlosti vozidla na sledované komunikaci. Dále pak znázorňuje případy, kdy vozidlo opustí sledovanou komunikaci (trvale – červená barva, dočasně – zelená barva) a tudíž neposkytuje potřebné informace.

GPS Floating car data jsou zdrojem dopravních dat, jenž lze předpokládat bude možné integrovat do JSDI a využít je pro aplikace jak v reálném čase, tak pro historické analýzy. Hlavní výhodou těchto dat je, že mohou být sbírána nezávisle z jednotek integrovaných ve vozidlech pohybujících se po vybraných pozemních komunikacích. Tímto způsobem je možné nadefinovat rozsah monitorované sítě pozemních komunikací a např. zahájit integraci pouze na vybrané pátevní síti a postupně zahušťovat tuto síť dle potřeby. Vozidlové jednotky spolu s procesním software mohou poskytovat následující data a informace:

- Absolutní jízdní doby
- Flexibilita sběru dat dopravní sítě (dynamická volba lokalizace profilu apod.)
- Výkonnost sledované dopravní sítě / koridorů
- Přesměrování cesty vozidel
- Spolehlivost dopravní sítě

Vybavená vozidla jsou schopny sbírat informace o poloze a rychlosti vozidel a tyto mohou být přenesena buď v reálném čase do JSDI (nastavených 1 – 2 minutových intervalech) nebo mohou tyto data být použita historicky (denní, týdenní či měsíční frekvenci).

GFGD data jsou považována za vhodný doplňkový zdroj aktuálních a historických dat. Díky tomu, že palubní jednotky jsou integrovány do vozidel a systém je většinou provozován soukromým subjektem poskytujícím jiné hlavní služby (např. sledování vozidel při krádeži, navigování v reálném čase atd.) jsou GFGD považována za „Služby s přidanou hodnotou“. Soukromý subjekt může využívat získaných dopravních dat pro soukromé účely a dále pak nabízet tato data dalším subjektům, jako např. správcům komunikací.

Přímá využitelnost GFCD dat z vozidel je velice omezená a pro účely integrace dat do JSDI je nezbytná příprava / úprava těchto dat do požadovaného formátu a struktury. Na základě analýz provozu podobných systémů ze zahraničí lze říci, že GFCD systémy jsou provozovány soukromými subjekty, které mají vyvinuté softwarové řešení na zpracování dat z

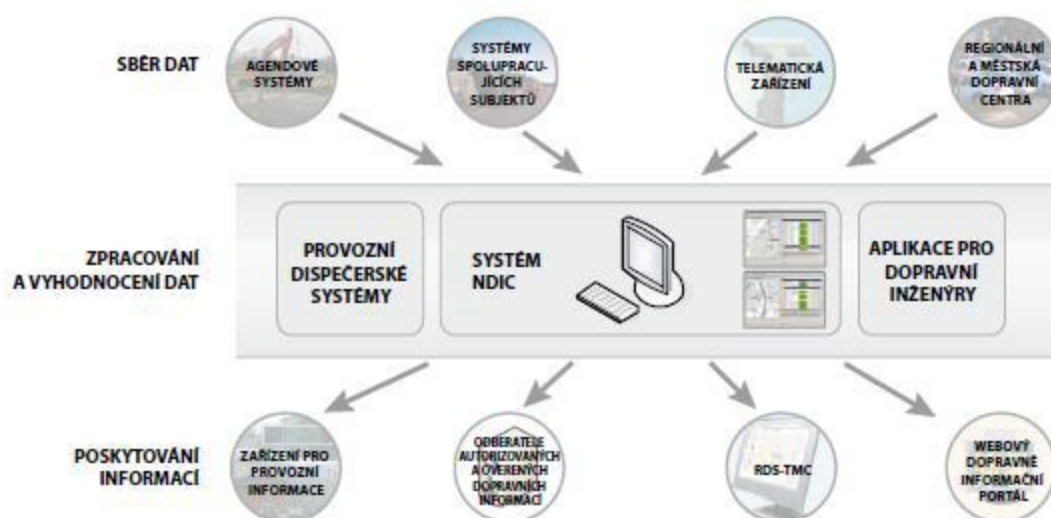
jednotek a připraví výstupy do formátů požadovaných koncovými uživateli. Např. zahraniční ITIS Holdings vyvinul a využívá software, jenž integruje FVDTM vybavená vozidla, jenž automaticky generují a zasílají tato data, přičemž veškeré procesy probíhají naprosto autonomně a automaticky. Jednotka ve vozidle identifikuje polohu a průměrnou rychlost vozidla, tato data jsou ukládána na interní paměťové médium kdykoli se nastartuje vozidlo a po-té jsou data odesílána do serverového dispečinku v nadefinovaných intervalech např. 1-2 minut. Nebo jsou data uložena v interní paměti vozidlové jednotky, a tato jednotka je schopná data skladovat až po dobu 700 hodin řízení. Data mohou být stažena do datového centra např. na základě SMS dotazu. Historická data jsou stahována z vozidel v pravidelných intervalech, kde většinou se jedná o dvoutýdenní interval a tyto data jsou dále přiřazena k digitálním mapovým podkladům silniční sítě. Data jsou sbírána anonymním způsobem se souhlasem řidiče a jsou využívána pro následné dopravní analýzy. Tato společnost však nedisponuje daty z území České republiky.

5.3 Identifikace prvků, vazeb a procesů JSDI pro implementaci FCD

Dle (20) Jednotný systém dopravních informací (JSDI) je komplexní systém pro sběr, zpracování, sdílení, publikování a distribuci dopravních informací dat z celé sítě pozemních komunikací v České republice. S jeho vývojem bylo započato na základě usnesení Vlády ČR č. 590/2005 o JSDI a dále v souladu s §124 odst. 3 zákona č. 361/2000 Sb. a prováděcí vyhlášky č. 3/2007 Sb. JSDI je tvořen třemi základními částmi.

1. Národní dopravní informační a řídicí centrum (NDIC) - pro zpracování a vyhodnocení dopravních informací, centrální dohled nad dopravní situací, centrální řízení dopravy a poskytování dopravních informací a dopravních dat veřejnosti.
2. Podsystemy pro sběr dat.
3. Podsystemy pro poskytování informací.

