

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Využití projektu C-Roads v prostředí
logistické firmy**

(Bakalářská práce)

Zadání první strana



Vysoká škola
logistiky
o.p.s.

Zadání bakalářské práce

student	Vladislav Purma
studijní program	Logistika
obor	Dopravní logistika

Vedoucí Katedry bakalářského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v bakalářském studijním programu určuje tuto bakalářskou práci:

Název tématu: **Využití projektu C-Roads v prostředí logistické firmy**

Cíl práce:

Zpracovat přehled plánovaných (případně již dosažených) výstupů projektu C-Roads. Zhodnotit jejich přínos z pohledu podmínek logistické firmy.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Bakalářskou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Logistické procesy
2. Informační podpora, systémy C-ITS
3. Logistika v prostředí Průmyslu4.0
4. Projekt C-Roads a jeho cíle
5. Přínosy projektu pro procesy logistické firmy

Závěr

Zadání druhá strana

Rozsah práce: 35 – 40 normostran textu

Seznam odborné literatury:

Gros, I., Barančík, I., Čujan, Z.: Velká kniha logistiky. VŠCHT Praha, 2018, ISBN 978-80-7080-952-5

Národní webový portál projektu C-Roads [on-line] dostupné z <http://c-roads.cz/> [cit. 20-10-2018]

Evropský webový portál projektu C-Roads [on-line] dostupné z <https://www.croads.eu/> [cit. 20-10-2018]

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Dr. Ing. Oldřich Kodým

Datum zadání bakalářské práce:

31. 10. 2018

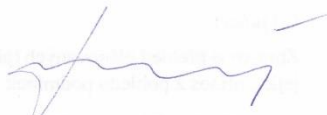
Datum odevzdání bakalářské práce:

4. 5. 2019

Přerov 31. 10. 2018



Ing. et Ing. Iveta Dočkalíková, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivan Hlavoň, CSc.
rektor

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou bakalářskou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat před tím o této skutečnosti Vysokou školu logistiky o.p.s. prorektora pro vzdělávání.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že bakalářská práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované bakalářské práce v její tištěné i elektronické verzi. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 24. 04. 2019

.....

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mě podporovali během studia a při psaní bakalářské práce. Zvláště pak děkuji vedoucímu této bakalářské práce panu doc. Dr. Ing. Kodymovi za odborné konzultace, názory a připomínky. Současně bych rád vyjádřil dík paní Simoně Hadamčíkové, dispečerce firmy Autodoprava Tomáš Hadamčík, za poskytnutí cenných dat využitelných v této práci. Také bych chtěl poděkovat své rodině, zejména manželce, které mi dodávala potřebnou energii po celou dobu studia.

Anotace

Tato bakalářská práce je zaměřena na kooperativní inteligentní systémy, zejména na projekt C-Roads, u kterého je zkoumáno využití v procesech logistické firmy. V práci je řešen rozbor logistických procesů v silniční dopravě, dále je popsána funkce ITS systémů od jejich vzniku až po systémy C-ITS, na jejichž bázi pracuje zkoumaný projekt. V další části jsou popsány etapy průmyslové revoluce až do současnosti, kdy Průmysl 4.0 udává směr moderním technologiím a inovacím. O projektu C-Roads pojednává čtvrtá kapitola, jež je navíc doplněna rozbohem ostatních projektů pracujících na podobné bázi. Poslední část práce je zaměřena na využití systémů C-ITS v prostředí dopravní firmy, jsou zde rozebrány tři denní trasy vozů, u kterých došlo k neočekávaným událostem. Závěrečné vyhodnocení poukazuje na očekávané úspory pro firmu v případě využití výhod kooperativních inteligentních systémů.

Klíčová slova

Kooperativní inteligentní systémy, C-ITS, OBU jednotky, RSU jednotky, C-Roads

Annotation

This Bachelor thesis is focused on cooperative intelligent systems, in particular on the project C-Roads, which is searching utilization of the project in a logistics company surroundings. In thesis is solved the analysis of logistics processes in road transport, then analyzes ITS systems from their origin to C-ITS systems, on their bases the researched projekt works. In the next part are described the stages of the industrial revolution up to the present, when the Industry 4.0 indicates the direction of modern technology and innovation. The project C-Roads is discussed in the fourth chapter, which is supplemented by an analysis of projects works on a similar basis. The last part of the thesis discusses the possibility of using C-ITS systems in the transport company environment, there are described three daily routes of cars, where happens unexpected events. The final evaluation points to the expected savings for the company in the case of the use of the use of the advantages of cooperative intelligent systems.

Keywords

Cooperative systems, C-ITS, The OBU units, The RSU units, C-Roads

OBSAH

OBSAH.....	7
ÚVOD.....	9
Logistické procesy	10
1.1 Silniční doprava	10
1.1.1 Silniční nákladní vozidla	10
1.1.2 Typy přeprav	11
1.1.3 Síť pozemních komunikací	11
1.1.4 Mezinárodní smlouvy	12
1.2 Postavení dopravy v rámci logistického řetězce	13
1.3 Logistické procesy v dopravě.....	14
1.3.1 Kvalita dopravy ve vztahu k logistickým procesům.....	16
2 Informační podpora a systémy C-ITS.....	17
2.1 Historie telematiky	17
2.2 Systémy ITS	17
2.2.1 Architektura ITS	19
2.2.2 Hierarchická struktura dopravně-telematického systému.....	19
2.2.3 Přínos systému ITS	20
2.3 Kooperativní inteligentní systémy C-ITS	21
2.3.1 Části systémů C-ITS	21
2.3.2 Základní druhy bezdrátové komunikace	22
2.3.3 Základní komunikační funkce	23
2.3.4 Slow stationary vehicle	24
3 Logistika v prostředí Průmyslu 4.0.....	26
3.1 Etapy průmyslové revoluce.....	26
3.2 Internet věcí.....	29
3.3 Průmysl 4.0 v logistice	29
4 Projekt C-Roads a jeho cíle	31
4.1 Projekt C-Roads Czech Republic.....	31
4.2 Etapy implementace projektu.....	32
4.3 Projekty na bázi kooperativních systémů.....	35
4.3.1 Crocodile.....	35
4.3.2 URSA Czech Republic	36
4.3.3 eCall.....	37
5 Přínosy projektu pro procesy logistické firmy.....	38

5.1	Profil firmy AD Hadamčik.....	38
5.2	Vozový park firmy Autodoprava Tomáš Hadamčik.....	39
5.3	Možné přínosy projektu pro firmu	39
5.3.1	Plánované denní jízdy.....	40
5.4	Závěrečné hodnocení	44
6	ZÁVĚR	46
	Seznam bibliografických citací.....	47
	Seznam zkratk.....	49
	Seznam ilustrací.....	51
	Seznam tabulek.....	52

ÚVOD

V této bakalářské práci je z velké části objasňován význam inteligentních dopravních systémů. Tento pojem se ve světě dostal do povědomí již v 60. letech, postupně prošel vývojem a v dnešní době se zdá být poměrně nezbytnou součástí fungování dopravy. C-ITS systémy se z většiny orientují na silniční dopravu, pro kterou jsou v současnosti aktuálními tématy: bezpečnost, ekologičnost a nástup nových technologií. Je nutno připomenout, že k pozastavení se nad těmito tématy nejvíce přispívá neustále narůstající intenzita dopravy a omezená kapacita dopravní infrastruktury. Z hlediska bezpečnosti na silnicích jsou považovány systémy C-ITS za průlomové, jelikož dokáží okamžitě vyhodnocovat nenadálé situace a podávat potřebné informace všem zainteresovaným. Dalšími přínosy aplikace inteligentních dopravních systémů jsou úspora času, zvýšení efektivnosti dopravní sítě, v určité míře i snížení spotřeby paliva a v případě dopravních firem lze očekávat výraznou úsporu finančních prostředků. Možná úsporná opatření pro dopravní firmu jsou interpretována v páté kapitole této práce. Z větší části je tato bakalářská práce zaměřena na témata, která s určitou mírou pravděpodobnosti nastanou v budoucnu. Co je však daným faktem, je téma první kapitoly, která pojednává o silniční přepravě jako takové, postavení dopravy v rámci logistických procesů a současně rozebírá proces vybrané logistické operace. V další kapitole je popsán princip dopravní telematiky, což je stěžejní obor pro fungování ITS systémů, ze kterých následně vycházejí C-ITS systémy, které jsou založeny na vzájemné kooperaci mezi vozidly, ale také mezi vozidly a infrastrukturou. Následující kapitola pojednává o vývoji průmyslové revoluce až po současný Průmysl 4.0, jež je charakterizován nastupující digitalizací a robotizací zejména v průmyslových odvětvích. Projektu C-Roads se zabývá čtvrtá část této práce a jak již bylo zmíněno, jedná se spíše o vidinu budoucího přínosu, jelikož doposud nebyl tento projekt kompletně nasazen do provozu a je ve fázi testování.

Cílem práce je dokázat využití projektu C-Roads v procesech logistické firmy. Pro interpretaci tohoto řešení byl vybrán autodopravce z Moravskoslezského kraje – firma Autoprava Tomáš Hadamčík. Na příkladu třech denních jízd je znázorněno, jak velké finanční ztráty byly dopravci způsobeny vinou neočekávaných situací. Závěrečné vyhodnocení poté dokazuje, jakou výhodu může případné zapojení firmy do projektu přinést.

Logistické procesy

Téma této bakalářské práce je zaměřeno na implementaci daného projektu v prostředí logistické firmy. Systémy využívané tímto projektem jsou aplikovány téměř výhradně v oboru silniční dopravy, z tohoto důvodu je následující kapitola orientována na popis základních vlastností silniční dopravy a jejím postavení v rámci logistických procesů.

1.1 Silniční doprava

Silniční doprava představuje záměrné přemístování osob či zboží po dopravních cestách. Jedná se druh o dopravy, který je významnou součástí infrastruktury národního hospodářství, do značné míry také přispívá k efektivnímu fungování ekonomiky státu. Jde o oblast podnikání s velmi ostrou konkurencí danou mimo jiné relativně jednoduchým a investičně méně náročným vstupem dalších konkurentů na trh.

Silniční doprava patří k nejmladším, ale zároveň nejvíce dynamicky se rozvíjejícím odvětvím dopravy, které má značný podíl na objemu přepravovaného zboží napříč všemi druhy nákladních přeprav. Jak je vidno z tabulky 1.1., silniční doprava je daleko nejvytěžovanějším druhem dopravy v České republice.

	2013	2014	2015	2016	2017
Silniční doprava	351517	386243	438906	431889	459433
Železniční doprava	83957	91564	97280	98034	96516
Vnitrozemská vodní doprava	1618	1780	1853	1779	1568
Letecká doprava	9	9	6	6	6
Ropovody	10 266	12029	11040	7356	13453
Přeprava věcí celkem	447367	491625	549 085	539063	570976

Tab. 0.1 Mezioborové srovnání přepravních výkonů (v tis. tun)

Zdroj: [1]

1.1.1 Silniční nákladní vozidla

Nákladní doprava disponuje pestrým vozovým parkem, dle objednávky zákazníka je schopna nabídnout vozidla různých vlastností. Vozy se liší podle několika různých parametrů:

- nosností (v tunách),
- objemem ložného prostoru (v m³),

- počtem náprav,
- spotřebou paliva (l/100 km)

Výběr vozu je pro dopravce klíčový, vycházet by měl především z vlastností nákladu, u kterého je podstatný rozměr, jeho struktura a druh balení. Důležité je rovněž, aby byla dosažena úspora přeprav z hlediska co největšího využití kapacit a nosnosti dopravního prostředku.

Mezi nejrozšířenější druhy silničních nákladních vozů patří skříňová, valníková a sklápěčková vozidla, tahače návěsů a přívěsů, popř. další druhy speciálních automobilů. [2]

1.1.2 Typy přeprav

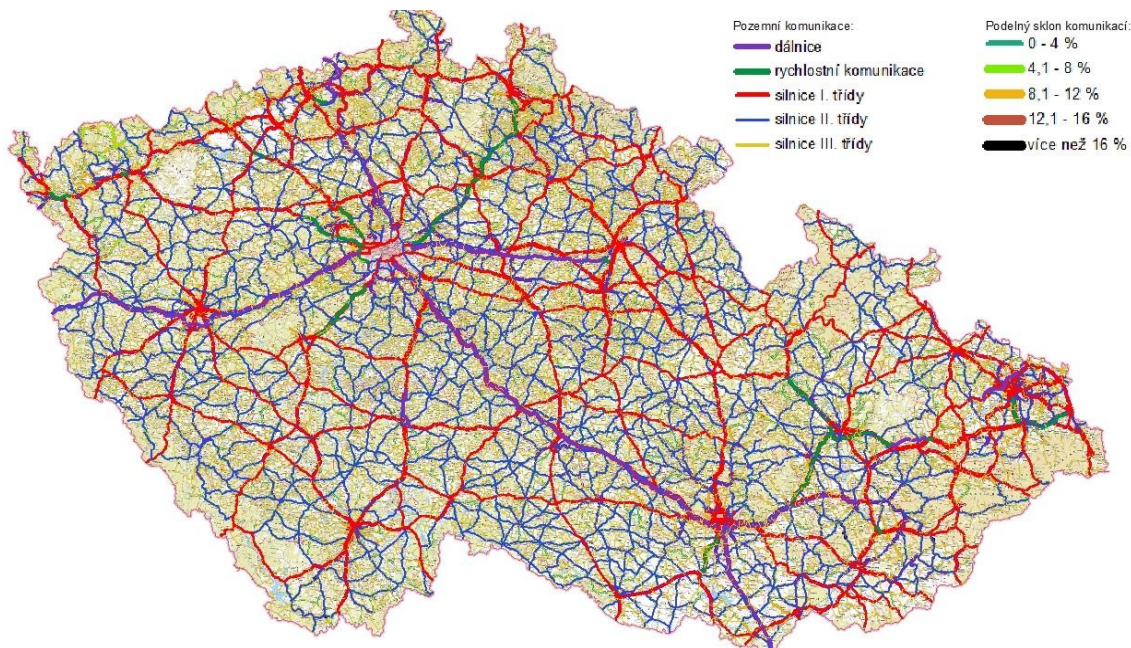
Silniční nákladní doprava je prováděna formou celovozové přepravy, kdy je po celou dobu jízdy vůz naložen zásilkou jednoho odesílatele, a kusové přepravy, která je prováděna sběrnou službou, kdy jsou sváženy zásilky od různých zákazníků a následně konsolidovány ve sběrných střediscích dopravní společnosti. Existuje také možnost dokládky, při které jsou jednotlivé zásilky přikládány nákladním automobilem po cestě. Mezi další druhy speciálních přeprav patří přeprava nadměrných zásilek, živých zvířat, nebezpečných látek, či zboží pod kontrolovatelnou teplotou.

