Technologické trendy v silniční dopravě

3. etapa

Foresightové studie Technologické trendy v silniční dopravě

Oblast inteligentní dopravní systémy

OLTIS GROUP a.s.

říjen 2018

# Obsah

[Obsah 2](#_Toc528759753)

[Úvod do projektu TPSD / ITS 4](#_Toc528759754)

[Služby správců infrastruktury koncovým uživatelům (občanům, firmám, institucím) 5](#_Toc528759755)

[Služby ITS pro správce infrastruktury 6](#_Toc528759756)

[Služby pro cestující a řidiče 8](#_Toc528759757)

[Inteligentní dopravní a logistické systémy 8](#_Toc528759758)

[Služby pro provozovatele dopravy 8](#_Toc528759759)

[Klíčové dokumenty v oblasti rozvoje ITS systémů v ČR 10](#_Toc528759760)

[1 Charakteristika průmyslových a společenských změn 11](#_Toc528759761)

[1.1 Projektové záměry na silniční síti 11](#_Toc528759762)

[1.2 Projektové záměry veřejné osobní dopravy 12](#_Toc528759763)

[1.3 Projekt RODOS 12](#_Toc528759764)

[1.4 Smart cities - chytrá města 12](#_Toc528759765)

[1.5 Big data 13](#_Toc528759766)

[1.6 IoT - internet věcí 13](#_Toc528759767)

[2 Popis hlavních trendů technologického vývoje 15](#_Toc528759768)

[2.1 Standartní telematika 15](#_Toc528759769)

[2.2 Telematika 2.0 16](#_Toc528759770)

[2.3 NDIC 16](#_Toc528759771)

[2.4 Mýto 16](#_Toc528759772)

[2.5 C-ITS 16](#_Toc528759773)

[2.5.1 Typy C-ITS systémů 17](#_Toc528759774)

[2.5.2 Popis C-ITS 18](#_Toc528759775)

[2.6 E-mobilita 20](#_Toc528759776)

[2.7 Autonomní vozidla 20](#_Toc528759777)

[3 Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů 22](#_Toc528759778)

[3.1 Inteligentní parkování - Optimalizace správy parkování. 22](#_Toc528759779)

[3.2 Smart city – next generation 23](#_Toc528759780)

[3.2.1 Osobní doprava 23](#_Toc528759781)

[3.2.2 Nákladní doprava 24](#_Toc528759782)

[3.3 Technologicky nezávislé mýto / Sjednocování EETS 24](#_Toc528759783)

[3.4 Elektromobilita v rámci ITS 24](#_Toc528759784)

[3.5 Navigace vozidel, plánování tras a objízdných tras 24](#_Toc528759785)

[3.6 Operativní informace pro dispečery 24](#_Toc528759786)

[3.7 Optimalizace tras 25](#_Toc528759787)

[3.8 Vždy připojen – být online 25](#_Toc528759788)

[3.9 Komfort dopravy veřejné / osobní - Řízení provozu 25](#_Toc528759789)

[3.10 Omezení nejen v oblasti ITS 25](#_Toc528759790)

[4 Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi 26](#_Toc528759791)

[4.1 Relevantní problémy v oblasti ITS [1] 26](#_Toc528759792)

[4.2 Klíčové bariéry 28](#_Toc528759793)

[5 Seznam použité literatury 29](#_Toc528759794)

[6 Seznam zkratek 30](#_Toc528759795)

[7 Seznam obrázků 31](#_Toc528759796)

# Úvod do projektu TPSD / ITS

Digitalizace a dekarbonizace dopravy jsou jedním z hlavních témat obecnějšího politického programu Evropské komise i České republiky. Digitální jednotný trh jakožto sektor Evropského jednotného trhu, který pokryje digitální marketing, elektronické obchodování a telekomunikace, bude mít jednoznačný dopad na dopravu a každodenní život občanů i jednotlivých účastníků přepravy zboží všech dopravních módů, přičemž silniční doprava zde bude hrát jednu z klíčových rolí.

Obecně lze říci, že ITS se bude rozvíjet nejen z pohledu vývoje nových technologií, ale i z pohledu spolupráce či kooperace stávajících či nových. Zde je důležité vždy vidět synergické efekty, respektive jejich přidanou hodnotu, neboť samostatně je jejich nasazení v poměru s přínosy velice drahé, ale při kombinaci několika prvků ITS sice celkové náklady neklesají, ale jejich přidaná hodnota na základě kooperace několikrát převyšuje původní přínosy.