Vzhledem k identifikaci prvků JSDI na rozlišovací úrovni dokumentace (20), implementace FCD zcela jistě vyžaduje úpravy prvků 1. NDIC a 2. Podsystemy pro sběr dat. V případě, že dojde ke kvalitativnímu rozšíření služeb poskytovaných JSDI, je možná i nutná úprava prvků 3. Podsystemy pro poskytování informací.



Obrázek 55 Základní schéma Jednotného systému dopravních informací [zdroj (20)]

Dle rozlišovací úrovně Základního schéma Jednotného systému dopravních informací Obrázek 55 řešitelé předpokládají u oblasti prvků Sběr dat implementaci pouze v prvku Systémy spolupracujících subjektů – vlastního dodavatele či integrátora FCD. Ostatní prvky, jako Agendové systémy, Telematická zařízení a Regionální a městská dopravní centra zůstanou bez zásahu, pokud ovšem oni nebudou samotným zdrojem FCD dat. Analýza prvků Zpracování a vyhodnocení dat předpokládá implementaci v rámci všech uvedených prvků, Provozní dispečerské systémy, NDIC a Aplikace pro dopravní inženýry je diskutován v další kapitole.

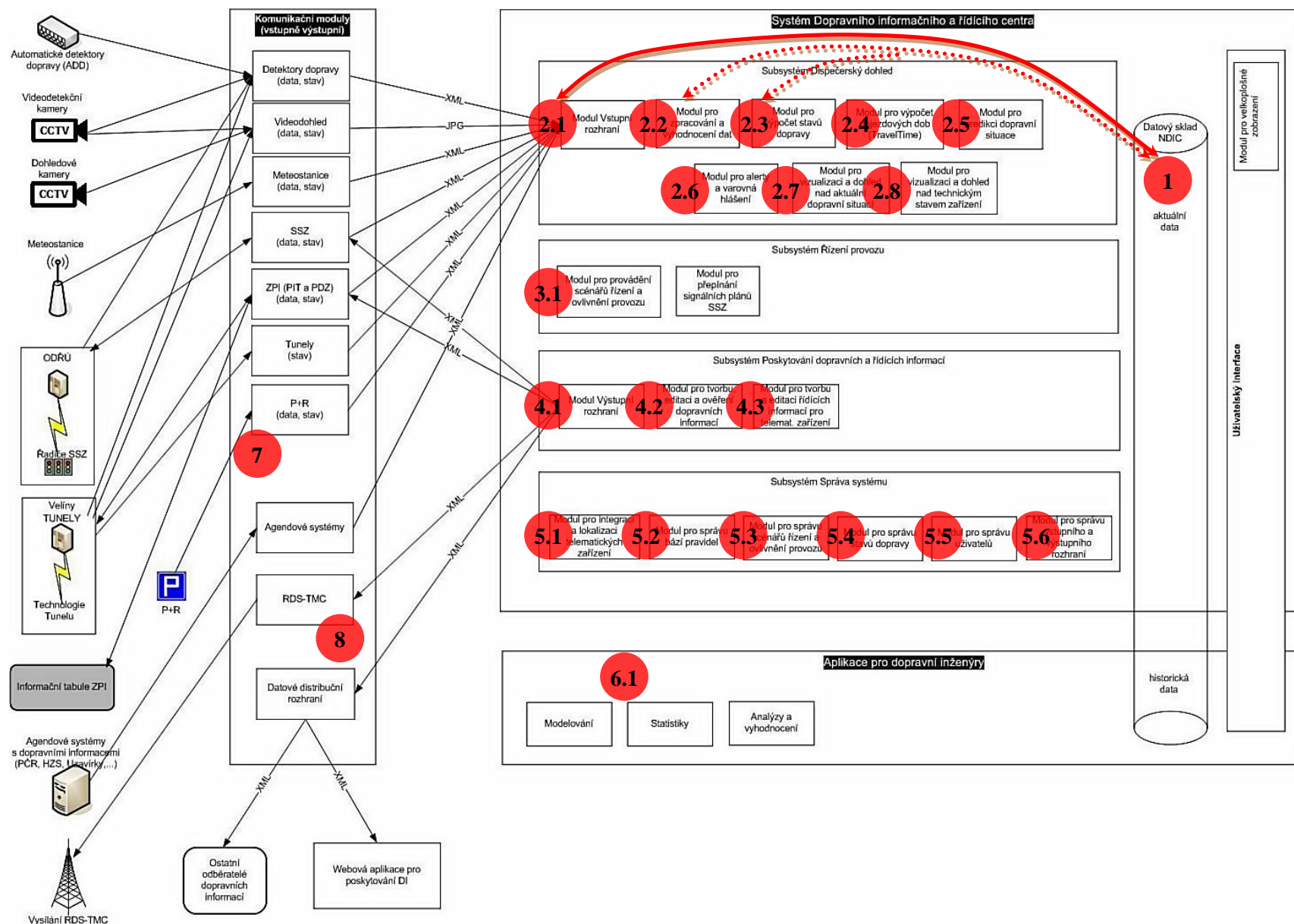
5.4 Identifikace prvků, vazeb a procesů NDIC pro implementaci FCD

Dle (20) NDIC (Národní dopravní informační centrum) je celostátní dopravní informační systém obsahující aktuální informace o situaci v provozu na pozemních komunikacích, které mají vliv na bezpečnost a plynulost provozu na pozemních komunikacích.

V rámci základní rozlišovací úrovně implementace hlavních částí jsou identifikovány tyto prvky:

1. datový sklad,
2. subsystém Dispečerský dohled,
 - 2.1. modul Vstupní rozhraní,
 - 2.2. modul Zpracování a vyhodnocení dat,
 - 2.3. modul Výpočet stavů dopravy,
 - 2.4. modul Výpočet dojezdových dob,
 - 2.5. modul Predikce dopravní situace,
 - 2.6. modul Alerty a varovná hlášení,
 - 2.7. modul Vizualizace a dohled nad dopravní situací,
 - 2.8. modul Vizualizace a dohled nad technickým stavem telematických zařízení,
3. subsystém Řízení provozu,
 - 3.1. Modul pro provádění scénářů řízení a ovlivnění provozu
 - 3.2. Modul pro přepínání signálních plánů SSZ (není implementován)
 - 3.3. Modul pro liniové řízení provozu (není implementován)
4. subsystém Poskytování dopravních a řídicích informací,
 - 4.1. Modul pro tvorbu, editaci a ověření dopravních informací,
 - 4.2. Modul pro tvorbu a editaci řídicích informací pro telematická zařízení,
 - 4.3. Modul Výstupní rozhraní,

Studie „Zmapování služeb a dat v oblasti FCD pro využití v rámci informačních systémů ŘSD“



5. subsystém Správa systému,
 - 5.1. Modul pro integraci a lokalizaci telematických zařízení,
 - 5.2. Modul pro správuází pravidel,
 - 5.3. Modul pro správu scénářů řízení a ovlivnění provozu,
 - 5.4. Modul pro správu stavů dopravy,
 - 5.5. Modul pro správu uživatelů,
 - 5.6. Modul pro správu vstupního a výstupního rozhraní,
6. soubor aplikací pro dopravní inženýry,
 - 6.1. Modul Statistiky a dopravní analýzy,
7. vstupní rozhraní,
8. výstupní rozhraní.