1.1.3 Síť pozemních komunikací

Pozemní komunikace je cesta určená k užití silničními a jinými vozidly a chodci, včetně pevných zařízení pro zajištění tohoto užití a jeho bezpečnosti.

V České republice jsou rozlišovány čtyři základní typy komunikací:

- dálnice – jsou využívány pro rychlou dálkovou a mezistátní dopravu silničními motorovými vozidly,
- silnice I., II. a III. třídy – jsou určeny pro dálkovou dopravu, ale i pro dopravu mezi menšími obcemi,
- místní komunikace – veřejně přístupné komunikace, které jsou určeny převážně místní dopravě na území obce,
- účelová komunikace – její pomocí jsou spojovány jednotlivé nemovitosti pro potřeby jejich vlastníků. [3]



Obr. 0.1 Vektorová mapa pozemních komunikací ČR

Zdroj: [4]

1.1.4 Mezinárodní smlouvy

Přeprava zboží využitím silniční dopravy může být v dnešní době jen stěží účelně omezována hranicemi jednotlivých států. Tyto tendence jsou samozřejmě o to zřetelnější v hospodářském prostoru Evropské unie, v němž je volný pohyb zboží jedním ze základních cílů a předpokladů fungování společného (vnitřního) evropského trhu.

Úmluva o přepravní smlouvě v mezinárodní silniční dopravě CMR

Dle čl. 1 se vztahuje na takové smlouvy o přepravě zásilek za úplatu silničním vozidlem, kde místo převzetí zásilky a předpokládané místo jejího dodání, jak jsou uvedena ve smlouvě, leží ve dvou různých státech, z nichž alespoň jeden je smluvním státem Úmluvy CMR. Úmluva CMR stanovuje jako rozhodující kritérium místo odeslání a místo určení. I když nepřekročí zásilka z jakéhokoliv důvodu hranice jednoho státu, bude se přesto aplikovat na daný vztah Úmluva CMR, pokud v přepravní smlouvě bylo ujednáno místo odeslání a místo určení v různých státech.

Evropská dohoda o práci posádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě AETR

Stanovuje požadavky na minimální věk a dovednosti řidičů, maximální denní i týdenní dobu řízení, povinné bezpečnostní přestávky a doby odpočinku. Řeší rovněž otázku kontroly provádění těchto předpisů. Každé vozidlo o celkové hmotnosti nad 3,5 tuny musí

mít povinně zabudován tachograf, tedy zařízení automaticky zaznamenávající dobu jízdy, ujetou vzdálenost a rychlost.

Dohoda o mezinárodních přepravách zkazitelných potravin a specializovaných prostředcích určených pro tyto přepravy ATP

Definuje čtyři typy dopravních a přepravních prostředků pro přepravu zkazitelných potravin („izotermické“, „chlazené“, „chladicí a mrazící“ a „vyhřívací“) a stanovuje jejich technické parametry. Dále se zabývá výběrem vhodného dopravního prostředku a určuje teplotní podmínky pro přepravu hluboko zmrazených, zmrazených a chlazených potravin.

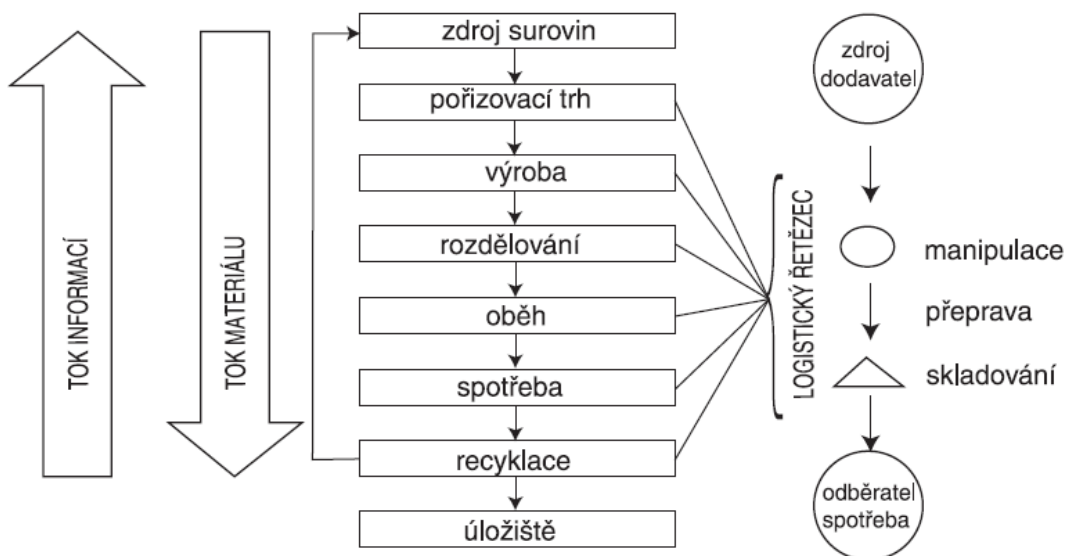
Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí ADR

Vymezuje devět tříd nebezpečných věcí, stanovuje podmínky jejich přepravy a bezpečnostní normy. Mezi nebezpečné věci podle ní patří výbušné látky a předměty, plyny, hořlavé látky a látky podporující hoření, toxické a infekční látky, radioaktivní látky a žíravé látky. [5]

1.2 Postavení dopravy v rámci logistického řetězce

„Logistika je tedy tvořena logistickými řetězci, které se obecně skládají ze dvou rovin – hmotné (přemisťování materiálu, zboží a osob) a nehmotné (přenos informací). Tyto dvě stránky jsou nezbytné a na sebe vázané, jelikož hmotný přesun není možný bez potřebných informací. Toto chápání můžeme také obohatit o toky peněz.“ [6, s. 133]

Z předchozího tvrzení lze snadno vyvodit, že doprava je nositelem pohybu hmot a materiálů a působí na řízení logistických procesů. Jde o to, aby dopravní systémy působily komplementárně z hlediska cílů logistiky. V opačném případě, při absenci synergického působení dopravy v rámci logistického řetězce, může doprava cíle logistiky narušovat. Dopravu podporující cíle logistiky je tedy potřebné odlišit od čistě ekonomicky, komerčně chápané dopravy. Pro dopravu v logistickém řetězci je vhodné použít pojem „logistická doprava“.



Obr. 0.2 Logistický řetězec

Zdroj: [8]

Z výše uvedeného obrázku je zřejmé, že doprava působí v logistickém řetězci jako faktor, kterým jsou propojovány jednotlivé podsystémy řetězce a v celém jeho průběhu se podílí na toku materiálu.

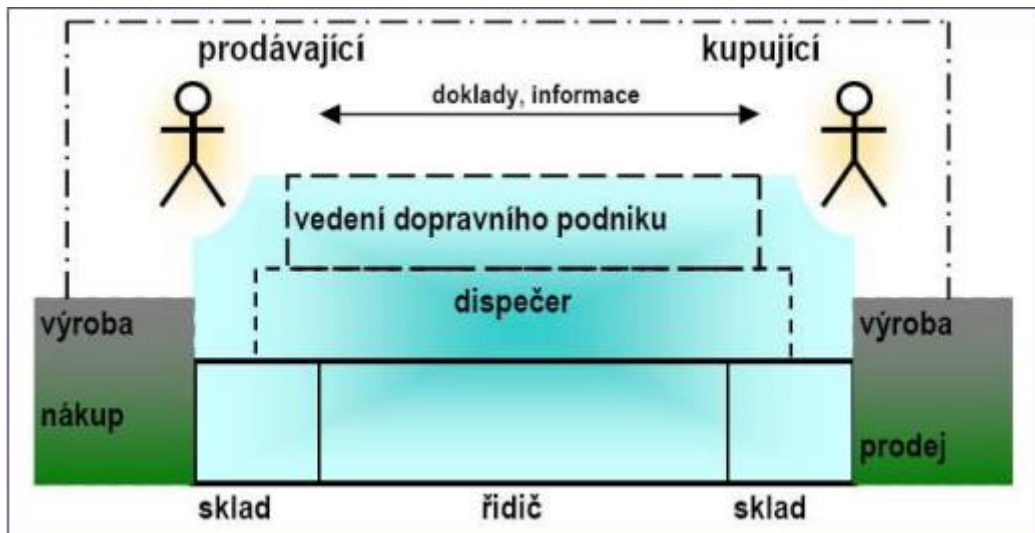
Logistickou dopravu je účelné členit podle fáze, ve které v logistickém systému působí, a to na:

- mezioperační, ve sféře výroby, která je často substituována manipulačními systémy, charakterizují ji velmi krátké vzdálenosti,
- technologickou, mezi jednotlivými fázemi výroby, při aplikaci systémů specializace a kooperace výroby,
- oběhovou, uspokojující potřeby přemístění nutné k realizaci ekonomického oběhu, realizuje se po dokončení finálního výrobku v distribučních procesech.

1.3 Logistické procesy v dopravě

Úkolem logistických procesů je integrální řízení všech zainteresovaných činností. Je tím myšlena doprava, řízení zásob, manipulace s materiálem, balení, distribuce, skladování a také komunikační, informační a řídicí systémy. Doprava propojuje jednotlivé logistické podsystémy, je jejich dynamickým prvkem. Logistický proces tak představuje všechny činnosti, které probíhají od získání surovin po přechod finálních výrobků do spotřeby mimo vlastní výrobní proces.

Podstatou logistického procesu je vztah mezi výrobcem a odběratelem. Z hlediska materiálových toků jde o dopravu a skladování z místa výroby až k zákazníkovi. Zboží, materiál, suroviny, součástky, výrobky se téměř vždy vyskladní, naloží se na dopravní prostředek a přes dopravní síť se přepraví k cíli – odběrateli, kde se zpravidla opět uloží do skladu. Jako názorný případ logistického procesu z hlediska dopravy je na obrázku 1.3 uveden podrobný přehled procesu řízení libovolné logistické operace.

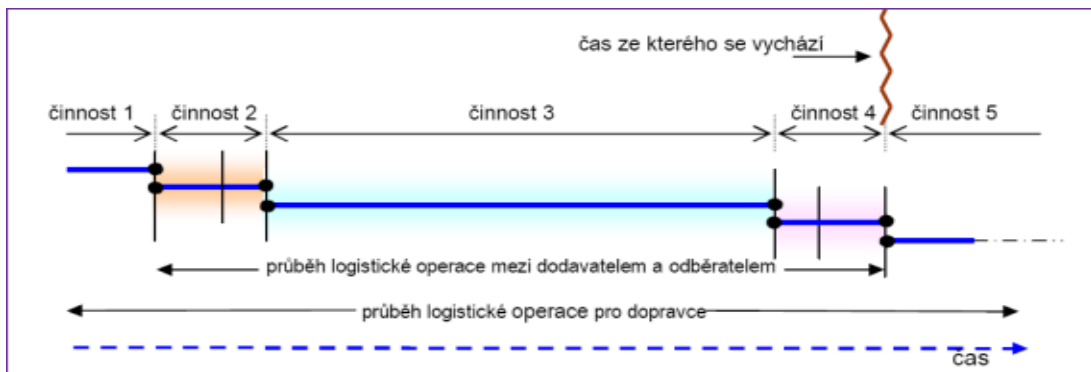


Obr. 0.3 Proces řízení logistické operace

Zdroj: [7]

Z obrázku vyplývají dvě úrovně řízení, jedná se o vlastní proces vyskladnění, dopravy a uskladnění, což je zajišťováno dopravní firmou, a o proces zajištění dodavatele, určení množství a způsobu dodávky, uzavření smlouvy, kontrolu zboží a také finanční vyrovnání celé akce.

Další podstatnou složkou logistického procesu je čas. Schéma na obrázku 1.4 znázorňuje časový sled realizace jedné ucelené a již objednané logistické operace.



Obr. 0.4 Časový průběh logistické operace

Zdroj: [7]

„První sekvence znázorňuje časový sled realizace vlastního zásobovacího řetězce, vyskladnění a naložení dodávaného zboží, vlastní doprava a vyložení, a uložení dodaného zboží do skladu. Tento proces začíná dohodou o čase dodání a od toho času se odvodí načasování dalších činností. Všechny tři časové úseky nemají přesnou dobu trvání, ale jsou zatíženy náhodnou složkou. Náhodný průběh doby trvání opakující se dopravy, jak bylo několikrát změřeno má normální rozdělení. Je tedy možné s určitou pravděpodobností určit nejdříve možná okamžik ukončení a tím také nejdříve možný začátek další činnosti. Již tímto zjištěním je možné vidět problematiku řízení takového procesu. K první sekvenci činností zajištění zásobovacího řetězce přibude ještě činnost spočívající v příjezdu vozidla ke skladu a odjezd vozidla po skončení akce na místo určení. Pro firmu zajišťující přepravu je druhá sekvence činnosti logistického řetězce delší o dvě další činnosti a to činnost 1 a 5.“ [7, s.77]

1.3.1 Kvalita dopravy ve vztahu k logistickým procesům

Doprava musí splňovat určitá kritéria, aby mohly procesy fungovat na té nejlepší úrovni. Z tohoto hlediska je kvalita dopravy hodnocena jako funkční prvek optimalizace logistického procesu. K jejím zásadním vlastnostem musí patřit:

- schopnost vytvářet dopravní sítě,
- přeprava libovolného množství,
- vysoká rychlost přeprav,
- četnost, pravidelnost a kvalita zpracování dodávek,
- poskytování ostatních služeb (přeprava nebezpečného zboží, zboží s hlídanou teplotou, informace o stavu zásilek). [7]

2 Informační podpora a systémy C-ITS

Tato kapitola se zabývá rozborem dopravní telematiky, na jejímž principu pracují kooperativní inteligentní systémy C-ITS. Dále jsou popsány vize Průmyslu 4.0, který má do budoucna v maximální míře přispět k postupné robotizaci a využití moderních technologií, a to nejen v průmyslových odvětvích.

2.1 Historie telematiky

Od počátku 60. let byly v USA a Japonsku téměř současně testovány základní principy dopravních systémů, jež byly později nazvány „Intelligent Transportation Systems“ - ITS, zatímco v Evropě složením slov „Telekomunikace“ a „Informatika“ vznikl název „Telematika“. Základní teze, které provázely vznik těchto technologií, byly:

- poskytování globálních informací a vědomostí účastníkům provozu a řídicím centřům,
- zlepšení stylu života a zvýšení účinnosti ekonomiky,
- zvýšení bezpečnosti provozu a zlepšení ekologie.