Na základě tohoto lze definovat několik obecných tezí:

* Doposud oddělené informační oblasti osobní automobilové dopravy a hromadné dopravy osob stále více konvergují směrem k multimodální mobilitě osob/zboží. O tomto tématu toho bylo mnoho napsáno a řečeno, ale stále se rozhodujeme, zda pojedeme osobním vozidlem nebo vlakem/autobusem na základě subjektivního pocitu.
* ITS je sada podpůrných nástrojů a systémů pro podporu moderních mobilních systémů – nástroje ITS tvoří digitální datovou a infrastrukturní podporu pro další odvětví (kooperativní vozidla, autonomní vozidla).

#### Obecná definice ITS

*Obecně se pojem „Inteligentní dopravní systémy“ (ITS) používá pro globální program zahrnující řadu technologií, jejichž cílem je učinit dopravu bezpečnější a efektivnější, s menšími kongescemi na silnicích a s nižším ekologickým zatížením prostředí. Tento systém integruje informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím za podpory ostatních souvisejících oborů tak, aby pro stávající infrastrukturu zajistily systémy řízení procesů, zvýšily přepravní výkony a efektivitu dopravy, stoupla bezpečnost dopravy, zvýšil se komfort přepravy, atp.*

*V posledních letech však v rámci rozvoje ITS používá pojem “inteligentní dopravní služby“*

V odborné veřejnosti se v ČR ustálily následné oblasti (složky), které můžeme najít v mnoha odborných zdrojích, kde nejčastěji je takto presentuje prof. Svítek.

#### Mezi základní komponenty dopravně-telematických systémů patří následující oblasti [4]:

1. Elektronické platby (platby za ITS služby, za použití infrastruktury, dopravního prostředku atd.)
2. Management bezpečnostních a záchranných opatření (management nehod, management záchranných a bezpečnostních vozidel, sledování nebezpečných nákladů, atd.)
3. Management dopravních procesů (plánování dopravy, řízení dopravy, management údržby dopravní infrastruktury, atd.)
4. Management veřejné osobní dopravy (integrované dopravní systémy, státní správa atd.)
5. Podpora při řízení dopravních prostředků (proti-srážkové systémy, noční vidění, atd.)
6. Podpora mobility občanů (před-cestovní informace, osobní informační a navigační služby, atd.)
7. Podpora dohledu nad dodržováním předpisů (činnost správních úřadů, policie atd.)
8. Management nákladní dopravy a přepravy (management přepravy nákladů, řízení nákladních dopravních prostředků)
9. Dopravně-přepravní databáze (ITS datový registr, dopravní informační databáze, atd.)

#### Inteligentní dopravní služby lze rozdělit do několika oblastí[4]:

1. **služby pro cestující a řidiče**(uživatelé) - například informace o dopravních cestách, o dopravních spojích, dopravní informace prezentované řidičům prostřednictvím informačních systémů na dálnicích, dopravní informace presentované prostřednictvím rádia, televize nebo Internetu, informace zasílané řidičům do automobilů (dynamická navigace, kongesce atd.), služby mobilních operátorů, atd.
2. **služby pro správce infrastruktury -** (správci dopravních cest, správci dopravních terminálů) - sledování kvality dopravních cest, řízení údržby dopravní infrastruktury, sledování a řízení bezpečnosti dopravního provozu, ekonomika dopravních cest, atd.
3. **služby pro provozovatele dopravy** (dopravci) - volba dopravních cest a nejvýhodnějších tras, řízení oběhu vozidlového parku, dálková diagnostika vozidel, dodávka náhradních dílů, atd.
4. **služby pro veřejnou správu** - napojení systémů dopravní telematiky na informační systémy veřejné správy (ISVS), sledování a vyhodnocování přepravy osob a nákladů, řešení financování dopravní infrastruktury (fond dopravy), nástroje pro výkon dopravní politiky měst, regionů, státu, atd.
5. **služby pro bezpečnostní a záchranný systém** - (IZS - integrovaný záchranný systém) propojení systémů dopravní telematiky na integrovaný záchranný systém a bezpečnostní systémy státu, zabezpečení lepšího organizování zásahů při likvidaci havárií, nehod, zvýšení prevence proti vzniku mimořádných událostí s ekologickými důsledky, atd.
6. **služby pro finanční a kontrolní instituce** - (pojišťovny, leasingové společnosti, atd.) - elektronická identifikace vozidel a nákladů, sledování a vyhledávání odcizených vozidel, elektronické platby za poskytnuté ITS služby, atd.