Každý z prvků subsystémů se sestává dalších prvků -funkčních částí tzv. modulů uvedených v druhé úrovni rozlišení.

Dodané podklady, obrázky a jejich systémový popis v dokumentech (20) a (21) se mírně interpretačně rozcházejí. Z poskytnutých dokumentů není možné přesně identifikovat prvky NDIC systému a jejich funkce, v dokumentech není uveden jednoznačný popis vstupních a výstupních veličin modulů, nelze tedy rovněž identifikovat vazby mezi jednotlivými moduly. Z dokumentů nelze určit konkrétní běžící procesy nad systémem. K upřesnění všech těchto údajů došlo v rámci osobních jednání.

5.5 Obecný návrh implementace FCD v modulech NDIC

V rámci prvotní implementace je řešiteli uvažováno využití pouze GPS Floating Car Data pro jejich dostupnost na trhu. GFCD jsou velice užitečným zdrojem jak reálných informací o jízdách a dopravní situaci na sledované dopravní cestě a případných objízdných trasách, tak zdrojem historických dat pro dopravní analýzy a kalibrování predikčních modelů nebo validace funkcí těchto modulů.

Ze zahraničních zkušeností je známo, že provozovatelé GFCD systémů v minulosti provedli testy zaměřené na možnou integraci surových či předzpracovaných dat do informačních a řídicích systémů v dopravě. Během těchto testů se potvrdila využitelnost GFCD dat na základě porovnání výstupů s klasickými sčítači dopravy (např. indukčními smyčkami, radary či infračervenými detektory) s tím, že hlavní výhodou GFCD dat je pokrytí dopravní sítě.

Pro možnou integraci systémů do reálného provozu je nutné získávání informací / dat v periodických intervalech, které jsou identifikovány pro potřeby výpočtu jízdových časů v 1 – 2 minutách s doporučeným minimálním pokrytím 3-5% dopravní intenzity na profilu. Tyto hodnoty vycházejí ze studií provedených společností ITIS Group ve Walsu (UK), kde byly prováděny testy možné integrace GFCD dat do informačně-řídicích systémů. Výstupy potvrdili vhodnost integrace GFCD dat do systémů řízení dopravy na dálniční a silniční síti s tím, že data mohou být využívány jako:

- Doplňková / záložní data, v úsecích kde je vybavenost komunikací standardními detektory dopravy
- Hlavní zdroj dat, v úsecích bez detektorů dopravy

Systém NDIC je dle (20) a (21) navržen koncepčně tak, aby umožňoval vlastní jednoduché / modulární rozšíření o další podsystémy, zdroje dat (dopravních, meteorologických atd.) , či nabídl nové služby pro koncové uživatele s minimálními zásahy do funkčnosti systému. CFCD i GFCD data byla již zvažována jako možný budoucí zdroj dat do systému

Z hlediska identifikace systému NDIC řešiteli, hlavními dopravně inženýrskými oblastmi / aplikacemi pro využití dat GFCD v NDIC jsou:

- aktuální a historická data,
 - 2.3. modul Výpočet stavů dopravy,
 - 2.4. modul Výpočet dojezdových dob,
 - 2.5. modul Predikce dopravní situace,
 - 6.1. Modul Statistiky a dopravní analýzy.

Další implementace a úpravy modulů z procesního hlediska zpracování GFCD se předpokládají v subsystémech a modulech:

- 1. datový sklad,
- 2.1. Modul vstupního rozhraní
- 2.2. Zpracování a vyhodnocení dat
- 7. vstupní rozhraní.

V následujících odstavcích jsou uvedeny návrh funkční implementace GFCD.

5.5.1 Modul pro výpočet stavů dopravy (2.3.)

Modul zajišťuje výpočet stavů dopravy na základě dostupných informací na konkrétních úsecích pozemních komunikací. Stav dopravy popisuje intenzitu provozu, sjízdnost dané komunikace s tím, že výpočet stupně dopravy je v současnosti prováděn z dopravních charakteristik získaných z detektorů dopravy, přičemž stupeň dopravy je klasifikován stupnicí 1 - 5.

Vstupní rozhraní NDIC	<ul style="list-style-type: none"> • 1. Datový sklad
Vstupní údaje modulu	<ul style="list-style-type: none"> • Charakteristika provozu (vybrané detektory) <ul style="list-style-type: none"> ○ Intenzita provozu ○ Obsazenost detektoru ○ Rychlost provozu • Historická data detektorů, charakteristiky, např. denní variace • Událost systému NDIC • Definice úseků (GIS)
Výstup modulu	<ul style="list-style-type: none"> • Klasifikace 1 až 5 pro daný úsek • Generování události systému NDIC
Odebírá modul NDIC	<ul style="list-style-type: none"> • Modul 2.7. pro všechny úseky

	<ul style="list-style-type: none"> • Modul 2.6. události definované pravidly
Výstupní rozhraní NDIC	<ul style="list-style-type: none"> • 1. Datový sklad

FCD data mohou napomoci k zpřesnění výpočtu stavu dopravy, především z pohledu získání aktuální charakteristiky o dopravním proudu a to s lokalizací v mezilehlých úsecích instalovaných detektorů (detekci kolon/konce kolon).

FCD data mohou sloužit k odhadu stavu dopravy v úsecích nevybavených žádným standardním sběrem dopravních dat.

5.5.2 Modul pro výpočet dojezdových dob (2.4.)

Modul zajišťuje výpočet dojezdových časů na nadefinovaných úsecích pozemní komunikace využívající převážně informace z automatických detektorů dopravy. Modul při výpočtu zohledňuje další informace jako např. informace o uzavírkách, alternativních objízdných trasách a kolonách získaných z agendových systémů poskytující verbální dopravní informace. Informace o dojezdové době se aktualizují v pětiminutových intervalech a vypočítaná hodnota je vztažena na celý úsek komunikace a směr. Čas na projetí určité trasy se pak počítá jako součet dojezdových dob všech úseků ležících na dané trase.