Mezi prvními vznikl v Japonsku roku 1973 projekt s názvem CACS, jehož základním úkolem bylo dynamicky řídit provoz na komunikacích. Pracoval na takovém principu, že řidič zadal cíl cesty a centrální počítač mu optimalizoval trasu podle dopravní situace. Vozidla byla vybavena jednoduchým displejem a komunikovala obousměrně s řídicím centrem pomocí radiomajáků situovaných podél komunikace. Prvního nasazení se projekt dočkal v Tokiu a jeho výsledkem bylo potvrzení efektivnosti dynamického řízení dopravního proudu. Pilotní projekt dal pak vzniknout obdobným projektům v USA i Evropě. Dalšího rozmachu se ITS dočkaly s nástupem výkonných výpočetních a telekomunikačních systémů v 90. letech minulého století, kdy byly realizovány významné pilotní projekty UTMS, ASV v Japonsku, MOBILITY 2000 a IVHS v USA a PROMETHEUS v Evropě. [9]

2.2 Systémy ITS

ITS v moderním pojetí představuje spojení informačních a komunikačních technologií s vozidly a dopravními sítěmi. Zdokonalením výpočetní techniky se tyto systémy uplatnily v různých úrovních dokonalosti po celém světě. Smyslem zavádění ITS

je zlepšit každý článek dopravního řetězce, snížit dopad jeho vlivů na životní prostředí a optimalizovat jeho řízení a efektivitu v provozu a dopravních tocích. V silniční dopravě může být vlivem implementace telematiky snížena nehodovost, zvýšena kapacita již existující infrastruktury a tím pádem snížena kongesce. ITS má sloužit cestujícím, řidičům, správcům dopravní infrastruktury, provozovatelům dopravy, veřejné správě i bezpečnostním složkám (např. IZS) a spojit jejich potřeby do jednoho výsledného systému. Pro tuto práci je zásadní skutečnost, že jsou pomocí těchto systémů snižovány vzniklé náklady z hlediska času, peněz a energie. Tato fakta budou vyžita v praktické části.

Inteligentní dopravní systémy zahrnují široké spektrum aplikací, subsystémů a systémů, které poskytují velké množství služeb. Postupem doby vznikla nutnost systémy propojovat, proto se nedá ITS chápat pouze jako jednotlivá aplikace, ale jako komplexní, rozsáhlý systém. Veřejný sektor by měl finančně podporovat takové telematické aplikace, které povedou ke zvýšení komfortu uživatele dopravních služeb, zlepšení řízení dopravního provozu a snížení dopravní nehodovosti a k účinnější kontrole dodržování pravidel dopravního provozu. Správná implementace ITS a dopravní telematiky musí nutně vycházet z detailní analýzy stávající dopravní situace. Strukturované schéma dopravní telematiky je znázorněno na obrázku 2.1. [9], [10]



Obr. 2.1 Definice dopravní telematiky

Zdroj: [11]

2.2.1 Architektura ITS

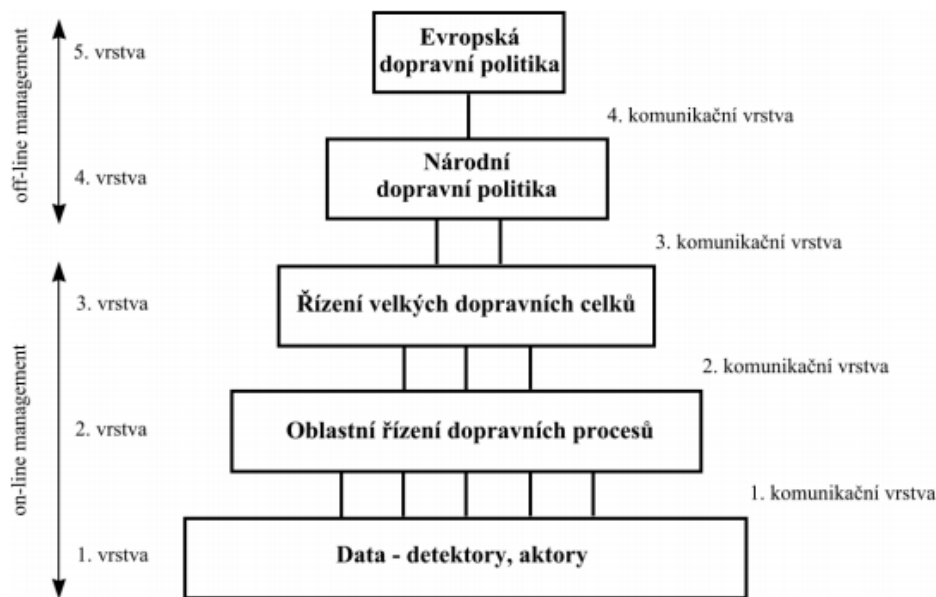
Tvorba architektury ITS je především metodika popisující jak z požadavků uživatelů a národní dopravní politiky, získat funkční koncept výstavby jednotlivých ITS aplikací, umístěných v různých vrstvách dopravně-telematického systému. Stanovení jasné architektury ITS je důležité především z hlediska dalšího vývoje. Dopravně-telematický systém umožňuje sběr, přenos, zpracování a výměnu dat a informací mezi různými uživateli dopravního řetězce a vytváří tzv. telematickou aplikaci.

Základní prostředky dopravně-telematického systému se dělí na:

1. **Technické prostředky:** světelná návěstidla, proměnné dopravní značky, informační tabule, dopravní detektory, videodetekční systémy, rozhlasové vysílání RDS-TMC, spojení krátkého dosahu DSRC, GSM přenosy, digitální vysokofrekvenční přenosové sítě.
2. **Prostředky řízení procesů:** řízení sítí, individuální automobilová doprava, veřejná hromadná doprava, ekonomické dopady dopravy.
3. **Prostředky organizační podpory:** digitalizace technické a stavební dokumentace, spojení informací o údržbě infrastruktury či nehodovosti s meteorologickými, řízení údržby a monitorování bezpečného provozu, systémy správců dopravních cest, dopravců a dalších organizací zabezpečující údržbu a řízení silničního provozu.

2.2.2 Hierarchická struktura dopravně-telematického systému

Definováno je pět základních strukturálních vrstev, které musí mezi sebou vzájemně komunikovat. Vše názorně ukazuje obrázek 2.2. V každé úrovni musí být zahrnut uživatel i infrastruktura, nejvyšší nároky na bezpečnost a dostupnost přenosu informací jsou kladeny na komunikaci mezi první a druhou úrovní, kde současně dochází k nejvyššímu toku dat. Postupem do vyšších pater objem dat i požadavky na jejich přenos klesají.



Obr. 2.2 Hierarchická struktura dopravně–telematického systému

Zdroj: [12]

První vrstva: základna zahrnující detektory a akční členy. Slouží ke sběru dat o dopravních cestách, prostředcích a terminálech.

Druhá vrstva: reprezentuje operativní řízení menších úseků cest, terminálů a mobilních prostředků. Jsou zde zahrnuty ústředny velkých měst a řízení pomocí dispečinků (MHD, Taxi apod.).

Třetí vrstva: představuje ucelenou dopravní síť velkých měst a urbanistických celků, integruje řídicí systémy druhé vrstvy a vytváří centrální řízení.

Čtvrtá vrstva: reprezentuje dopravní systém na úrovni státu. Je zde zahrnuto např. financování dopravní infrastruktury, výběr dálničních poplatků.

Pátá vrstva: je na Evropské úrovni a dopravní politiky. Dochází zde k rozdělování dotací do jednotlivých regionů.

2.2.3 Přínos systému ITS

Dopravní telematika obsahuje nespočet metod a programů, které zajišťují významné přínosy v problematice silniční dopravy. Zejména se jedná o:

- zvýšení kapacity silničních sítí,
- zvýšení bezpečnosti na silnicích,

- snížení počtu dopravních nehod,
- snížení spotřeby pohonných hmot,
- zlepšení kvality životního prostředí. [12]

2.3 Kooperativní inteligentní systémy C-ITS

Kooperativní systémy C-ITS jsou založeny na výměně dat mezi samotnými vozidly, ale také mezi vozidly a zařízeními na silniční infrastruktuře. Zpracovaná data jsou následně předána do informačních center. Základní myšlenkou je schopnost vozidel předávat si zprávy týkající se aktuální situace v dopravě, tedy vzájemná kooperace. Díky informacím, které jsou vzájemně předávány, mohou řidiči včas zareagovat a bezpečně zvládnout nenadálou situaci. Od aplikace systémů je dále očekávána zvýšená kapacita silniční sítě, příznivý dopad na životní prostředí, vyšší bezpečnost pro všechny účastníky silničního provozu, nižší provozní náklady na vozidla a lepší organizaci silniční sítě. Proces fungování C-ITS systémů je zachycen ve schématu na obr 2.3.

2.3.1 Části systémů C-ITS

Kooperativní systémy se skládají ze tří základních částí, které mezi sebou musí komunikovat.

Řídící a kontrolní dopravní centrum

Je základním prvkem, pomocí těchto center jsou zpracovávána, tříděna a distribuována data. Tato data jsou získávána pomocí dopravních senzorů, OBU jednotek, komunikačních uzlů u infrastruktury a také pomocí meteorologických stanic.

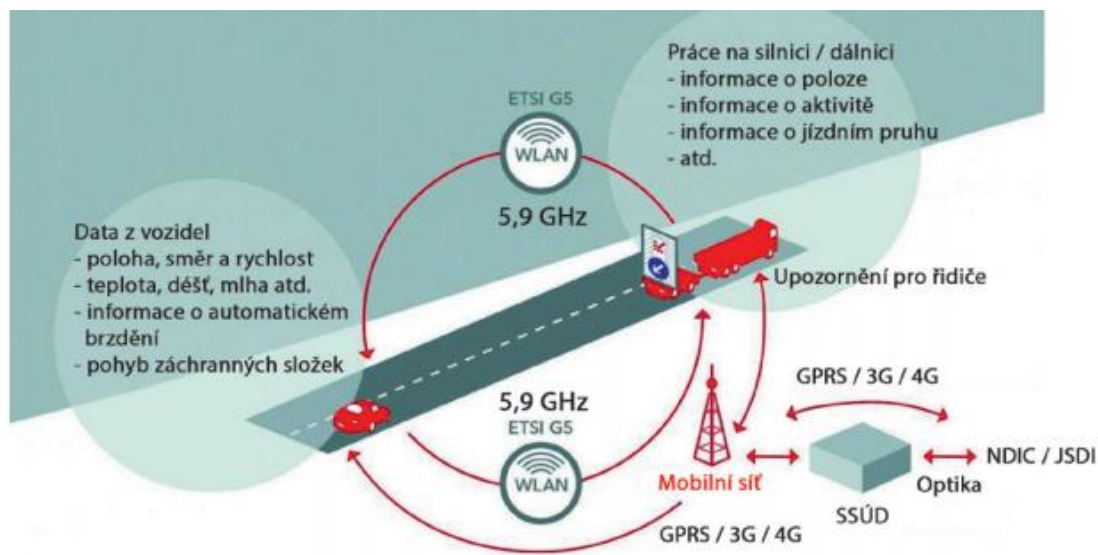
OBU jednotky

Jsou komunikační zařízení podobných rozměrů a vzezření jako GPS navigace. Pomocí těchto jednotek jsou získávána data z interních senzorů ve voze, následně odesílána dalším vozidlům či uzlům umístěným podél komunikace. Je důležité vybírat, jaké informace má jednotka přijímat, jelikož při velkém počtu zpráv by se zahltila. Proto jsou implementovány filtry, které zajišťují přijímání pouze relevantních informací.

RSE (RSU)

V případě RSE jednotky se jedná se o prvek, který je instalován podél silniční infrastruktury. Oproti tomu RSU je samostatné komunikační zařízení. Účelem těchto uzlů

je bezdrátové zasílání dat OBU jednotkám ve vozech, dalším komunikačním uzlům připojeným na páteřní síť a ethernetovou síť, pomocí které je komunikováno s okolním světem. Pokrytí těchto jednotek musí být dostatečné z důvodu, aby byla zajištěna plná funkčnost celého systému.



Obr. 2.3 Schéma fungování systému C-ITS

Zdroj: [14]

2.3.2 Základní druhy bezdrátové komunikace

Informace jsou přenášeny prostřednictvím mikrovlnné technologie krátkého dosahu, jež operuje na frekvenci 5,9 GHz nebo sítí 3G/4G mobilních operátorů. Přenášení těchto informací je podle způsobu komunikace rozděleno na tři základní části:

- **Vozidlo – vozidlo (C2C)** umožňuje komunikaci přímo mezi jednotlivými vozy. Každé vozidlo slouží jako přijímač i vysílač a kdykoliv, když přijme relevantní zprávu, ji rozešle dalším autům v dosahu. Hlavním účelem těchto komunikací je upozornění na stojící či pomalu jedoucí vozidlo, dopravní zácpy, či vozidla Integrovaného záchranného sboru s právem přednostní jízdy k zásahu. Tento způsob výměny dat je výhodně využíván v místech, kde chybí dostupné komunikační uzly. Pro uplatnitelnost této komunikace je důležité, aby bylo co nejvíce vozů vybaveno OBU jednotkami.
- **Vozidlo – infrastruktura (C2I)** spolu propojuje vozidlo s přístupovými uzly umístěnými podél pozemní komunikace, je tak realizováno připojení na páteřní

sít'. Tato komunikace je primárně používána pro efektivní řízení dopravního proudu, podobně jako u C2C se jedná o varování před blížící se kongescí či nehodou a dále pro informace o počasí. Komunikace je však mnohem nákladnější z hlediska nutnosti budovat drahou infrastrukturu u silnic.

- **Vozidlo – X (C2X)**, kde X je typ komunikačního zařízení odlišný od dvou výše zmíněných, jedná se především o propojení vozidla s tablety a mobilními telefony. Velkým potenciálem této komunikace je možnost integrace v oblasti bezpečnosti. Mobilní telefony lze v dnešní době snadno detekovat a předat řidiči informaci před blížícím se nebezpečím, které skýtá zejména pohyb člověka na nepřehledných místech, kde má řidič omezený výhled. [14]

2.3.3 Základní komunikační funkce

Výměna informací mezi jednotkou umístěnou na infrastruktuře a jednotkou ve vozidle probíhá pomocí mikrovlnné technologie DSCR. Pro toto spojení je vyhrazeno frekvenční pásmo 5,9 GHz, ve kterém probíhá rádiová komunikace krátkého dosahu do vzdálenosti 1000 metrů. Komunikace probíhá pomocí C-ITS zpráv, jež jsou zpracovávány centrálním prvkem systému C-ITS back office a dále distribuovány do patřičných RSU jednotek a dle požadavků následně preposílány do OBU jednotek vozidel. Jedná se o zprávy:

- **CAM**

Tyto zprávy jsou generovány až 10x za sekundu, obsahují hlášení o přítomnosti, poloze, teplotě a provozním stavu příslušného zařízení. Pomocí těchto zpráv jsou realizovány výpočty dojezdových dob, zdržení a průměrných rychlostí vozidel. První CAM zpráva, kterou RSU jednotka obdrží od konkrétní OBU jednotky, je zároveň preposílána od C-ITS back office, všechny další zprávy již jsou zpracovány na úrovni RSU jednotky.