**Inteligentní dopravní služby**

Služby pro cestující a řidiče

Služby pro bezpečnostní, záchranný a krizový systém

Služby pro správce infrastruktury

Služby pro veřejnou správu

Služby pro provozovatele dopravy

Služby pro finanční a kontrolní instituce

Obrázek 1 Inteligentní dopravní služby

## Služby správců infrastruktury koncovým uživatelům (občanům, firmám, institucím)

Hlavním úkolem správců infrastruktury z pověření jejich nadřízených institucí je zejména péče o jim svěřený majetek a tedy konkrétně:

* sledování stavu a opotřebení majetku
* pravidelná obnova majetku
* plánování rozvoje a modernizace
* sledování a dohledování činností vykonávaných na infrastruktuře

Kromě výše uvedených klíčových činností správce infrastruktury často vykonává také službu poskytování informací a dat uživatelům z řad občanů v různých rolích, například řidičům, cestujícím, chodcům, turistům, zaměstnancům atd. ale také institucím, soukromým i státním firmám a dalším fyzickým a právnickým entitám. Těchto služeb je celá řada a jsou poskytovány v různých formách podle typu informace a koncového uživatele informace.

Jedná se zejména o:

* pravidelné informace a řídící povely pro uživatele infrastruktury
* data pro další strojové zpracování právnickým entitám
* informace o stavu infrastruktury a majetku

Forma sdílení výše jmenovaných informací a služeb může být různá a je volena podle typu služby tak, aby data nebo informace poskytované službou byly koncovým uživatelům prezentovány maximálně přijatelnou cestou. Forma poskytování služeb koncovým uživatelům může být:

* Surová data ve strojově čitelném formátu pro další strojové zpracování
* Data zpracovaná do podoby informací
	+ Dopravní informace
	+ Řídící povely
	+ Úzce specializované sestavy a grafy

Jak je patrno z výše uvedeného, služeb, které vykonávají správci infrastruktury je celá řada a pokrývají široké spektrum koncových uživatelů.

## Služby ITS pro správce infrastruktury

Služby ITS pomáhají správci infrastruktury získávat kvalitní data a zpracovávat je do relevantních informací o majetku a provozu na spravované infrastruktuře čímž podstatně přispívají k zefektivnění činnosti správce infrastruktury a umožňují vykonávat řadu činností, které přispívají ke kvalitě služby poskytované správcem infrastruktury svým koncovým uživatelům.

Dále jsou obecně popsány stávající ITS služby pro správce infrastruktury rozdělené do několika logických celků. Uvedené celky a popisované služby jsou obecně platné napříč různými typy infrastruktury (silniční, železniční) ačkoliv uvedené příklady jsou zaměřeny zejména na silniční typ infrastruktury.

#### Služby ITS pro správce infrastruktury lze rozdělit na několik oblastí:

1. Oblast sběru provozních dat a pasportu majetku

Pro správce infrastruktury je důležité znát stav majetku v jejich správě včetně parametrů jako je jeho stáří, nastavení, poloha a mnoho dalších. Pro zjišťování těchto parametrů správci infrastruktury často využívají služeb automatického sběru dat a vyhodnocení parametrů například pokročilými metodami zpracování obrazu. Mezi technologie sběru pasportních dat se řadí kamerové technologie nebo například radarové nebo lidarové metody sběru a vyhodnocení mračen bodů. Služby sběru pasportních dat tak umožní zajistit dostatek dat a informací například o dopravních značkách, svodidlech, stožárech VO apod. Data z těchto služeb jsou dále využívána a zpracovávána do podoby informací o různých aspektech infrastruktury nebo jsou dále sdílena surová.

Mezi tyto služby se řadí především soubory HW zařízení a vyhodnocovacího a evidenčního SW, které jako jeden celek tvoří ITS systém sběru dat a pasportu majetku a umožňují prohlížení, úpravu, export nebo tisk vybraných výstupů, tabulek, grafů nebo sestav včetně mapových komponent a podkladů.