Vstupní rozhraní NDIC	<ul style="list-style-type: none"> • 1. Datový sklad
Vstupní údaje modulu	<ul style="list-style-type: none"> • Charakteristika provozu (vybrané detektory) <ul style="list-style-type: none"> ○ Intenzita provozu ○ Obsazenost detektoru ○ Rychlost provozu • Historická data detektorů, charakteristiky, např. denní variace • Událost systému NDIC • Definice úseků (GIS)
Výstup modulu	<ul style="list-style-type: none"> • Čas průjezdu konkrétním úsekem • Čas průjezdu agregovaných úseků
Odebírá modul NDIC	<ul style="list-style-type: none"> • Modul 2.7.
Výstupní rozhraní NDIC	<ul style="list-style-type: none"> • 1. Datový sklad

FCD data mohou napomoci k zpřesnění výpočtu časů průjezdu úseky, především z pohledu získání aktuální charakteristiky o dopravním proudu.

FCD data mohou být implementována pro stanovení jízdních časů na alternativních objízdných trasách těchto komunikací, v případech uzavírek či dopravních nehod.

FCD data mohou sloužit k odhadu jízdní doby v úsecích nevybavených žádným standardním sběrem dopravních dat.

5.5.3 Modul pro predikci dopravní situace(2.5.)

Modul zajišťuje výpočet predikované dopravní situace na základě získaných informací o aktuální dopravní situaci a o historickém vývoji dopravní situace v čase a lokalitě. Na základě těchto informací provádí modul při každé změně stavu dopravy výpočet predikovaného stavu.

Vstupní rozhraní NDIC	<ul style="list-style-type: none"> 1. Datový sklad
Vstupní údaje modulu	<ul style="list-style-type: none"> Charakteristika provozu (vybrané detektory) <ul style="list-style-type: none"> Intenzita provozu Obsazenost detektoru Rychlost provozu Historická data detektorů, charakteristiky, např. denní variace Událost systému NDIC Definice úseků (GIS)
Výstup modulu	<ul style="list-style-type: none"> Predikce času průjezdu konkrétním úsekem v pětiminutových intervalech na následující dvě hodiny
Odebírá modul NDIC	<ul style="list-style-type: none"> Modul 2.4.
Výstupní rozhraní NDIC	<ul style="list-style-type: none"> 1. Datový sklad

FCD data mohou napomoci k zpřesnění výpočtu časů průjezdu úseky, především z pohledu získání aktuální charakteristiky o dopravním proudu.

Implementace FCD data do tohoto modulu napomůže zpřesnění predikcí stavu dopravy.

FCD data mohou sloužit k odhadu jízdní doby v úsecích nevybavených žádným standardním sběrem dopravních dat.

FCD data mohou sloužit k validaci tohoto modulu.

5.5.4 Modul Statistiky a dopravní analýzy (6.1.)

Modul umožňuje dopravním inženýrům přístup k datům pro modelování dopravních situací, provádět statistické a analytické vyhodnocení aktuálních i historických dat a tato data v požadovaných formátech exportovat.

FCD data mohou sloužit k zjišťování dopravních charakteristik v úsecích nevybavených žádným standardním sběrem dopravních dat.

FCD data mohou sloužit k zjišťování dopravní obslužnosti území pomocí OD (origin - destination) matic.

5.5.5 Datový sklad (1.)

Datový sklad, základ celého systému NDIC, který je složen z datového a aplikačního jádra. Datové jádro představuje jednotný model sítě pozemních komunikací resp.

GlobalNetwork. Aplikační jádro zajišťuje softwarové funkce pro využití v celém systému NDIC.

Implementace FCD si vyžádá úpravy v datovém i aplikačním jádru. Jednak je třeba vytvořit struktury pro ukládání FCD a rovněž i funkce pro přístup a jejich zpracování.

5.5.6 Modul vstupního rozhraní (2.1.)

Modul provádí kontrolu validity dat, resp. kontrolu struktury XML a povinných atributů. V případě ověřené validity zajistí modul konverzi a uložení dat do datového skladu. V případě nevalidních dat pošle příslušnému komunikačnímu modulu informaci o nevalidních datech.

V rámci integrace FCD bude nutné rozšířit funkce modulu pro tento typ dat.

5.5.7 Modul pro zpracování a vyhodnocení dat (2.2.)

Modul provádí zpracování a vyhodnocení dat, která byla do systému přijata prostřednictvím vstupního rozhraní. Modul zajišťuje výpočet agregovaných dopravních charakteristik získaných z detektorů dopravy v určitých časových okamžicích – tzn. provede se výpočet průměrných hodnot dopravních charakteristik za určitý časový interval.

V rámci integrace FCD bude nutné rozšířit funkce modulu pro tento typ dat.

5.5.8 Vstupní rozhraní (7.)

V rámci integrace FCD do NDIC bude nutné stanovit konkrétní přístupové body a protokoly poskytovatele dat do prostředí JSDI, definice sémantického obsahu předávaných zpráv, datový formát, způsob autentizace a zabezpečení celého přenosu. Definice sémantického obsahu FCD bude vyžadovat vzájemné jednání mezi poskytovatelem dat a ŘSD pro velmi variabilní možnosti předávání dat, např. :

- ŘSD ČR bude získávat a zpracovávat FCD data přímo v nezpracovaném stavu z palubních jednotek a v rámci NDCI modulů je přiřadí na úseky digitální mapy silniční sítě a zpracuje a připraví pro další využití.
- Poskytovatel FCD dat bude data z vozidel předzpracovávat a agregovat do požadovaného formátu smluvně sjednaného.
- Poskytovatel FCD dat bude data poskytovat a agregovat v obecném (proprietárním) formátu.

Tento obecný návrh implementace FCD dat do JSDI a NDIC vychází z obecného popisu JSDI a NDIC uvedených v dokumentech a na základě osobních schůzek řešitele se zástupci firmy VARS Brno a.s. Odborný návrh implementace FCD vyžaduje detailní rozpracování na základě podrobné analýzy současných funkcí jednotlivých subsystémů a jejich modulů s vytvořením funkčních, technických a designových specifikací konkrétního řešení s definováním vlastního přínosu implementace GFCD oproti současnému stavu.