- **DENM**

Zprávy DENM jsou generovány pouze v případě výskytu nějaké mimořádné události, jako je práce na silnici, dopravní nehoda, kluzká vozovka, jízda v protisměru či jiný typ překážky. DENM může být generována v C-ITS back office, popř. přímo v OBU jednotce. RSU jednotky zprávy pouze preposílají do vozů ve svém dosahu a do C-ITS back office.

- **IVI**

Zprávy IVI jsou primárně používány pro přenos informací o dopravním značení. Obsahem zpráv jsou zejména výstražné, zákazové a příkazové dopravní značky doplněné textovým popisem. IVI zpráva je generována přímo v C-ITS back office a odeslána do příslušné RSU jednotky v blízkosti daných portálů, následně přeposílána do vozidel v dosahu.

- **SPAT**

Pomocí zpráv SPAT jsou poskytovány informace o signálním cyklu světelného signalizačního zařízení na křižovatkách. Tento cyklus určuje pořadí a délku jednotlivých signálních dob. SPAT je generována v jednotce RSU v blízkosti signalizačního zařízení na základě informací z dopravního řadiče. Jedna tato zpráva může obsahovat informace o signálním cyklu jedné nebo více křižovatek. Tato zpráva je úzce spjata se zprávou MAP (viz další typ zpráv), obě jsou dohromady zpracovány vozidlovou jednotkou OBU, čímž je stanoven stav světelné signalizace pro jednotlivé jízdní pruhy.

- **MAP**

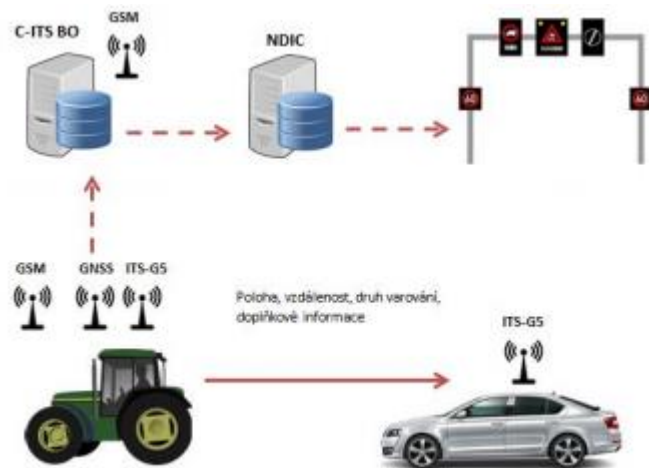
Pomocí těchto zpráv jsou poskytovány informace o topologii a geometrii křižovatkových úseků z jednotek RSU do vozů nebo do mobilních aplikací. Jedna MAP zpráva může obsahovat informaci o geometrii jedné nebo více křižovatek.

2.3.4 Slow stationary vehicle

Po vysvětlení základních systémových funkcí a náležitostí C-ITS systému je třeba si demonstrovat použití technologie na konkrétním případě. Jako nejvhodnější se jeví metoda SSV, která dokáže upozornit řidiče na pomalu jedoucí nebo stojící vozidlo.

Tato metoda je přínosná řidičům v případě, že stojící nebo jedoucí vozidlo není vidět z důvodu špatných rozhledových poměrů nebo nepříznivého počasí. Význam metody roste s rozdílem rychlosti mezi pomalým či stojícím vozidlem a ostatními vozidly na dané komunikaci. Z toho důvodu je SSV navržena výhradně do prostředí dálnic a rychlostních silnic, kde hrozí nejvyšší riziko srážky s pomalým vozem. Řidiči jsou varovné zprávy předány pomocí zpráv DENM. Součástí upozornění by měla být i informace o typu nebezpečí a vzdálenosti od inkriminovaného místa. Zdrojem varovných zpráv jsou OBU/RVU jednotky v pomalu jedoucím vozidle. Pokud se na trase pomalého vozu

nachází jednotky RSU, bude zpráva DENM přenesena přes tyto jednotky do C-ITS back office a následně do nadřazených řídicích systémů. Na základě těchto zpráv je nastaveno obecné upozornění na pomalu jedoucí vozidlo na portálech LŘD nebo ZPI. Toto varování lze poté přenášet ostatním řidičům pomocí IVI zpráv. [14]



Obr. 2.4 Princip fungování režimu SSV

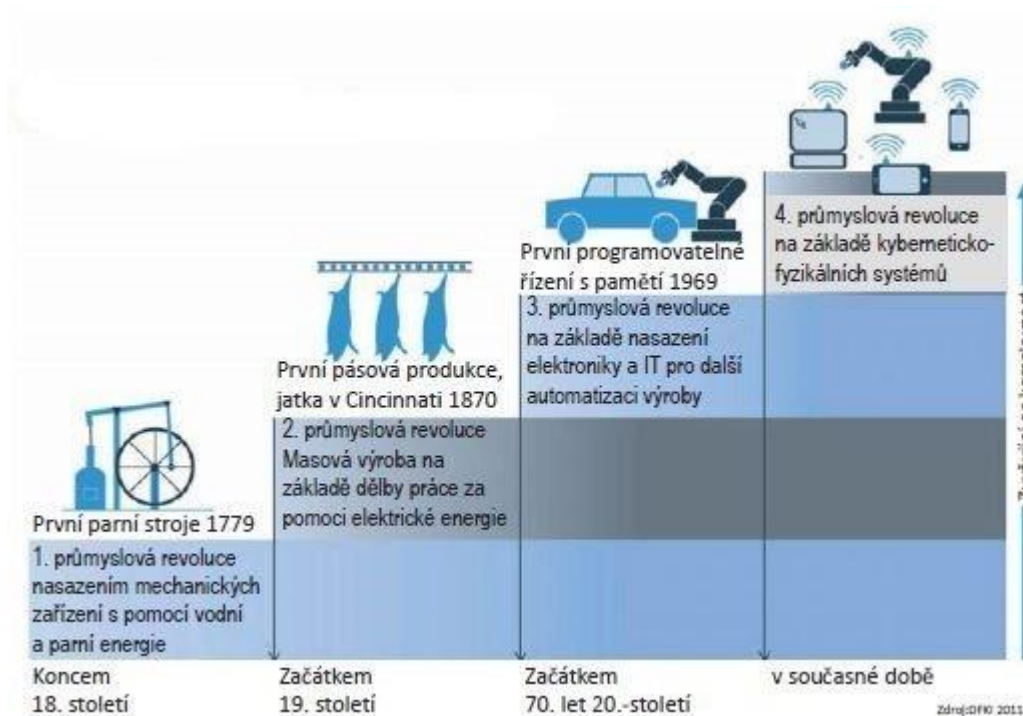
Zdroj: [14]

3 Logistika v prostředí Průmyslu 4.0

Tato kapitola se zabývá problematikou Průmyslu 4.0, jedná se v podstatě o 4. průmyslovou revoluci, která plynule navazuje na tři předchozí období historie. Průmysl 4.0 je zaměřen na současný trend digitalizace, robotizace a automatizace výroby a slibuje firmám úsporu času, peněz a zvýšení flexibility.

3.1 Etapy průmyslové revoluce

Každá z revolucí dokázala přinést zásadní inovace v rozmanitých odvětvích lidské činnosti. Jejich postupný vývoj je zobrazen na obr. 3.1.



Obr. 3.1 Čtyři stupně průmyslové revoluce od konce 18. století až do současnosti

Zdroj: [13]

1. průmyslová revoluce byla započata v období mezi 18. a 19. stoletím v Anglii, která se pyšnila titulem nejvyspělejší země světa. Hlavním rysem této přeměny byl přechod od manufakturní výroby k technice ovládané stroji. První vynálezem byl mechanický tkací stav od Edmunda Carwritha, který byl patentován roku 1784. Symbolem revoluce se stal především parní stroj, který byl zdokonalen v 60. letech 18. století Jamesem Watterem. Nový přístup znamenal odklon od výroby na zakázku k masové výrobě pro neznámé odběratele. K tovární výrobě bylo potřeba nových zdrojů energie, především

pak uhlí. Podniky se snažily o maximalizaci zisku, toho bylo docíleno tím, že dělníci pracovali za nízkou mzdu, naopak pracovní doba byla velmi dlouhá. Revoluce se také promítla do oblasti dopravy, v roce 1804 byla sestrojena první parní lokomotiva a první železnice pro veřejnou dopravu byla otevřena roku 1830. Dopad průmyslové revoluce byl obrovský, zásadně se změnil všechny obory hospodářství. S tím souviselo i zakládání sídel, změna životního stylu, rostla vzdělanost, součástí života se stala i kultura.

2. průmyslová revoluce také označována jako technickovědecká revoluce. Zpravidla bývá vymezena na období od 80. let 19. století do 30. let 20. století. Průmyslová výroba vzrostla zhruba trojnásobně, došlo k úzkému propojení vědy a techniky. Zásadní pokrok nastal v roce 1870, kdy společnost Cincinnati instalovala ve svém závodě první montážní linku, čímž výrazně stoupla produktivita práce. Charakteristickým znakem bylo využití nových zdrojů energie – ať už šlo o energii získávanou z vody, tak především o energii elektrickou a energii spalovacích motorů. Elektrická energie pak byla využívána v osvětlení, pohonu strojů a tramvají. Vzkvétal vědní obor chemie, byly vyvinuty nové materiály a látky. Výrazným odvětvím se stalo bankovníctví. Celá tato éra byla doprovázena růstem životní úrovně, vzdělanosti a informovanosti obyvatel – rozmach novin, časopisů, vynález telefonu a filmu.

3. průmyslová revoluce je datována od 60. let 20. století a je nazývána vědeckotechnologickou revolucí, dochází k významnému rozvoji v přírodních a technických vědách a výzkumu. Revoluce v průmyslu byla způsobena rozvojem kybernetiky a společně s objevy v elektronice stojí kybernetika na počátku počítačové techniky. První prototypy počítačů se objevily již ve 40. letech v USA, nevýhodou byl jejich rozměr, kdy tyto stroje zabíraly několik místností. Postupné zdokonalování došlo až do takového stádia, kdy byl v roce 1975 uveden do provozu první osobní počítač. Zlepšení efektivity a zrychlení chodu počítačů bylo promítnuto do oblasti průmyslové výroby, kde docházelo k robotizaci a automatizaci. Ke změně došlo v dopravě – parní lokomotivy byly nahrazeny elektrickými a motorovými, letadla již byla schopna během několika hodin překonat vzdálenost mezi kontinenty, ve vyspělých zemích byly vybudovány husté sítě dálnic a nejběžnějším dopravním prostředkem se stává automobil. Od této doby dochází k neustálému pokroku, kdy jsou veškeré technologie neustále zdokonalovány a vše je posouváno k vizi revoluce čtvrté. [15]

4. průmyslová revoluce je charakterizována kompletní digitalizací, robotizací a automatizací většiny součástí lidských činností. Víze vychází z prudkého pokroku

v oboru informačních technologií, informace jsou dnes předávány pouze v digitální formě a je tak umožněno jejich snadné sdílení. Snaha firem bude jednoznačně taková, že náklady budou postupně snižovány úbytkem zaměstnanců, které nahradí robotická síla. Tato vize je velmi nadčasově popsána v knize R.U.R. spisovatele Karla Čapka a za zmínku stojí úryvek z tohoto velmi povedeného díla:

„Domin: Tak tedy mladý Rossum si řekl: Člověk, to je něco, co dejme tomu ctí radost, hraje na housle, chce jít na procházku a vůbec potřebuje dělat spoustu věcí, které – které jsou vlastně zbytečné.

Helena: Oho!

Domin: Počkejte. Které jsou zbytečné, když má třeba tkát nebo sčítat. Naftový motor nemá mít třapce a ornamenty, slečno Gloryová. A vyrábět umělé dělníky je stejně jako vyrábět naftové motory. Výroba má být co nejjednodušší a výrobek prakticky nejlepší. Co myslíte, jaký dělník je prakticky nejlepší?

Helena: Nejlepší? Snad ten, který – který – Když je poctivý – a oddaný.

Domin: Ne, ale ten nejlacinější. Ten, který má nejmíň potřeb. Mladý Rossum vynalezl dělníka s nejmenším počtem potřeb. Musel ho zjednodušit. Vyhodil všechny, co neslouží přímo práci. Tím vlastně vyhodil člověka a udělal Robota. Drahá slečno Gloryová, Roboti nejsou lidé. Jsou mechanicky dokonalejší než my, mají úžasnou rozumovou inteligenci, ale nemají duši. Ó, slečno Gloryová, výrobek inženýra je technicky vytríbenější než výrobek přírody.“ [16, s. 124]

Je evidentní, že v téměř před sto let napsané knize jsou charakterizovány vize, které v nejbližší budoucnosti dostanou reálných rozměrů. Tvrzení, která byla v minulém století zařazována do žánru sci-fi, budou částečně naplňována. Smyslem této knihy bylo varovat lidstvo před možností zkázy, kdy se člověk má stát jakousi překážkou a svět bude roboty ovládnut. Tato vidina je samozřejmě vyhnána až do krajní meze. Co však v budoucnu bude pro lidi v produktivním věku změnou, je úbytek pracovních míst, zejména pak dělnických profesí, což v kontextu predikce, že do několika desítek let vzroste počet obyvatel na planetě téměř dvojnásobně, působí velice děsivě. V rámci této revoluce je podstatné, aby lidstvo drželo rozmach technologického rozvoje v udržitelné míře, která nebude uměřovat zásadní lidské hodnoty a potřeby.