1. Oblast řízení a ovlivňování dopravy a správy zařízení

Služby v oblasti řízení a ovlivňování dopravy a správy zařízení jsou založeny zejména na pokročilém zpracování dat naměřených různými detekčními a senzorickými subsystémy (službami) a jejich vyhodnocení do podoby informací pro další návazné systémy, které zajistí provedení daných příkazů na aktorové vrstvě systému řízení. Aktorová vrstva systému řízení zprostředkovává informace ze služeb řízení prostřednictvím různých informačních kanálů, jako jsou zobrazovací panely, radiové služby, nastavení řadičů křižovatek a signálních světel apod.

ITS služby tohoto druhu jsou poskytovány hardwarovými a softwarovými nástroji v centrálních dispečerských systémech (NDIC, HDŘÚ Praha, DIC Brno apod.) a v jejich návazných subsystémech, které zajišťují správcům infrastruktury komplexní přehled o aktuálním i minulém dění na infrastruktuře a také přehled o stavu zařízení integrovaných do systému. Tyto ITS služby pomáhají správcům infrastruktury včas reagovat na náhlé situace, jako jsou například sněhové či jiné kalamity, nehody nebo nenadálé stavy v uzavírkách a stejně tak díky monitoringu všech zapojených zařízení včas reagovat na poruchy důležitých komponent systému. Tyto služby pomáhají zlepšovat bezpečnost a plynulost provozu na infrastruktuře a při krizových situacích přispívají k rychlejšímu a efektivnějšímu řízení procesů odstranění těchto situací. Řízení je založeno na reaktivních scénářích, které vykonávají předem definované a na základě splnění podmínek spuštěné scénáře řízení. Ty obsahují sady pokynů pro jednotlivé aktory návazných systémů.

ITS Služby této kategorie jsou přínosné nejen pro správce infrastruktury, ale i pro koncové uživatele, kterým umožňují získat podrobné a aktuální informace při plánování cesty nebo během ní.

1. Oblast hospodaření s majetkem (vozovkou a mosty)

Určitý přesah mají systémy ITS i v oblastech hospodaření s majetkem, které se věnují zejména sběru a vyhodnocení dat o poruchách krytu vozovek (infrastruktury), predikci rozvoje trhlin a stanovování úrovně degradace konstrukcí a povrchů. Sběr dat o vozovce může probíhat například komplexním HW zařízením umístěným na konstrukci měřícího vozidla, které pomocí kamer a sestavy optických a dalších doplňkových senzorů snímá povrch vozovky. Data z měřícího vozidla jsou vyhodnocena pomocí SW nástrojů obsahující například degradační křivky různých typů povrchů charakterizující proces stárnutí povrchů v čase. Výstupem jsou prostorově spojité informace o kvalitě povrchu a případně také doporučení pro správce infrastruktury ve formě plánu oprav.

1. Oblast vozidlových systémů

Služby v oblasti vozidlových systémů představují zejména systémy sledování pohybu a výkonu práce implementované do některých vybraných vozidel údržby. Tyto systémy poskytují data o poloze stroje (vozidla) a typu vykonávané činnosti včetně dalších doplňkových informací o množství vysypaného (převezeného) materiálu apod. do centrálního dispečerského systému správce infrastruktury.

Vozidlové systémy v některých vozidlech správců komunikací dále také umožňují poskytovat některá vybraná data přímo dalším vozidlům v dosahu pomocí moderní koncepce komunikace mezi vozidly známé jako C-ITS (kooperativní systémy) a tím zlepšovat bezpečnost na komunikacích například v uzavírkách. Informace o vykonávané činnosti spolu s polohovou informací jsou navíc přenášeny i do NDIC (obrázek X) – do centrálního prvku řízení a ovlivňování provozu na infrastruktuře a je možné díky nim sledovat pohyb vozidel údržby a v návaznosti na to přijímat a vyhlašovat opatření při řízení a ovlivňování provozu.

Služba vozidlových systémů a sledování výkonů je důležitým zdrojem dat pro správce infrastruktury a také po jejich zpracování pro koncové uživatele dopravní infrastruktury (řidiče).