FCD data je možno v budoucnosti integrovat také do dalších aplikací jako např. univerzální sběr dopravních informací, která slouží k zadávání a evidenci dopravních událostí na celé síti ČR. Systém umožňuje vytvářet dopravní události s využitím číselníku Alert-C a lokalizovat je na síti komunikací ČR Global Network. Jednalo by se o sběr událostí typu dopravní nehoda, překážka provozu a hustota dopravy.

5.6 Úlohy k řešení v rámci integrace FCD

Následující odstavce jsou věnovány předpokládanému úlohám integračního procesu FCD dat do JSDI /NDIC, ke kterým bude pravděpodobně nutné zpracovat samostatné studie a rozpracování.

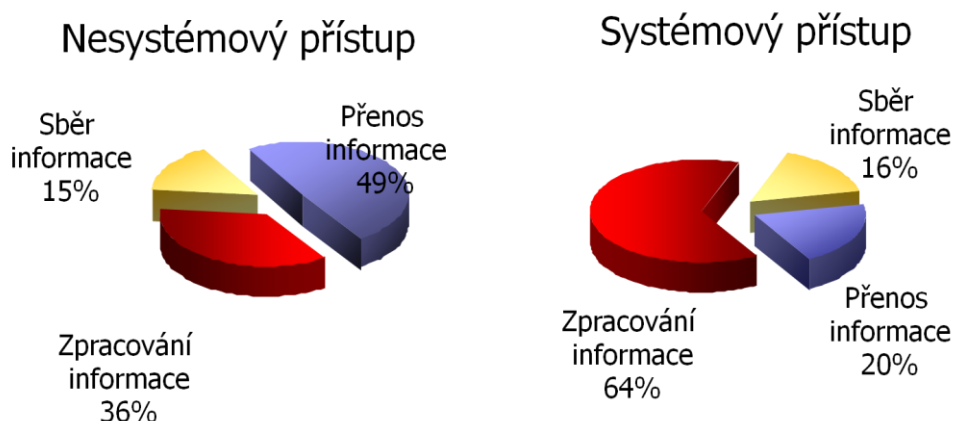
5.6.1 Harmonogram implementace

V rámci integrace předpokládáme z funkčního pohledu následující harmonogram implementace.

1. Zkušební ověření využití FCD (bez integrace do JSDI) na vybrané části komunikační sítě (např. D1)
 - v místech s plánovanou dlouhodobou uzavírkou za účelem identifikace vzniku kongescí a kolon.
 - za účelem identifikace jízdních časů.
 - souhrnné ověření kvality dat musí proběhnout v rámci zkušebního provozu implementace aplikací využívajících FCD, v delším časovém období a zájmových oblastech.
2. Legislativní a obchodní rámec využívání dat FCD v rámci JSDI
3. Projekt implementace FCD do JSDI
 - a. Definice rozhraní
 - b. Implementace
4. Zkušební provoz
5. Rutinní provoz
 - a. Nezávislá kontrolní funkce kvality, spolehlivosti a bezpečnosti

5.6.2 Obchodně provozní model FCD

V rámci dlouhodobého provozu ITS aplikací je nutné již od počátku sledovat způsob implementace těchto systémů, neboť finanční náklady na jejich provoz se velmi odráží ve způsobu jejich architektonického řešení. Obrázek níže ukazuje statistické zhodnocení systémového a nesystémového přístupu k řešení telematických aplikací a ukazuje procentní rozdělení nákladů provozu jednotlivých skupin zpracování.



Obrázek 56 Rozdělení nákladů na provoz ITS systému

V rámci ekonomické studie nasazení FCD jakožto doplněk / náhrada alternativních detektorů je nutné posoudit

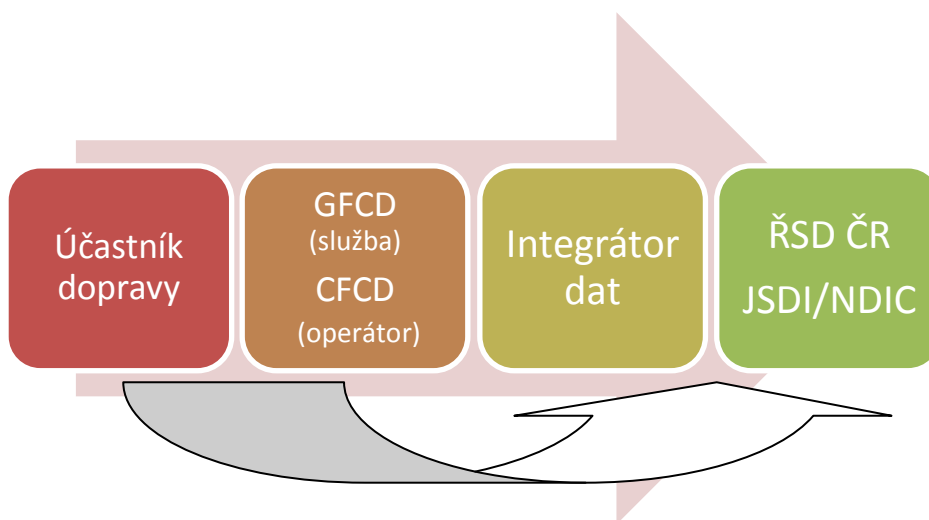
3. Náklady

- a. Na realizaci
 - b. provozní náklady po realizaci (energie, servis,)
4. Přínosy
- a. vnitřní procesy (úspora nákladů na mzdy a energie, snížení nároků na investice)
 - b. vnější procesy (zlepšení / zkvalitnění služeb)
 - c. celospolečenské v oblasti extrenalit (zdraví a život občana)

Na základě informací o potencionálních vhodných poskytovatelích dat se v této fázi nedají odhadnout náklady na roční zajištění GFCD zdroje dat, jelikož jsou závislé na způsobu předávání dat, rozsahu poskytovaných úseků a dalších parametrech této služby.

Zároveň by bylo dobré zvážit rozsah a formu státem (státní organizací) poskytovaných dopravních informací. Pokud by byly výstupy JSDI poskytovány široké veřejnosti zdarma, nebude pro budoucí možné alternativní poskytovatele na trhu prostor.

Rovněž je třeba zachovat možnost implementace FCD dat ze všech v budoucnosti dostupných zdrojů, neboť zcela jistě mohou přispět ke zkvalitnění služeb.