3.2 Internet věcí

Pod tímto pojmem je zahrnuto připojení jednotlivých zařízení, strojů, součástí, výrobků či obecně věcí k internetu. Připojení je realizováno pomocí mikročipů, čárových či QR kódů, kdy každý jednotlivý prvek představuje samostatnou IPv6 adresu a díky tomuto propojení je umožněna vzájemná komunikace mezi jednotlivými objekty, které si mohou vyměňovat data a je možné je kontrolovat a ovládat v reálném čase. Internet věcí lze využít v oblasti tzv. „chytré domácnosti“, kdy lze řídit na dálku domácí spotřebiče a další systémy jako vytápění, ventilaci, alarm a mnoho dalších. Efektem toho je úspora energie a větší pohodlí spotřebitele. Tento systém je použitelný také v oblasti dopravy, kde je díky propojení dopravních systémů a informačních technologií možné informovat řidiče v reálném čase, což je důležité, pro již zmíněné systémy ITS. [17]

3.3 Průmysl 4.0 v logistice

V rámci 4. průmyslové revoluce nemůže zůstat pozadu ani logistika, základním předpokladem pro perfektně fungující továrnu je ucelený přehled o logistických tocích zboží. Pro tento účel se mezi odborníky hovoří o tzv. „chytré logistice“.

Hlavními principy chytré logistiky jsou transparentnost informací a decentralizace rozhodování. Díky on-line sledovatelnosti a okamžitému přístupu k informacím jsou nebývalým způsobem zlepšovány logistické procesy. Předpokladem pro bezchybné fungování logistiky na úrovni mezi dodavatelem a odběratelem je EDI komunikace, jinak též elektronická výměna dat. Funkce této komunikace je založena na tom, že ve chvíli odeslání objednávky zákazníkem ji informační systém výrobce dokáže automaticky zpracovat a je vytvořen výrobní plán společně se zakázkovými listy, podle kterých začne vyskladňování dílů pro výrobu. Zároveň proběhne zpětná vazba od výrobce k dodavateli, načež dodavatel dostane pokyn k naskladnění dílů, které budou použity ve výrobě. Výsledný efekt tak vzniká bez jediného administrativního zásahu člověka.

V celkovém konceptu budoucnosti logistiky mají vnikat tzv. „chytré továrny“. Podstatou je zajištění větší rychlosti, výroby přesnějších a spolehlivějších produktů. V inteligentních továrnách budou jednotlivé autonomní fyzické jednotky navzájem propojeny prostřednictvím internetu. Zadávání dat do systémů má být nahrazeno automatickým předáváním informací mezi materiály, to vše pomocí RDIF čipů umístěných na každém materiálu. Vznikající výrobky by měly vzájemně komunikovat

s roboty, kterým by dávaly informaci, jak má samotný výrobek vypadat. V rámci nulové chybovosti by měl být výrobní sektor vybaven chytrými senzory, které nepřipustí jedinou odchylku. Manipulační prostředky v rámci podniku mají být nahrazeny autonomními vozidly, které šetří náklady a zefektivňují dopravu zásob po továrně. Stav zásob by mohl být kontrolován pomocí dronů.

Technologický základ chytrých továren je postaven na těchto principech:

- Interoperabilita – schopnost jednotlivých složek spolu navzájem komunikovat pomocí internetu věcí.
- Virtualizace – propojení dat ze senzorů, které monitorují skutečné procesy, a simulačních modelů zařízení a strojů.
- Decentralizace – jednotlivé kyberfyzické systémy jsou schopny činit vlastní rozhodnutí, jedním z dílčích cílů je lokální produkce pomocí 3D tiskáren.
- Operace v reálném čase – schopnost komunikace mezi zařízeními a výrobky a současné okamžité analyzování dat.
- Orientace na služby – poskytování služeb pomocí internetu služeb.
- Modularita – flexibilní adaptace továren na měnící se požadavky pomocí rozšiřování individuálních modelů.
- Vertikální i horizontální integrace výrobních systémů: vertikální = informační provázání všemi stupni podniku; horizontální = informační provázání v odběratelsko-dodavatelském řetězci.

Cílem konceptu Průmysl 4.0 je pomocí jednoduché komunikace realizovat výrobky nejvyšší kvality přesně na míru a požadavky jednotlivých zákazníků. Výroba by měla být maximálně flexibilní a měla by dokázat velmi rychle a pružně reagovat na nenadálé situace. Firmám se pomocí zavedení principů Průmyslu 4.0 rapidně zvýší konkurenceschopnost a přes počáteční vysoké investice je očekávána pozdější úspora nákladů. Pro koncového zákazníka bude naopak velice pozitivní fakt, že obdrží výrobek, který bude schopen si sám hlídat svůj provozní stav a upozorňovat na nutnost kontroly či opravy. [18]

4 Projekt C-Roads a jeho cíle

Tato kapitola je zaměřena na projekt C-Roads, jehož hlavním posláním je zavedení systémů C-ITS v podmínkách silniční sítě České republiky. Současně se tato část bakalářské práce zaměřuje na stanovení cílů projektu a popis etap jeho plánovaného rozvoje.

4.1 Projekt C-Roads Czech Republic

Jedná se o projekt, který je spolufinancován Evropskou unií z programu Nástroj pro propojení Evropy. C-Roads je integrován v několika evropských státech, Česká republika se oficiálně připojila v roce 2016. Projekt je koordinován Ministerstvem dopravy. ŘSD a SŽDC se zásadním způsobem podílejí na implementaci systémů C-ITS na vybraných úsecích silnic, potažmo železničních cest. Do projektu jsou zapojeny soukromé firmy Škoda Auto a.s., O2 Czech Republic a.s., T-Mobile a.s. a další.

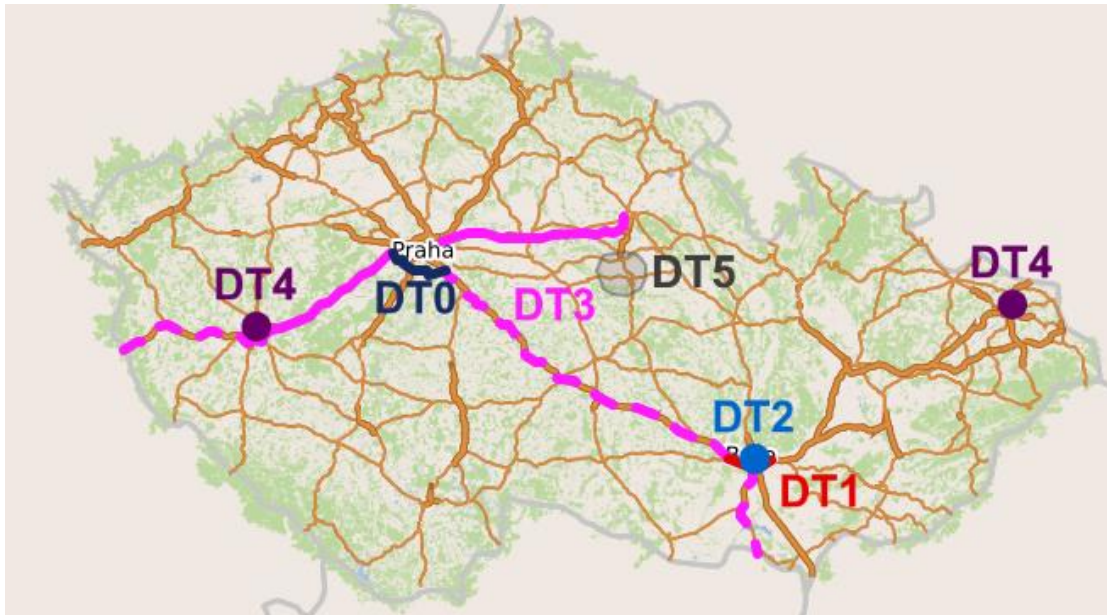
Mezi stěžejní cíle projektu C-Roads patří zvýšení bezpečnosti silničního provozu, ochrana zdraví a majetku osob, snížení nehodovosti a zvýšení plynulosti dopravy. Cíle projektu vycházejí z výsledků závěrečné zprávy zpracované platformou Evropské komise pro kooperativní systémy dne 21. ledna 2016 a naplňují opatření z cílů akčního plánu rozvoje inteligentních dopravních systémů v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050). V širším spektru je projekt zaměřen na spolupráci při zavádění C-ITS systémů členskými státy EU, což by mělo vést k jednotnému a kompatibilnímu fungování kooperativních dopravních systému napříč Evropou.

V rámci projektu je plánováno nasazení a testování široké škály služeb, kterými jsou:

- upozornění na práce na silnici,
- upozornění na prudce brzdící vozidlo,
- upozornění na nebezpečné místo,
- upozornění na blížící se dopravní kongesci,
- nerespektování návěsti světelné signalizace na křižovatce,
- upozornění na blížící se vozidlo IZS,
- bezpečnost veřejné hromadné dopravy,
- informace o dojezdových časech.

4.2 Etapy implementace projektu

Projekt C-Roads je v České republice geograficky i časově implementován do šesti základních částí. Tyto pilotní projekty jsou označeny jako DT. Jak je vidět na obrázku 3.1, lokality nejsou omezeny pouze na dálnice, ale zahrnují i městský provoz a železniční přejezdy.



Obr. 4.1 Pilotní lokality projektu C-Roads v ČR

Zdroj: [19]

DT0

Je první a již dokončenou etapou projektu, systémy C-ITS jsou instalovány v úseku Mirošovice – Rudná na Pražském okruhu, který je dle měření intenzity průjezdnosti ŘSD úsekem s největší dopravní zátěží v republice. První testování bylo provedeno v září roku 2018 a byla prokázána plná funkčnost systému. K dispozici bylo několik specificky upravených vozů od mladoboleslavské firmy Škoda, která na projektu úzce spolupracuje s ŘSD. Tento kooperativní dopravní koridor má dát základ rozvoji systému pro další plánované úseky. Parametry koridoru:

- délka 46 km: dálnice D5 (5 km), dálnice D0 (30 km), dálnice D1 (11 km),
- 29 komunikačních jednotek a vysílačů kooperativních informací podél infrastruktury,
- použité technologie: GPS, C-ITS G5, Wi-fi, Bluetooth, mobilní síť 3G/4G/LTE,
- back office – serverová část zařízení, centrální prvek pro další systémy.

DT1

Tato pilotní lokalita pokryje část dálnice D1 podél vybraných hlavních cest vedoucích do Brna. C-ITS systémy zde budou postaveny na základě hybridní komunikace, která kombinuje standartních mobilních sítě LTE a technologie na bázi Wi-fi. Dle grantové dohody bude v tomto úseku instalováno nejméně 25 RSU zařízení, současně bude několik zabezpečovacích vozů ve vlastnictví střediska Správy a údržby dálnic Brno-Chrlice vybaveno jednotkami OBU. Na této lokalitě budou řidiči upozorňováni o pracích na silnici, o pomalu jedoucích či stojících vozidlech nebo budou přímo do vozidel zasílány informace z proměnných dopravních značek.

DT2

V rámci této lokality budou aplikovány C-ITS systémy v jižní části vnitřního městského okruhu a také na silnicích 1.třídy přivádějící dopravu do centra města Brno z dálnice D1. Využity budou opět hybridní komunikace. V plánu je nasadit 10 RSU jednotek do oblastí křižovatek, současně budou vozidla údržby města Brna opatřena minimálně deseti jednotkami RVU a dojde také k vybudování C-ITS back office, který bude ovládat všechna systémová zařízení ve městě. Varovné signály budou upozorňovat řidiče o blížícím se vozidle Integrovaného záchranného sboru. Vozidlo přijíždějící ke křižovatce se semaforem bude v předstihu informováno o stavu světelné signalizace v jeho směru, zejména pak o vozidlech, která nerespektují značení a vjedou do křižovatky na signál „stůj“, jak znázorňuje obrázek 4.2. Současně budou řidiči v této lokalitě informováni o místech, která jsou nebezpečná z důvodu nepříznivého počasí.

DT3

Má v plánu vybudovat kooperativní dopravní systémy na dálnicích D1, D5, D11 v celkové délce kolem 360 km. Díky tomuto projektu bude Česká republika napojena na mezinárodní C-ITS koridor spojující Frankfurt, Rotterdam a Vídeň. V této části implementace projektu bude nainstalováno 54 jednotek RSU a 164 RSV jednotek do zabezpečovacích vozíků ve správě ředitelství silnic a dálnic. Na těchto úsecích se uplatní systémy varující před stojící kolonou, práci na silnici, před vozy integrované záchranné služby a nebezpečnými místy při špatném počasí.

DT4

Cílem této etapy je instalování kooperativních dopravních systémů v Plzni a Ostravě, jež se tak zařadí mezi první „chytrá“ evropská města. Implementování systému bude

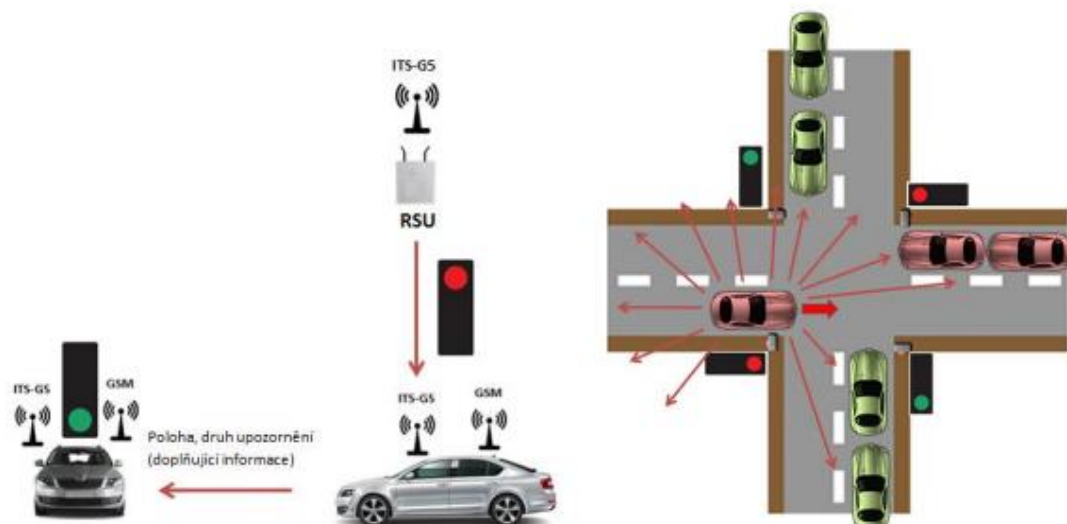
zaměřeno na prioritizaci jízd vozů MHD, také na upozornění řidičů o přítomnosti a na vozidel městské hromadné dopravy na křižovatkách, kde hrozí nebezpečí srážek. V prosinci roku 2018 začala instalace C-ITS jednotek v problémových úsecích podél tramvajových tratí v Ostravě i v Plzni. Na konci roku 2019 by mělo být ukončeno testování a výsledky z něj dají případný impuls k vybudování systémů na dalších nebezpečných místech v městských částech.