Obrázek NDIC Ostrava

## 2479Služby pro cestující a řidiče

Z hlediska služeb cestujícím a řidičům budou podrobně věnovány následující etapy řešení projektu. Mezi tyto služby zařazujeme na straně cestujících informace hlavně v systémech IDS a MHD, které mají velký přesah do ostatních dopravních módů, respektive právě zde dosahují synergického efektu veřejné dopravy.

Služby řidičům vycházejí převážně z vazeb na NDIC či RODOS, tak jak je popsáno v třetí kapitole tohoto dokumentu.

## Inteligentní dopravní a logistické systémy

Inteligentní dopravní a logistické systémy se vydávají cestou maximální bezzásahovosti, tj. omezení role lidského činitele. Nejde jen o autonomnost z hlediska řízení dopravních prostředků, ale také o co největší automatizaci při rozhodování a plánování a při předávání informací.

Informační systémy používané v oblasti multimodální dopravy a logistiky s výhodou využívají elektronickou výměnu informací pomocí EDI zpráv. Tyto zprávy se používají jak pro avizaci objednávek, tak pro automatické zasílání informací o uskutečněných nakládkách a vykládkách. Na základě obdržených informací plánují informační systémy práci manipulačních prostředků a také ukládání nákladu tak, aby byl co nejsnadněji a co nejrychleji dostupný pro další manipulaci.

Na hranicích i uvnitř multimodálních logistických center se prosazují on-line dohledové systémy. Jsou to jednak kamerové systémy se softwarem na bázi automatického rozpoznání textu (OCR - Optical Code Recognition), které umožňují rozeznání poznávacích značek automobilů, čísel železničních vozů a čísel ložných jednotek (ILU - Intermodal Loading Unit). Alternativou kamerových systémů jsou brány ovládané za pomocí RFID (Radio Frequency Identification) čipů, kterými je osazen dopravní prostředek, nebo vlastní přepravní jednotka. Nastavením práva průjezdu branou pro daný čip je možné povolit, nebo naopak zakázat průjezd branou. Pro nepřetržité sledování pohybu dopravních a manipulačních prostředků uvnitř logistických center se používají GPS (Global Positioning System) lokátory, které pracují podobně jako sledovací zařízení používaná v silniční, železniční i námořní popravě.

## Služby pro provozovatele dopravy

V oblasti služeb pro provozovatele dopravy jsou patrné trendy směřující ke zjednodušení, zefektivnění a automatizaci procesů. Řada dopravců a speditérů investuje prostředky do specializovaných informačních systémů (TMS – Transport Management System, např. LORI), které jim pomáhají realizovat rozličné procesy související s jejich podnikáním v souladu s těmito trendy.

Při implementacích TMS do dopravních či spedičních firem je velmi často poptávána integrace na další systémy a zdroje dat. Integrací lze dosáhnout významného snížení chybovosti i nároků na lidské zdroje, lepší informovanosti o aktuálním stavu objednávek a přeprav, a nezřídka lze získat také řadu zajímavých dat využitelných pro statistiky a manažerské výstupy.

#### Evidence a správa vozového parku – fleet management

Dnešní moderní vozidla bývají od výrobce vybavena palubními jednotkami, ze kterých výrobci prostřednictvím webových služeb poskytují řadu údajů o vozidlech a jejich provozu.

Pro zjednodušení evidence vozidel v TMS bývají realizovány importy vozidel ze systému výrobce. Data z palubních systémů mohou být v TMS využita i pro informování dispečerů o mimořádných stavech (pokles tlaku v pneumatikách, závada brzdového systému apod.) a pro s tím související plánování mimořádných servisů.

Palubní systémy poskytují i data využitelná pro sledování efektivity řidičů a vozového parku, jako například průměrnou spotřebu či bodové hodnocení jízdního stylu řidičů.

#### Evidence objednávek

V procesu evidence objednávek roste poptávka po řešeních usnadňujících dopravci/speditérovi zavedení objednávky do TMS. Pro zákazníky dopravních a spedičních firem jsou vytvářeny speciální webové portály, jejichž prostřednictvím mohou sami zadávat své objednávky, které se vzápětí objeví v TMS.