Obrázek 57 Řetězec zpracování FCD dat

Obrázek 57 znázorňuje jednoduché zobrazení možného řetězce zpracování FCD dat. V rámci přenosu zpracování FCD je možné projít celý tento řetězec, nebo lze i nastavit podmínky pro možné obejití jednotlivých subjektů (Např. účastník dopravy by se sám osobně přihlásil k sběru dat přímo pro NDIC). Je třeba si uvědomit, že každý z těchto subjektů může (a měl by) v tomto procesu zajistit funkce, které celou službu udělají efektivnější (např. sníží nároky na komunikace), bezpečnější (anonymizuje data), kvalitnější (metody zpřesnění polohy, kvalitní přijímač GPS), a tedy že je vhodné s nimi v celém procesu počítat.

Hlavní otázkou spojenou s FCD není, zda tato technologie nabízí efektivní cestu ke sběru reálných dat, ale jaké aplikace a jaké výhody tyto aplikace mohou přinést v krátkodobém a střednědobém období. Přesnější a věrohodnější dopravní data mohou vést ke zlepšení v mnoha oblastech, jak již bylo několikrát zmíněno, každá tato oblast ovšem vyžaduje specificky zajištěná a zpracovaná FCD data.

5.6.3 Cenové posouzení

Používání konvenčních (stacionárních) detektorů, nebo dokonce vrtulníků či letadel ke zjištění aktuální dopravní informace je velice finančně nákladné a nemůže pokrýt větší geografickou oblast. Díky vysoké ceně dat získaných z konvenčních detektorů se dá

předpokládat veliký potenciál ve využití FCD dat pro účely sledování dopravy a pro řízení dopravy. Obzvláště pak mohou napomoci k zpřesnění identifikace konce dopravních kolon, zpomalující se dopravy, jízdních časů atd. a to vše za přijatelnou cenu. Tato skutečnost je použitelná ve velkých městech, které trpí vysokou hustotou dopravy. Na dálnicích jsou požadavky na dostupnost a kvalitu nepatrně jiné (liniová identifikace chování dopravního proudu a ne síťová) a tudíž se dá očekávat kombinace FCD a konvenčních detektorů.

V současné době je možno říci, že FCD data mohou nabídnout cenově efektivní metodu sběru reálných dopravních dat spolu s vysokou úrovní přesnosti, dostupnosti a oblasti pokrytí v porovnání s konvenčními technologiemi. Příkladem jsou zkušenosti s implementací FCD dat v USA, kde státní orgány investují přes jeden bilion dolarů každý rok do monitorování dopravní situace, jenž pokrývá pouze jedno procento národní dopravní sítě (cena použití konvenčních dopravních detektorů je kolem 100.000 USD / míle). Během testů a pilotních ověřování se prokázalo, že cena získaných dat z FCD systémů je násobně menší a to i přesto že FCD systém je velice náročný na komunikaci mezi vozidly a centrálou, jenž je velice nákladná.

5.6.4 Přesnost FCD systémů

Je jasné, že úroveň přesnosti očekávaná z FCD dat je přímo úměrně závislá na úrovni chyby související s identifikací polohy vozidla. Tato identifikace záleží na použité technologii, jež vzniká při zpracování GPS signálu anebo vypočítává polohu mobilního telefonu. Nepřesné určení polohy má negativní vliv na veškeré aplikace využívající FCD, např. výpočty jízdních časů.

V Evropě i ve světě proběhlo v minulosti mnoho testů zaměřených na porovnání přesnosti FCD dat s daty získanými z konvenčních detektorů. Výsledky ukazují velice dobrou korelaci mezi oběma technologiemi sběru dopravních dat, tyto pozitivní výsledky byly ale zjištěny pouze na němých z vybraných úseků. Identifikace vhodného počtu vybavených a sledovaných vozidel stejně jako časové intervaly pro sběr FCD dat jsou kritickými problémy nutnými k vypovídající identifikaci stavu dopravy na celé síti. Dáno úrovní přesnosti jednotlivých technologií je nutné odpovědět na otázky:

Jak přesně je změřena poloha, jak spolehlivý je proces mapování polohy na modelové vrstvy sítě?

Kolik vybavených a kolik sledovaných vozidel je nutné mít v provozu na sledovaném úseku pozemní komunikace, jež by mohli poskytnout přesnou a spolehlivou informaci? Jinými slovy, jaký je minimální vzorek vozidel nutný k získání informací pro jednotlivé aplikace? Tyto otázky jsou považovány za kritické a záleží na schopnostech technologií a jejich omezení. Jako příklad může být uveden vzorek 3000 – 5000 sledovaných vozidel byl odhadnut jako reprezentativní vzorek, jenž by měl být použit v městských oblastech (22).

Jak často by se měla informace posílat z vozidel do řídicího centra?

Jaká je přijatelná chyba / odchylka pro jednotlivé aplikace například pro případ identifikace jízdních časů.

Jak již bylo řečeno, v minulosti bylo učiněno mnoho porovnávacích testů a pilotních ověřování porovnávajících FCD systémy s konvenčními detektory. Přesto, že výsledky jsou velice pozitivní, je nutné nadefinovat u každé aplikace, jež bude data využívat, nastavit základní systémové parametry, očekávání přesnosti a kvality poskytovaných dat.

K základním systémovým parametrům každé telematické aplikace, jejich subsystémů a funkcí patří:

- **Kontinuita (spojitost)**
schopnost systému plnit požadované funkce/procesy bez (neplánovaného) přerušení
- **Integrita**
schopnost systému včasné a bezchybně informovat uživatele, že systém nemůže být použit pro operace daného postupu
- **Bezpečnost**
schopnost systému, že v případě vzniku poruchy nedojde k poškození systému nebo k materiálním ztrátám či ztrátám na lidských životech
- **Přesnost**
shody mezi měřenou a definovanou hodnotou parametru/procesu/funkce
- **Spolehlivost**
schopnost systému plnit požadované funkce bez přerušení během daného postupu v průběhu definovaného časového intervalu
- **Dostupnost**
schopnost systému plnit požadované funkce při inicializaci (spuštění) systému/procesu dle daného postupu

5.6.5 Obavy spojené s uchováním soukromí

Bavíme-li se o FCD systémem je hlavní obavou uchování anonymity poskytovatele dopravních informací a to souvisí s otázkami:

Jaká data budou poskytována? Jaká je jejich životnost?

Jak je zabezpečen jejich přenos?