DT5

Implementace se bude týkat dvou železničních přejezdů (jeden se závorou, druhý bez závor) v Pardubickém kraji. Přejezdy budou vybaveny dvěma jednotkami RSU a OBU. C-ITS systémy budou schopny řidiče varovat před blízkými se železničními přejezdy a o jejich vybavenosti signalizačním zařízením, případně o přítomnosti stojícího vozidla před přejezdem.

DT6

Tento projekt otestuje, zda vybudované systémy v České republice vyhovují zahraničním standardům a jsou kooperativní v rámci zahraničních platforem projektu C-Roads, které již v této době sdružují 16 států Evropy. Dojde k několika testům, kdy vozidla překročí hranice států a tím bude ověřena funkčnost poskytovaných služeb. Výsledky testování budou následně použity k vytvoření jednotné normy pro užívání C-ITS systému v rámci zapojených zemí. [14], [19]



Obr. 4.2 Princip fungování systému pro zvýšení bezpečnosti na křižovatkách v režimu detekce jízdy na červenou

Zdroj: [14]

První úspěšná testování na úseku DT0 dávají základ pro zdárné vybudování všech plánovaných lokalit na území našeho státu. Infrastrukturu je v současnosti možno bez problému vybavit jednotkami, které se starají o vysílání a příjem dat. Horší je to ovšem s vozidly. Prozatím je jen minimum vozů vybaveno potřebnými OBU jednotkami, na testování to je dostačující, ale pro implementaci do běžného provozu je třeba mít připraveno mnohem větší množství vozidel. Zmíněná firma Škoda Auto již začíná přímo do výbavy některých aut instalovat OBU jednotky. Časem by se tato výbava vozu měla stát povinnou. Je samozřejmé, že i nadále budou jezdit auta nepropojená se systémem, a tak nelze čekat úplně dokonalou funkčnost celého systému. Projekt však přichází s převratnou myšlenkou, která, doufejme, přinese veškerá pozitiva, která jsou od jeho realizace slibována.

4.3 Projekty na bázi kooperativních systémů

Samotný projekt vychází z několika již dokončených či probíhajících projektů, které pracují na podobné bázi. Pro tuto práci jsem vybral projekt Crocodile, který se zasazuje o sjednocení informovanosti všech států Evropské unie o aktuálním stavu v silničním provozu, dále projekt URSA, který je zaměřen na zlepšení informovanosti řidičů kamionové dopravy o volných parkovacích prostorech. Projekt eCall pak pomáhá k rychlému propojení účastníků dopravních nehod s linkou tísňového volání.

4.3.1 Crocodile

Do tohoto projektu je zapojeno 13 zemí Evropské unie, včetně našeho státu. Koordinátorem projektu je rakouská organizace AustriaTech. Zainteresované země mají za úkol provozovat infrastrukturu pro výměnu dat založenou na formátu DATEX II. Formát se zabývá výměnou dostupných dopravních dat a informací mezi všemi zúčastněnými stranami s cílem poskytovat informační služby koncovým uživatelům sousedních států. DATEX II byl postupně harmonicky vyvíjen a v současnosti umožňuje přenos a příjem dat v jednotném formátu, tudíž mají všechny státy možnost přenášet informace koncovým uživatelům. V České republice je projekt Crocodile zastoupen prostřednictvím Ministerstva dopravy, které má ve spolupráci s ŘSD za úkol koordinovat aktivity nařízené komisí EU. Je třeba zajistit informace o existenci parkovišť pro kamionovou dopravu, o dostupnosti parkovacích míst na nich. Tím se vytváří podmínky pro vznik aplikací používaných řidiči a dispečery kamionové dopravy, kteří mohou lépe

plánovat povinné přestávky řidičů a bezpečné parkování během těchto přestávek (projekt URSA, viz následující odstavec). Další nařízení je zaměřeno na poskytování dopravních informací souvisejících s bezpečností provozu na silnicích. V posledním případě se jedná o povinnost poskytovat bezplatně i za úplatu mapové i stavové informace určené pro vývoj aplikací, které pak mohou v reálném čase informovat koncové uživatele o aktuální dopravní situaci. [20]

4.3.2 URSA Czech Republic

Principem projektu je poskytování kvalitních informací řidičům pozemních přeprav v reálném čase a v dostatečném množství. V sektoru silniční dopravy je vysoká poptávka po volných parkovacích prostorech, zejména vlivem omezení víkendových jízd. Zefektivnění parkování kamionů může být řešeno pomocí technologií ITS. Detektory by mohly sledovat volné kapacity na parkovacích prostorech a dávat bezprostřední informace řidičům, kteří by tak mohli lépe plánovat cestu včetně povinných přestávek na odpočinek. Výsledným efektem by byla úspora času i zvýšení bezpečnosti dopravy snížením pravděpodobnosti parkování kamionů na nevhodných místech.

V České republice byla pro implementaci projektu vybrána celkem čtyři parkoviště na dálnici D1 blízko Ostravy u obcí Klimkovice a Antošovice (po obou stranách dálnice). U obce Antošovice se jedná o první dostupné parkoviště po přejezdu hranice s Polskem a toto je většinou velmi přetěžované. Princip testování by měl být takový, že data získávaná z detektorů budou shromažďována a následně zasílána informačním centřům, jež budou zprávy předávat uživatelům. Ve zmíněném případě by tak mohli řidiči ulevit přetěžovanému parkovišti, jelikož by dopředu byli informováni o přeplněnosti příhraničního parkoviště a dojeli by zaparkovat na vzdálenější parkoviště u Klimkovic. V současné době je navíc v plánu implementování tohoto ITS systému na parkovišti poblíž Ostravy-Paskova.

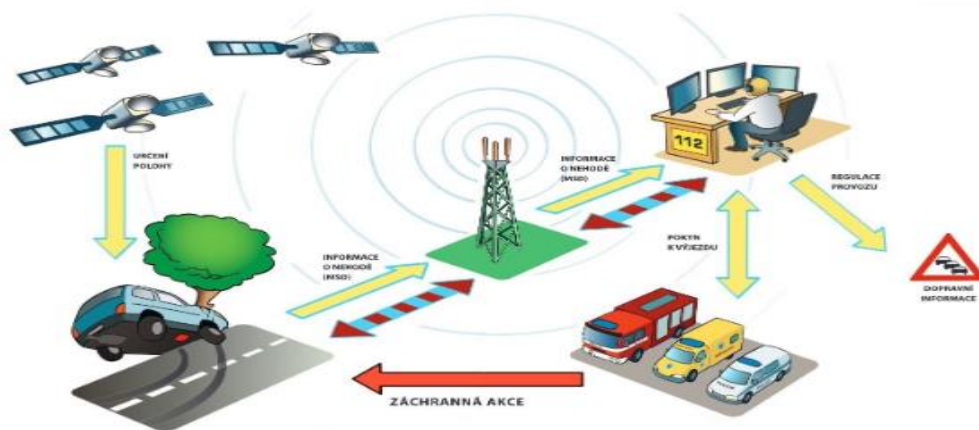
Informace budou řidičům předávány následovně:

- pomocí proměnných informačních tabulí v blízkosti parkovišť,
- pomocí mobilní aplikace pod záštitou ŘSD,
- pomocí modifikace aplikace pro operační systémy počítačů.

Tento projekt může v budoucnosti sloužit jako zjednodušující nástroj pro dopravní firmy, jelikož si budou moci lépe naplánovat povinné přestávky pro své řidiče a tím šetřit čas i náklady. [21]

4.3.3 eCall

Projekt pracuje na bázi systému automatického tísňového volání z vozidla (tzv. eCall). Hlavním smyslem projektu je pomoci motoristům, kteří se stanou účastníky dopravních nehod. Systém funguje v rámci jednotného evropského tísňového volání 112. Hlavní funkci plní OBU jednotka zabudovaná ve vozidle, která obsahuje GPS modul pro poskytnutí přesné informace o poloze vozu a GSM modul, který je určen pro kontaktování centra tísňového volání. Systém funguje buď manuálním, nebo automatickým způsobem. Manuální způsob může sloužit svědkům nehod, kteří mohou sami systém aktivovat a komunikovat s operátorem. Automatický systém se spustí v případě, že OBU jednotka vyhodnotí nehodu jako vážnou. Dojde k automatickému spojení s linkou 112 a centrum tísňového volání obdrží základní data: čas, polohu a typ vozidla, směr jízdy a počet cestujících podle zapnutých bezpečnostních pásů. Data o nehodě jsou operátorovi tísňové linky k dispozici za 14-17 vteřin od vzniku dopravní nehody. Vozidlové zařízení eCall bude instalováno na bezpečném místě ve voze, aby dokázalo fungovat i v extrémních situacích. Od začátku dubna roku 2018 dosáhl tento projekt velkého úspěchu tím, že byla zavedena povinnost všem evropským výrobcům aut instalovat palubní jednotky OBU do všech nově homologovaných osobních aut a nákladních vozidel do 3,5 tuny. Tento krok by měl do budoucna zásadně snížit počet obětí dopravních nehod na evropských silnicích. Princip fungování tohoto systému je znázorněn na obrázku 4.3. [22]



Obr. 4.3 Princip fungování systému eCall

Zdroj: [22]

5 Přínosy projektu pro procesy logistické firmy

Tento úsek bakalářské práce má za úkol interpretovat přínosy zmíněného projektu pro procesy vybrané logistické firmy. C-Roads je projekt, který doposud funguje na bázi testování, ovšem jeho smysl je zřejmý a očekávané přínosy bude jistě poskytovat. Pro praktickou část práce jsem si vybral popis možných výhod aplikace inteligentních dopravních systémů pro firmu Autodoprava Tomáš Hadamčík (dále jen AD Hadamčík), se kterou mám možnost spolupracovat v rámci zaměstnání. Dostupná data budou zpracována do přehledných tabulek a výstup z nich bude zároveň předpovědí případných časových či finančních úspor.

5.1 Profil firmy AD Hadamčík

Jedná se o rodinnou firmu sídlící v Ostravě-Zábřehu. Společnost byla založena panem Tomášem Hadamčíkem v roce 2007, kdyby byla současně zřízena koncesovaná živnost na provoz podnikání v autodopravě. Zpočátku se firma věnovala balíkovým přepravám, kterým však pro nárůst větších společností v tomto oboru nemohla konkurovat. V roce 2015 tedy přešla na provoz orientovaný výhradně na autodopravu. Jedná se z větší části o tuzemského dopravce, avšak svojí činností expanduje i do sousedních států, zejména pak do Polska a Slovenska. Nejvíce přeprav je realizováno v Moravskoslezském, Olomouckém a Zlínském kraji. Strategicky jsou to nejvýhodnější regiony, jelikož do domovského Moravskoslezského regionu bylo v roce 2017 přepraveno 55 % z objemu všech vnitrostátních přeprav, export do okolních krajů činil dokonce 60 %. [1]

Jak již zmíněno, firma je rodinného typu, kdy se o dispečerskou práci stará manželka majitele, která v případě nutnosti usedá i za volant vozů, pan Hadamčík pracuje jako řidič, stejně tak i jejich syn. Dále firma zaměstnává dva další stálé řidiče a jednu účetní. V současnosti funguje firma i na bázi kooperace s dalšími dopravci. Přepravy jsou realizovány pro nasmlouvané společnosti a partnery, ale i pro firmy blízce spolupracující, které dodávají objemy v nahodilém počtu. Současně je dispečinkem využívána databáze RaalTrans, která funguje jako inzerce volných přeprav a vozů.

5.2 Vozový park firmy Autodoprava Tomáš Hadamčik

Aktuálně má firma ve vlastnictví tři vozy, jedná se o:

Název	Peugeot Boxer	Mercedes Sprinter	Iveco Daily
Typ	Plachtová dodávka	Skříňová dodávka	Skříňová dodávka
Počet Europalet	8	6	5
Nosnost (t)	2	1,3	1,5
Druh paliva	Diesel	Diesel	Diesel
Průměrná spotřeba (l/100 km)	14	9	8
Objem ložné plochy (m ³)	20	14	12

Tab. 5.1 Vozový park firmy AD Hadamčik

Zdroj: [23]

Mimo zmíněné vozy může dopravce využít dvě další vozidla firem v kooperaci. Jedná se o plachtové dodávky o maximální kapacitě šest a osm europalet. V konkurenci ostatních dopravců se jedná spíše o menší firmu. Z mé zkušenosti však mohu potvrdit, že firma AD Hadamčik pracuje s maximální možnou pečlivostí, vyniká lidským přístupem a snahou o maximální uspokojení svých zákazníků. Letité zkušenosti v autodopravě jsou pro společnost devizou a v oblasti menších dopravců na Moravskoslezsku patří ke špičce.

5.3 Možné přínosy projektu pro firmu

Projekt C-ROADS je založen na podobném principu, na jakém funguje celosvětově rozšířená GPS navigace, kterou disponují všechny vozy firmy AD Hadamčik. Přínosy navigace jsou znatelné zejména z hlediska úspory času, kdy je řidičům vypočítávána nejvhodnější možná trasa a odhad dojezdového času. V menším měřítku již moderní GPS navigace dokáže reagovat na aktuální situace na silnicích, toto by měly v budoucnosti na 100 % obsáhnout C-ITS systémy a významně doplnit dosavadní přínosy GPS navigací. Je evidentní, že pro procesy dopravních firem by tyto systémy mohly mít zásadní vliv z hlediska úspory času a nákladů. Přínos projektu bude zkoumán na několika celodenních jízdách, při nichž se v určitém momentu dostal řidič do nepředpokládané situace a ztratil tak potřebný čas. V závěru bude vyčíslena úspora, kterou by mohl projekt C-Roads přinést.

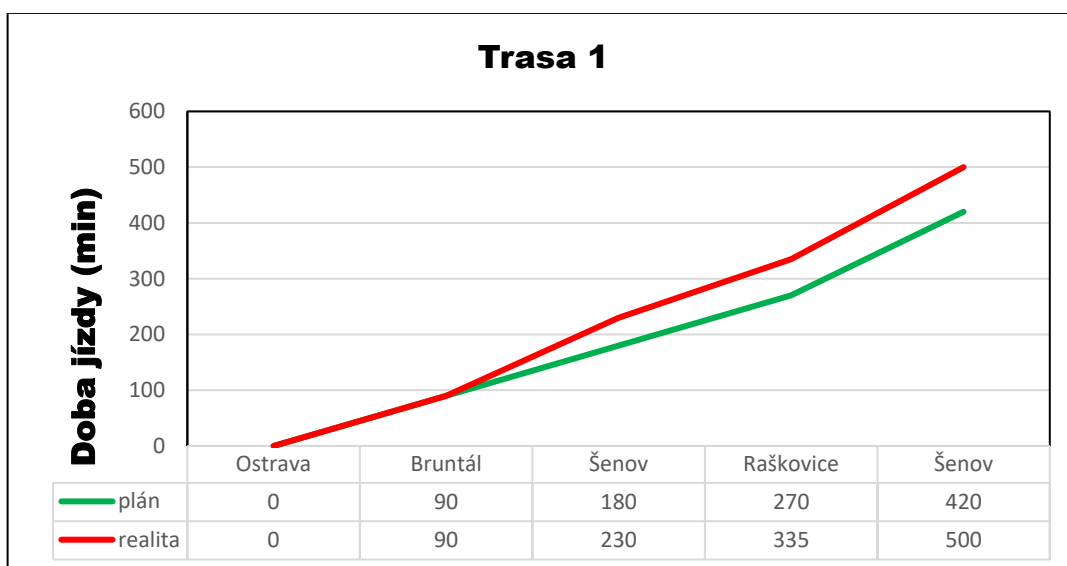
5.3.1 Plánované denní jízdy

Trasa 1: Bruntál-Šenov-Raškovice-Šenov

Typ vozidla: Mercedes Sprinter

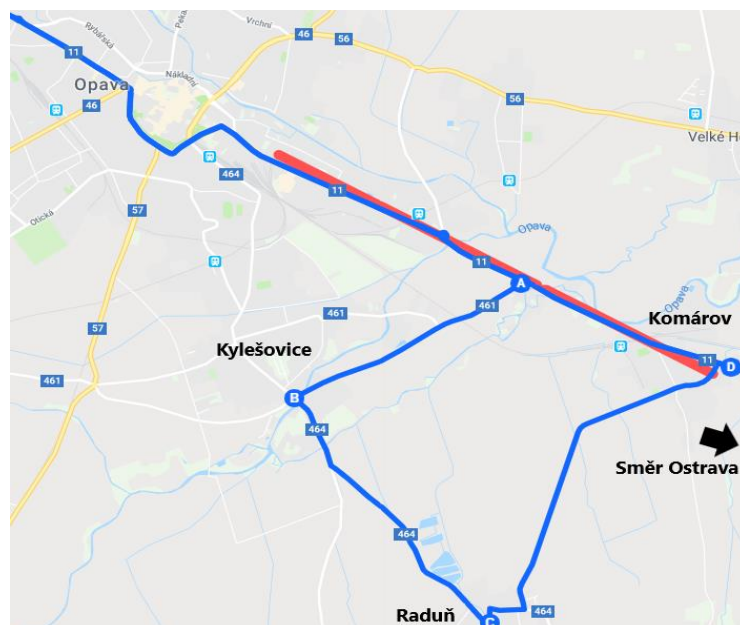
Jízda byla započata v 7:00 hodin z centrály firmy v Ostravě, následoval přesun na nakládku v Bruntále, poté přejezd na sklad v Šenově u Ostravy, kde bylo zboží složeno. Dalším bodem plánu byla nakládku v Raškovicích a vykládka opět v Šenově. K finální vykládce bohužel nedošlo, jelikož řidič časově nestihl zavírací dobu skladu, která byla tento den mimořádně stanovena na 14:30 hodin. Došlo k tomu z důvodu zdržení v centru Opavy a následném uvíznutí vozidla v koloně za Opavou při přejezdu z Bruntálu do Šenova, kde došlo k časové ztrátě 50 minut. V zácpě dlouhé 5 km (na obrázku 5.2 znázorněna červenou čarou) popojížděl řidič polovinu cesty a poté zvolil objížděku ve směru Kylešovice-Raduň-Komárov. Časový skluz způsobil to, že náklad nemohl být ten den složen na skladě a dopravci to zásadně ovlivnilo následující pracovní den, kdy musel odmítnout jednu ze zakázek. Časové schéma trasy je znázorněno na obrázku 5.1.

Zásadním faktem je, že při použití C-ITS systémů by řidič o koloně mohl vědět s předstihem a naplánovat si případnou objížděku okamžitě, čímž by se jen minimálně odchýlil od časového plánu.



Obr. 5.1 Schéma trasy č.1

Zdroj: [23]



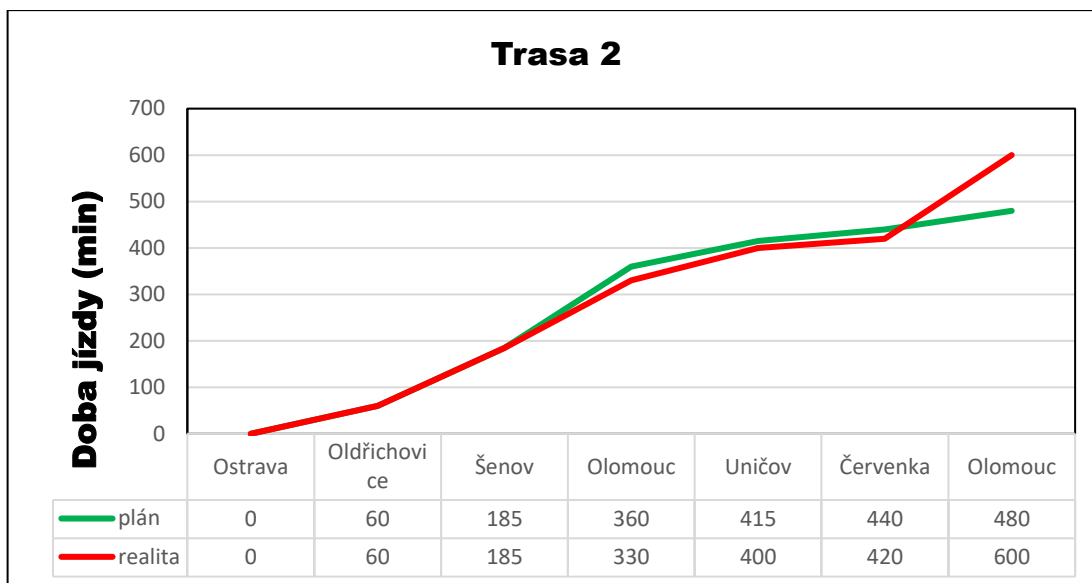
Obr. 5.2 Reakce na dopravní situaci

Zdroj: vlastní zpracování

Trasa 2: Oldřichovice-Šenov-Olomouc-Uničov-Červenka-Olomouc

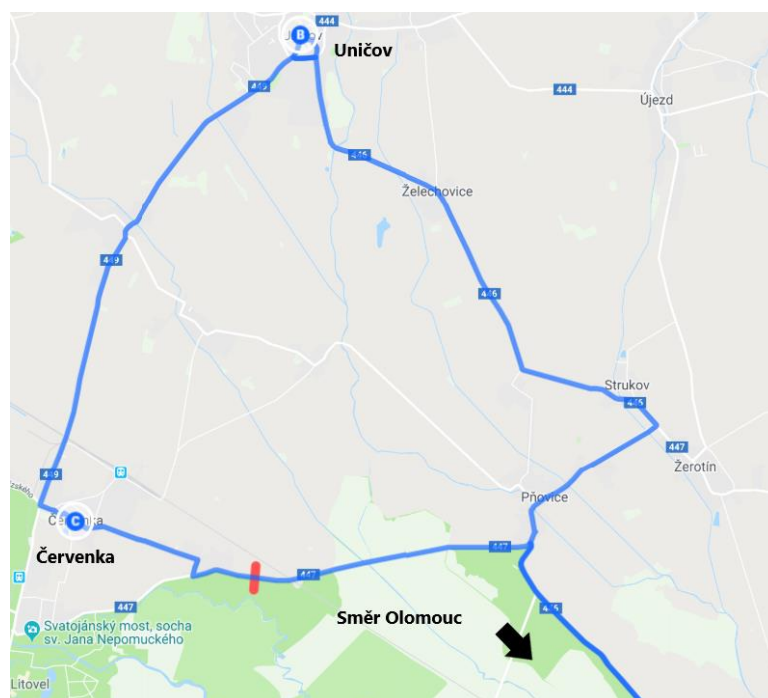
Typ vozidla: Peugeot Boxer

Vozidlo vyjelo z depa v 6:00 hodin, za 45 minut bylo na nakládce v Oldřichovicích, odkud pokračovalo v cestě na sklad v Šenově, kde byla naložena zásilka adresovaná do Uničova. V rámci této jízdy musel řidič absolvovat zastávku na proclení zboží na celní deklaraci v Olomouci (standardní doba zdržení na deklaraci je v průměru 60 minut), kde se zdržel pouze 30 minut, čímž mu vznikla časová rezerva půl hodiny. Na vykládku v Uničově tak dojel v časovém předstihu. Následoval přejezd na nakládku do Červenky, odkud vůz pokračoval do Olomouce. Bohužel v oblasti Litovelských luhů došlo k pádu stromu (červeně vyznačeno na obrázku 5.4) z důvodu špatných povětrnostních podmínek. Vůz se díky této nenadálé události o hodinu zpozdil, což zásadně ovlivnilo další průběh trasy. V plánu totiž byla ještě jedna zastávka na clenění v Olomouci, kam vozidlo dojelo ve 14:30 hodin, v tento moment již nebyl přítomen na celnici dostatečný počet příslušných zaměstnanců, proto se celý proces clenění prodloužil a vykládku v Olomouci stihl řidič na poslední chvíli (schéma na obrázku 5.3). Díky výše uvedeným ovlivňujícím faktorům časový skluz navýšil pracovní čas řidiče o necelé dvě hodiny, čímž vznikly neočekávané finanční výdaje. V případě použití kooperativních inteligentních systémů mohl řidič vyhodnotit situaci na základě upozornění na nebezpečné místo a zvolit jinou, průjezdnou trasu.



Obr. 5.3 Schéma trasy č.2

Zdroj: [23]



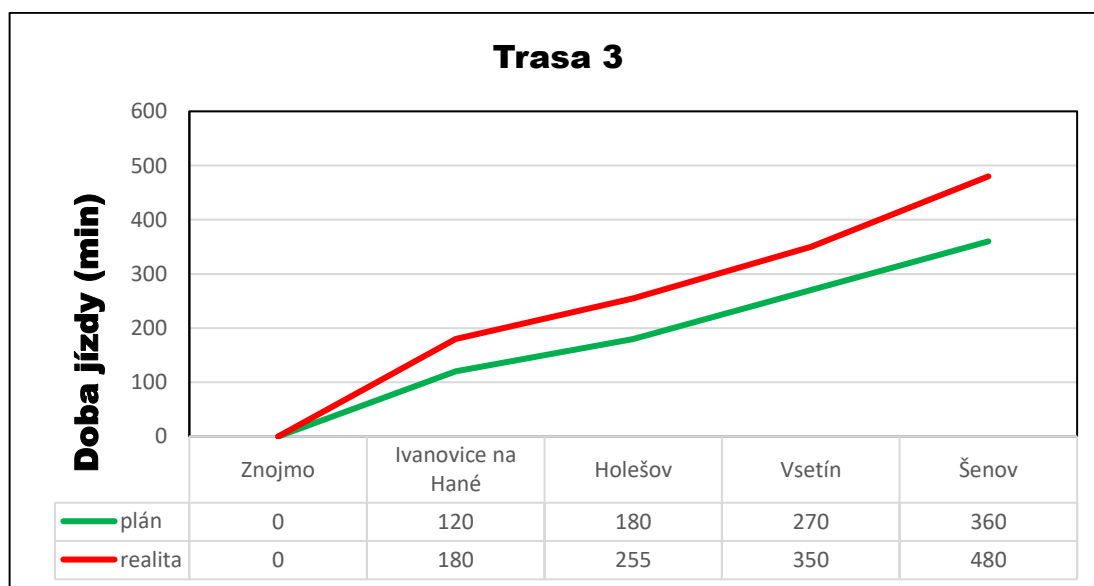
Obr. 5.4 Místo pádu stromu do vozovky

Zdroj: vlastní zpracování

Trasa 3: Znojmo-Ivanovice na Hané-Holešov-Vsetín-Ostrava

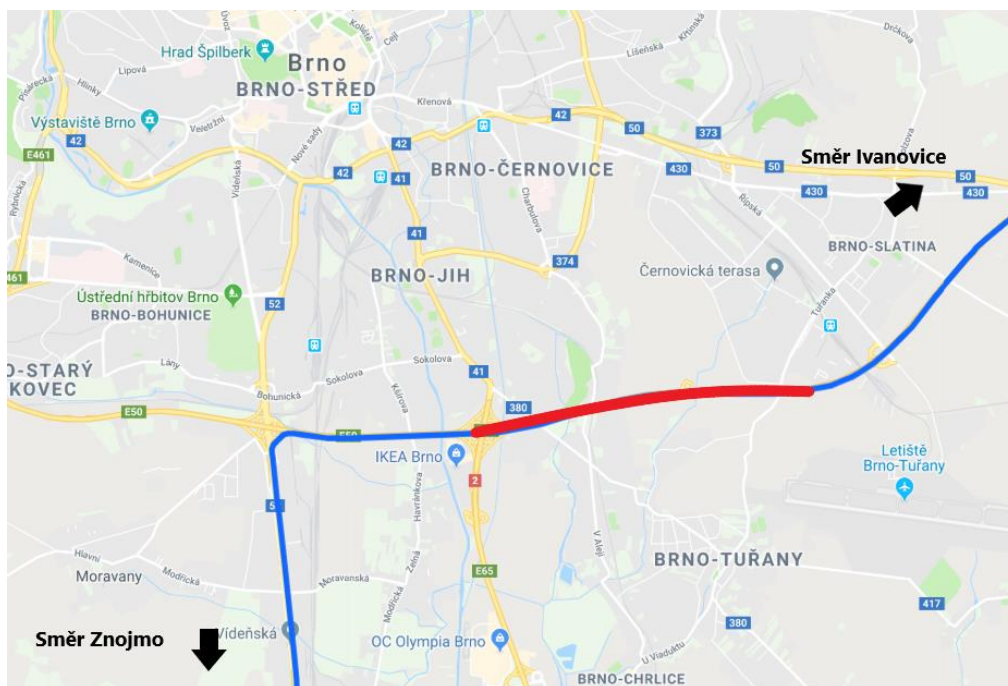
Typ vozidla: Mercedes Sprinter

Tato denní jízda byla naplánována tak, že řidič projel Moravu od jihu až na sever a bohužel se ani zde nevyhnul časové tísní. Vůz byl plně naložen z přechozího dne a první zastávka byla na vykládce ve Znojmě kolem osmé hodiny. Následují přejezd na vykládku do Ivanovic na Hané již ovšem znamenal problém, jelikož v jižní části Brna se řidič dostal do silné dopravní zácpy, která způsobila zpoždění v celkovém trvání 50 minut (červeně vyznačeno na obrázku 5.6). Kolona se utvořila přesně v úseku, kde projekt C-Roads plánuje instalovat v rámci etapy DT2 systémy C-ITS, a tak by se v budoucnu dalo takovéto situaci předejít. Do Ivanovic řidič dojel s hodinovým zpožděním, nesplnil tak příjezd v časovém oknu, musel čekat delší dobu, než je obvyklé a ztráta narostla již na 90 minut. Následný přejezd na vykládku do Holešova a na nakládku do Vsetína již proběhl pouze s menšími odchylkami oproti plánu, ovšem nastala obdobná situace jako v případě první trasy, kdy náklad nemohl být složen na skladě v Šenově z důvodu pozdního příjezdu. Zboží muselo být složeno až následující den, což opět vedlo k narušení plánu jízd AD Hadamčák.