Jak jsou data zabezpečena proti libovolné formě zneužití?

Z výsledků pilotních testů a reálných aplikací je zřejmé, že FCD data lze využít jako monitorovací nástroj kde poskytovatelé FCD dat poskytují garance o ochraně a anonymitě získaných dat. Tyto základní požadavky na fungování FCD jsou podpořeny několika vyvinutými technickými přístupy, jež měli zaručit ochranu a anonymitu získaných dat. (například se jedná o kryptografické mechanismy atc.)

Tyto obavy ze stran uživatelů jsou ale převážně stejné, jako když používají mobilní telefony či emaily. Z tohoto důvodu je vhodné nadefinovat jasné pravidla provozu FCD systému, jež si získají důvěru uživatelů. Z těchto důvodů jsou poskytovatelé služeb (zvláště pak mobilní operátoři) opatrní na to, jak využívají data svých klientů.

Další otázkou je vlastnictví dat získaných z FCD systémů.

Kdo je či bude vlastníkem velké databáze?

Mělo by vlastnictví být sdíleno všemi zúčastněnými stranami?

Tyto otázky musí být adresovány a zodpovězeny v časovém horizontu před implementací tak, aby byla zaručena vůbec možnost implementace FCD reálných dat do existujících či budovaných systémů.

Pro účely ochrany osobních dat musí být použity standardní metody a přístupy, jež splňují národní a mezinárodní požadavky v této oblasti. (například ISO/TC204/WG16)

V případě, že nedojde k použití standardů (základní principy pro ochranu osobních dat získaných z monitorovaných zařízení), může vést implementace ke ztrátě důvěry v systém ze strany všech uživatelů.

5.6.6 Metodika kontroly FCD poskytovatele

Jelikož FCD jsou systémem s mnoha prvky a funkcemi, jak organizačními, tak programovými i hardwarovými, bude nutné v rámci přípravy implementace rozpracovat rovněž postup posouzení, či „certifikace“, celého procesu a jednotlivých komponent. V rámci posuzování systémových parametrů a kontrolní činnosti budou sledovány oblasti:

- Kontrola skutečného vzniku dat a procesu jejich přenosu a agregace (data lze poskytovateli automaticky generovat, tedy falšovat)
- Reprezentativnost vzorku sledovaných vozidel
- Přesnost GNSS měření
 - Kvalita přijímačů
 - Zpřesnění ad hoc, či následné zpracováním pomocí korekčních dat charakteristická pro území Evropy (EGNOS, CZEPOS)
- Kvalita přiřazení polohy k síti
 - Užití souřadných systémů, transformací
 - Kvalita funkce přiřazení
 - Užitá modelová síť území
- Kontrola přenosu dat
 - Frekvence/správný obsah
 - Zabezpečení
- Dlouhodobé sledování přínosu FCD do systému NDIC

6 Citovaná literatura

1. *Travel Time Data Collection Handbook, Report No. FHWA-PL-98-035.* : Office of Highway Policy Information, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, 1998.
2. *Extended floating car data for the acquisition of traffic information.* **W. Huber, M. Ladke, R. Ogger.**
3. **Martin, P.T., Feng, Y., Wang, X.** *Detector Technology Evaluation, Technical Report.* : Utah Transportation Center, 2003.
4. The Research and Innovative Technology Administration (RITA). *ITS Costs Database.* [Online] U.S. Department of Transportation. [Citace: 1. 5 2010.] <http://www.itscosts.its.dot.gov>.
5. *CEN/TS 14821 -6:2003 (E) Dopravní a cestovní informace (TTI) – TTI zprávy pomocí cehulárních sítí – Část 6: Vnější služby (ISO/DTR 14821-6:2000).* : autor neznámý, 2003.
6. **Nick Simmons, Jonathan Burr, Dr Gary Gates.** *COMMERCIAL APPLICATIONS ARISING FROM A FLOATING VEHICLE DATA SYSTEM IN EUROPE.* : 9th World Congress On Intelligent Transport Systems, 2002.
7. **J. Burr, N. Simmons.** *FLOATING VEHICLE DATA –NUMBER OF PROBES FOR REAL TIME COVERAGE.* : ITIS Holdings Plc. ITS World Congress 2002, 2002.
8. **Prognos AG, Keller, H.** *Wirkungspotentiale der Verkehrstelematik zur Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsmittelnutzung.* Basel : Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2001.
9. **Karlosson, Niclas.** *Floating Car Data Deployment & Traffic Advisory Services.* : Volvo Technology corporation, 2002.
10. **BMW.** *Connected Drive.* : BMW Group Technology Communications, 2002.
11. *Short term traffic prediction using cluster analyses based on FCD.* **Alexander Sohr, Peter Wagner.** : DLR institute of transport systems, 2008.
12. *Monitoring Travel Behaviour and service quality in transport networks with floating phone data.* **Scglaich, Markus Friedrich Prokop Jehlicka Thomas Otterstatter Johannes.** Stuttgart : Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik, Universität Stuttgart, 2008.
13. *Floating car data for traffic monitoring.* **K. Torp, H. Lahrmann.** Denmark : Alborg University Denmark.
14. *Floating Car Data for Traffic Monitoring.* **Lahrmann, Harry.** Aalborg, Denmark : Towards Intelligent Future; Easy Way, Towards Intelligent Future; Easy Way, 2007.
15. **Breheret, Laurent.** *Real-time information on road traffic based on Floating car data.* : Sodit, 2007.
16. *Traffic Estimation And Prediction Based On Real Time Floating Car.* **Corrado de Fabritiis, Roberto Ragona, Gaetano Valenti.** Beijing, China : 11th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, 2008.
17. *THE VARIOUS USES OF FLOATING CAR DATA.* **Turksma, S.** Peek Traffic BV, The Netherlands : Road Transport Information and Control, Conference Publication No. 472, 2000.

18. Coalition's web site. [Online] <http://www.i95coalition.org>.
19. Florida Department Of Transportation. [Online] <http://www.dot.state.fl.us/>.
20. **Miloš Axmann.** *JSDI – Jednotný systém dopravních informací*. Brno : VARS BRNO a.s., 29.4.2010. str. 22.
21. *SYSTÉM DOPRAVNÍHO INFORMAČNÍHO A ŘÍDÍCÍHO CENTRA -Popis systému, Verze: 4.0*. Brno : VARS BRNO a.s., 8.6.2010. str. 37.
22. **Rose, Geoff.** Mobile Phones as Traffic Probes: Practices, Prospects and Issues. *Transport Reviews*. 2006, Sv. 26, 3.