Obr. 5.5 Schéma trasy č.3

Zdroj: [23]



Obr. 5.6 Inkriminovaná dopravní zácpa

Zdroj: Vlastní zpracování

5.4 Závěrečné hodnocení

Na příkladu tří uvedených tras bylo dokázáno, že přínos projektu pro firmu by mohl být nezanedbatelný. V následující tabulce 5.2 jsou shrnuty vniklé ztráty vlivem nenadálých událostí, celkově u výše interpretovaných jízd dosáhly částky 1980 Kč. Jedná se o téměř 30% ztrátu oproti původně plánovanému zisku. Pokud bychom vzali v potaz tvrzení majitele autodopravy, že k těmto situacím dochází v průměru v pěti až šesti případech za měsíc, dalo by se uvažovat o tom, že zavedení systému kooperativních inteligentních systémů by mohlo firmě ušetřit zhruba 5000 Kč měsíčně, což určitě není zanedbatelná částka. V úvahu je ovšem třeba vzít počáteční výdaj na nákup OBU jednotky do vozů, kdy pořizovací cena této jednotky je odhadována na 13000 Kč. S vypočítanou úsporou by se však u každého vozu dalo uvažovat o návratu k ziskovosti již po třech měsících používání systémů C-ITS.

	Trasa 1	Trasa 2	Trasa 3	Celkem
Počet kilometrů	234	397	273	904
Odchylna proti plánovanému času (min)	80	120	200	400
Fakturovaná cena za přepravy (Kč)	2400	4300	4800	11500
Plánované náklady na palivo (Kč)	567	930	662	2159
Ostatní plánované náklady (platy řidičům + provozní výdaje) (Kč)	750	1100	950	2800
Plánovaný zisk (Kč)	1083	2270	3188	6541
Ztráty vlivem neočekávaných událostí (Kč)	450	630	900	1980
Celkový zisk (Kč)	663	1640	2288	4591

Tab. 5.2 Vyhodnocení finančních ztrát na třech uvedených trasách

Zdroj: [23]

6 ZÁVĚR

Teoretická část bakalářské práce je zaměřena na rozbor silniční dopravy a logistických procesů. Dále je řešena problematika dopravní telematiky a funkce systémů C-ITS. Následně je popsán rozvoj průmyslové revoluce až po současnou přetechnizovanou dobu, kdy se přechází k zjednodušování většiny činností pomocí strojů a robotů. Praktická část práce je zaměřena na dostupné poznatky o projektu C-Roads, který je úzce spojen s mezinárodní iniciativou, kde si každý ze států klade za cíl úspěšné zavedení systémů C-ITS v prostředí dané země. V České republice je implementace projektu v první fázi, kdy se úspěšně povedla otestovat pilotní lokalita DT0. V současnosti startuje zavedení etapy DT4 v městských částech Ostravy a Plzně. V budoucnu by mělo dojít k zavedení všech lokalit, které budou na bázi inteligentních dopravních systémů fungovat. Skutečnost, že projekt není z větší části zatím dokončen, dostává formát výstupu této práce do teoretické roviny. Hlavním cílem práce bylo zjistit přínosy projektu pro fungování logistické firmy. Pro tento případ byla vybrána firma AD Hadamčik, která ochotně poskytla veškerá potřebná data. Na třech denních jízdách bylo názorně předvedeno, kolik by firma mohla implementací zkoumaných systémů ušetřit času i finančních prostředků. V závěru byla shrnuta výsledná data a popsán možný přínos pro budoucnost firmy. Z výsledků je zřejmé, že nemůže být sporu o tom, jak zásadní mohou mít C-ITS systémy pro vybranou firmu přínos ať už z hlediska finančních úspor nebo ušetření potřebného času.

Z vlastní zkušenosti vím, že na denním fungování dopravních firem se podílejí i mnohé negativní aspekty. Z nejčastějších je nutno uvést nečekané zdržení na vykládkách či nakládkách, ztracený čas vinou zdlouhavých celních procesů, technické problémy vozů, či chyba lidského faktoru. Tato úskalí přináší běžný provoz a kompletně zamezit se jim pravděpodobně nedá. Projekt C-ROADS však cílí na negativní situace, kterým je možno jeho zavedením definitivně předejít a může výrazně přispět k větší plynulosti chodu firmy.

Seznam bibliografických citací

- [1] *Ročenka dopravy České republiky 2017* [online]. 2017 [cit 2019-02-12]. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2017.pdf.
- [2] GROS, Ivan a kolektiv. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
- [3] OUDOVÁ, Alena. *Logistika: základy logistiky*. Kralice na Hané: Computer Media, 2013. ISBN 9788074021497.
- [4] PETR, Jakub. *Rurální sociologie: GIS-ČR-Vektorová mapa pozemních komunikací*. In: ČZU: Provozně ekonomická fakulta [online]. 2019 [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: <https://home.czu.cz/petr/ruralni-sociologie/>.
- [5] KYNCL, Jan. *Podnikání v silniční dopravě*. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-7169-743-5.
- [6] DAVID, Petr a František ORAVA. *Vnitrostátní přeprava a zasílatelství*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04535-0.
- [7] KAVKA, Libor. *Systémová analýza logistických procesů*. [online]. Přerov: VŠLG, 2018. [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: <https://vslg.cz/wp-content/uploads/2018/06/8-kavka.pdf>
- [8] BAZALA, Jaroslav. *Logistika v praxi: praktická příručka manažera logistiky*. Praha: Dashöfer, 2003-^^^^. ISBN 80-86229-71-8.
- [9] PŘIBYL, Pavel a Miroslav SVÍTEK. *Inteligentní dopravní systémy*. Praha: BEN-technická literatura, 2001. ISBN 80-7300-029-6.
- [10] ČUJAN, Zdeněk. *Telematika a inteligentní dopravní systémy* [online]. 2018 [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: https://vslg.cz/wpcontent/uploads/2018/06/1_cujan.pdf
- [11] Projekt15.ha-vel. *Projekt investice do rozvoje vzdělávání*. [online]. 2009 [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/92>
- [12] TICHÝ, Tomáš. *Řídící systémy dopravy-dopravní telematika* [online]. 2004 [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: <http://www.lss.fd.cvut.cz/Members/tichy/dokumenty-k-vyuce/ITS>
- [13] Bartech. *4. průmyslová revoluce začíná*. [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <http://bartech.cz/nezarazene/4-prumyslova-revoluce-zacina/>

- [14] C-Roads. *Specifikace systému C-Roads Czech republic*. [online]. 2018 [cit. 2019-02-29]. Dostupné z: http://c-roads.cz/wp-content/uploads/2018/05/C-Roads_CZ_System_specs_v1.pdf
- [15] Technický týdeník. *Od 1. průmyslové revoluce ke 4.* [online]. 2015 [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html
- [16] ČAPEK, Karel. *Loupežník, R.U.R, Bílá nemoc*. Praha: Československý spisovatel v Praze, 1988. ISBN 20-002-88.
- [17] Sprinx. *Internet věcí mění průmysl, dopravu i domácnost, díl I.* [online]. 2016 [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: <http://www.sprinx.com/Blog/Vse/Rijen-2016/Internet-veci-meni-prumysl,-dopravu-i-domacnost,-d>
- [18] Automatizace.hw. *Co se skrývá pod výrazy Industry 4.0/ Průmysl 4.0?* [online]. 2016 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/mimochodem/co-je-se-skryva-pod-vyrazy-industry-40-prumysl-40.html>
- [19] C-Roads. *Pilotní lokality projektu C-Roads*. [online]. 2016 [cit. 2019-03-17]. Dostupné z: https://c-roads.cz/?page_id=1566
- [20] Crocodile.rsd. *Základní informace o projektu Crocodile*. [online]. 2017 [cit. 2019-03-30]. Dostupné z: <https://crocodile.rsd.cz/zakladni-informace-o-projektu-crocodile>
- [21] Czechspaceportal. *URSA Czech republic*. [online]. 2017 [cit. 2019-03-30]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/its---inteligentni-dopravni-systemy/projekty-eu/ursa-czech-republic/>
- [22] Heero-pilot. *eCall*. [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <http://www.heero-pilot.eu/view/cs-en/ecall.html>
- [23] Autodoprava Tomáš Hadamčík, Ostrava-Zábřeh, 2019, interní materiály společnosti

Seznam zkratek

Zkratka	Anglický název	Český název
ASV	Advanced Safety Vehicle	Pokročilý systém ochrany vozidla
CACS	Compressive Automobile Traffic Control System	Kompresivní systém řízení dopravy
CAM	Cooperative Awareness Message	Zpráva kooperativních systémů
C2C	Car to car	Komunikace vozidlo-vozidlo
C2I	Car to infrastructure	Komunikace vozidlo-infrastruktura
C2X	Car to x	Komunikace vozidlo-ostatní
C-ITS	Cooperative Intelligent Transport System	Kooperativní dopravní systémy
DENM	Decentralized Enviromental Notification Message	Decentralizované upozornění na události na silnici
DSRC	Dedicate Short-Range Communications	Úzce profilová komunikace krátkého dosahu
DT	Deployment and Test	Nasazení a testování
EDI	Electronic data interchange	Elektrická výměna dat
EU	European union	Evropská unie
GSM	Global System for Mobile Communications	Globální systém pro mobilní komunikaci
GPS	Global Positioning System	Globální lokalizační systém
IPv6	Internet Protocol version 6	Internetový protokol verze 6
ITS	Intelligent Transport Systems	Inteligentní dopravní systémy
IVHS	Intelligent Vehicle Highway System	Inteligentní dálniční systém vozidel
IVI	In-Vehicle Information	Informace o vozidle
IZS		Integrovaný záchranný systém
LŘD		Liniové řízení dopravy
LTE	Long Term Evolution	Technologie určená pro vysokorychlostní internet
MHD		Městská hromadná doprava
OBU	On-Board Unit	Vozidlová jednotka

QR	Quick Response	Kód rychlé reakce
RDIF	Radio Frequency Identification	Identifikace s využití radiofrekvenčních vln
RSE	Road Side Equipment	Zařízení umístěné u silnice
RSU	Road Side Unit	Silniční jednotka
RDS-TMC	Radio Data System-Traffic Message Channel	Dopravní data poskytovaná během jízdy řidiči
ŘSD		Ředitelství silnic a dálnic
R.U.R.	Rossums universal robots	Rossumovi univerzální roboti
SPAT	Signal Phase and Timing message	Zpráva pro komunikaci se SSZ
SSV	Slow and Stacionary Vehicle	System upozorňující na pomalé a stojící vozidlo
SŽDC		Správa železniční dopravní cesty
UTMS	Universal Traffic Management Systems	Univerzální systém řízení dopravy
Wi-fi	Wireless fidelity	Bezdrátová komunikace

Seznam ilustrací

Obr. 1.1 Vektorová mapa pozemních komunikací ČR.....	12
Obr. 1.2 Logistický řetězec.....	14
Obr. 1.3 Proces řízení logistické operace	15
Obr. 1.4 Časový průběh logistické operace	16
Obr. 2.1 Definice dopravní telematiky	18
Obr. 2.2 Hierarchická struktura dopravně–telematického systému.....	20
Obr. 2.3 Schéma fungování systému C-ITS	22
Obr. 2.4 Princip fungování režimu SSV	25
Obr. 3.1 Čtyři stupně průmyslové revoluce od konce 18. století až do současnosti.....	26
Obr. 4.1 Pilotní lokality projektu C-Roads v ČR.....	32
Obr. 4.2 Princip fungování systému pro zvýšení bezpečnosti na křižovatkách v režimu detekce jízdy na červenou.....	34
Obr. 4.3 Princip fungování systému eCall.....	37
Obr. 5.1 Schéma trasy č.1	40
Obr. 5.2 Reakce na dopravní situaci	41
Obr. 5.3 Schéma trasy č.2	42
Obr. 5.4 Místo pádu stromu do vozovky	42
Obr. 5.5 Schéma trasy č.3	43
Obr. 5.6 Inkriminovaná dopravní zácpa	44

Seznam tabulek

Tab. 1.1 Mezioborové srovnání přepravních výkonů (v tis. tun)	10
Tab. 5.1 Vozový park firmy AD Hadamčík	39
Tab. 5.2 Vyhodnocení finančních ztrát na třech uvedených trasách	45

Autor (vypracoval)	Vladislav Purma
Název BP	Využití systému C-Roads v prostředí logistické firmy
Studijní obor	Dopravní logistika
Rok obhajoby	2019
Počet stran	38
Počet příloh	0
Vedoucí BP	doc. Dr. Ing Oldřich Kodým
Anotace	Tato bakalářská práce je zaměřena na kooperativní inteligentní systémy, zejména na projekt C-Roads, u kterého je zkoumáno využití v procesech logistické firmy. V práci je řešen rozbor logistických procesů v silniční dopravě, dále je popsána funkce ITS systémů od jejich vzniku až po systémy C-ITS, na jejichž bázi pracuje zkoumaný projekt. V další části jsou popsány etapy průmyslové revoluce až do současnosti, kdy Průmysl 4.0 udává směr moderním technologiím a inovacím. O projektu C-Roads pojednává čtvrtá kapitola, jež je navíc doplněna rozбором ostatních projektů pracujících na podobné bázi. Poslední část práce je zaměřena na využití systémů C-ITS v prostředí dopravní firmy, jsou zde rozebrány tři denní trasy vozů, u kterých došlo k neočekávaným událostem. Závěrečné vyhodnocení poukazuje na očekávané úspory pro firmu v případě využití výhod kooperativních inteligentních systémů.
Klíčová slova	Kooperativní inteligentní systémy, C-ITS, OBU, RSU, C-Roads
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	