7 Přílohy:

7.1 Popis vzorku dat

V návaznosti na jednání byly dne 12. 5. 2010 poskytnuty soubory:

- stat_D1_100503_100510.txt ,
- stat_D1_100426_100503.txt,
- stat_5kvetna_100426_100503.txt,
- stat_5kvetna_100503_100510.txt,

Poskytnutá data jsou z období 26.4.2010 0:00 -9.5.2010: 23:59, ve struktuře:

- cas - časové razítko, v sec počítáno od 1. 1. 2000
- usek_id - id úseku
- smer - true/false - ve směru v protisměru definovaného úseku
- komunikace_nazev - název komunikace
- usek_nazev - název úseku
- prumer_rychlost - průměrná rychlost (v km/h na 2 desetinná místa)
- rozptyl_rychlost - rozptyl rychlosti (v km/h na 2 desetinná místa)
- pocet_poloh - počet poloh
- pocet_vozidel - počet vozidel
- hist0 - hist19 - hodnoty četnosti v histogramu
k histogramům: //12 4 0 0 1 0 0 0 0 0 2 0 2 2 3 2 0 0 0 0 0 0 - první dvě hodnoty (12 4)
uvádějí počet bodů a vozidel pro daný úsek), další hodnoty jsou počty bodů v
rychlostech v kategoriích od 0 do 200km/h.

7.2 Základní informativní výpis o nehodách



Jednotná dopravní vektorová mapa ®
Úloha: Dopravní nehody
Informativní tiskový výstup

Základní informativní výpis o nehodě číslo:

160041101114

Lokalita nehody	Měřín (Vysočina)
Datum nehody	04.05.2010
Den v týdnu	úterý
Čas nehody	06:50



Druh pozemní komunikace	dálnice
Číslo pozemní komunikace	1
Zavinění nehody	řidičem motorového vozidla
Alkohol	ne
Usmrceno osob (do 24 hodin od nehody)	0
Těžce zraněno osob	0
Lehce zraněno osob	0



Jednotná dopravní vektorová mapa ©
Úloha: Dopravní nehody
Informační tiskový výstup

Druh nehody	havárie
Druh srážky	nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel
Druh pevné překážky	nepřichází v úvahu, nejde o srážku s pev.překážkou
Příčina nehody	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla
Povrch vozovky	beton
Stav povrchu vozovky	povrch mokrý
Stav komunikace	dobrý, bez závad
Povětrnostní podmínky	neztížené
Viditelnost	ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek
Rozhledové poměry	dobré
Dělení komunikace	čtyřpruhová s dělicím pásem
Situování nehody	na jízdním pruhu
Řízení provozu	žádný způsob řízení provozu
Místní úprava přednosti v jízdě	žádná místní úprava
Objekty	žádné nebo žádné z uvedených
Směrové poměry	přímý úsek
Místo nehody	mimo křižovatku
Druh křižující komunikace	neurčeno
Smyk	ne
Směr jízdy	jedoucí - proti směru staničení na komunikaci
Počet zúčastněných vozidel	1
Druh vozidla	nákladní automobil (včetně multikáry, autojeřábu, cisterny atd.)
Výrobní značka motorového vozidla	IVECO
Rok výroby vozidla	02
Charakteristika vlastníka vozidla	soukromá organizace (podnikatel, s.r.o., v.o.s., a.s., atd.)
Celková hmotná škoda (sto.Kč)	100
Škoda na vozidle (sto.Kč)	50
Vozidlo po nehodě	nedošlo k požáru
Únik hmot	žádné z uvedených
Způsob vyproštění osob	použitím speciální vyprošťovací techniky
Kategorie řidiče	s řidičským oprávněním skupiny c
Stav řidiče	dobrý - žádné nepříznivé okolnosti nebyly zjištěny
Vnější ovlivnění řidiče	řidič nebyl ovlivněn



Jednotná dopravní vektorová mapa ®
Úloha: Dopravní nehody
Informační tiskový výstup

Základní informativní výpis o nehodě číslo:

160041101118

Lokalita nehody	Měřín (Vysočina)
Datum nehody	06.05.2010
Den v týdnu	čtvrtek
Čas nehody	09:05



Druh pozemní komunikace	dálnice
Číslo pozemní komunikace	1
Zavinění nehody	řidičem motorového vozidla
Alkohol	ne
Usmrceno osob (do 24 hodin od nehody)	0
Těžce zraněno osob	0
Lehce zraněno osob	0



Jednotná dopravní vektorová mapa ®
Úloha: Dopravní nehody
Informativní tiskový výstup

Druh nehody	jiný druh nehody
Druh srážky	nepřichází v úvahu, nejde o srážku jedoucích vozidel
Druh pevné překážky	nepřichází v úvahu, nejde o srážku s pev.překážkou
Příčina nehody	vjetí na nebezpečnou krajnici
Povrch vozovky	beton
Stav povrchu vozovky	povrch mokrý
Stav komunikace	přechodná uzavírka jednoho jízdního pruhu
Povětrnostní podmínky	děšť
Viditelnost	ve dne, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, sněžení, déšť apod.)
Rozhledové poměry	dobré
Dělení komunikace	čtyřpruhová s dělicím pásem
Situování nehody	na krajnici
Řízení provozu	žádný způsob řízení provozu
Místní úprava přednosti v jízdě	žádná místní úprava
Objekty	žádné nebo žádné z uvedených
Směrové poměry	přímý úsek
Místo nehody	mimo křižovatku
Druh křižující komunikace	neurčeno
Smyk	ne
Směr jízdy	jedoucí - proti směru staničení na komunikaci
Počet zúčastněných vozidel	1
Druh vozidla	nákladní automobil s návěsem
Výrobní značka motorového vozidla	DAF
Rok výroby vozidla	08
Charakteristika vlastníka vozidla	registrované mimo území ČR
Celková hmotná škoda (sto.Kč)	900
Škoda na vozidle (sto.Kč)	650
Vozidlo po nehodě	žádná z uvedených
Únik hmot	žádné z uvedených
Způsob vyproštění osob	nebylo třeba užít násilí
Kategorie řidiče	s řidičským oprávněním skupiny c
Stav řidiče	dobrý - žádné nepříznivé okolnosti nebyly zjištěny
Vnější ovlivnění řidiče	řidič nebyl ovlivněn