#### Plánování přeprav

TMS poskytují dispečerům nástroje pro usnadnění plánování přeprav. Pro výpočet trasy přepravy lze využít napojení na mapové služby podporující omezení pro nákladní dopravu (rozměry a hmotnost vozidla/soupravy, maximální rychlost, ADR). Trendem je tuto trasu dále využít v palubní jednotce nebo mobilním zařízení k navigaci, a zpět do TMS předávat informace o případných odchylkách řidiče od této trasy.

Kromě trasy poskytují kvalitní mapové služby také podrobné informace o výši mýtného na trase.

#### Mobilní aplikace – elektronický ložný list

Na trhu jsou dostupné speciální mobilní aplikace spolupracující s TMS. Jednou z nich je např. TABLOG, který řidiči poskytuje podrobné údaje o naplánované přepravě. Řidič v aplikaci zaznamenává průběh přepravy, tedy prováděné operace a podrobnosti k nim. Dispečer, v případě potřeby, může s řidičem komunikovat prostřednictvím zpráv v mobilní aplikaci.

Kombinací dat z mobilní aplikace a palubní jednotky jsou získávány podrobné informace o průběhu přepravy a aktuálním stavu, které jsou využívány pro operativní činnost dispečerů a zpracování záznamu o provozu vozidla.

#### Aktuální stav vozidla a přepravy

Na základě dat z palubní jednotky a mobilní aplikace lze dispečery v reálném čase informovat o aktuálním stavu vozidla a přepravy. Dispečer tak např. ví, kde se vozidlo nachází, jaké nakládky již byly realizovány a zda bylo skutečně naloženo to, co bylo naplánováno apod.

Data lze využít i pro informování zákazníků o stavu jejich objednávek, o předpokládaném čase doručení zásilky apod.

#### Zpracování ZPV

Data z palubní jednotky v kombinaci s daty z mobilní aplikace výrazně usnadňují evidenci ZPV (záznam o provozu vozidla,). Lze z nich importovat údaje o najetých km, pozici vozidla, řidiči přihlášeném k elektronickému tachografu, nakládkách, vykládkách apod., čímž odpadá papírová evidence průběhu přepravy řidičem a její následný zdlouhavý přepis do TMS.

#### Ekonomika a fakturace, personalistika

Specializované TMS, jako je např. LORI, nemusí být zároveň komplexním ekonomickým a personálním systémem (v praxi to často ani nebývá žádoucí – řada dopravců a speditérů si při implementaci nového TMS chce ponechat stávající ekonomický a personální systém). Často proto bývá realizováno rozhraní mezi TMS a ekonomikou/personalistikou, čímž se eliminuje ruční přepisování dat mezi těmito systémy.

## Klíčové dokumenty v oblasti rozvoje ITS systémů v ČR

#### Akční plán rozvoje ITS v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050) [10]

Základní strategií týkající se využití ITS určuje vládou schválený „Akční plán rozvoje inteligentních dopravních systémů (ITS) v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050)“. Jde o strategický dokument pro využití detekčních, diagnostických, informačních, řídicích a zabezpečovacích technologií na bázi ITS, GNSS a systémů pozorování Země. Tento dokument analyzoval nedostatky současně provozovaných ITS systémů, čímž poskytl přehled nejen o současné situaci, ale také o přetrvávajících problémech.

Dále tento dokument stanovil vizi výsledného (ideálního) stavu fungování ITS a na tomto základě navrhl opatření, která jsou nezbytná, aby došlo k postupnému zlepšení stávajícího stavu, a to nejen z technického, ale i organizačního hlediska pro zlepšení vzájemné provázanosti jednotlivých druhů dopravy. Na základě této vize je stanoven globální cíl, kterým je zajištění plynulé, bezpečné a energeticky účinné dopravy.

#### Implementační plán k Akčnímu plánu rozvoje ITS v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050) [11]

Realizačním dokumentem Akčního plánu rozvoje ITS je Implementační plán rozvoje ITS, který již řeší přípravu projektů ITS. Tento plán není koncipován pouze jako jednorázový dokument, ale jako otevřený a živý dokument, který bude do roku 2020 průběžně aktualizován a doplňován na základě dlouhodobého i krátkodobého plánování a programového výběru konkrétních projektových záměrů, resp. rozvojových projektů k financování.

#### Strategický plán rozvoje NDIC s výhledem na 10 let [3]

Strategický plán vymezuje roli a stanovuje směry dalšího rozvoje JSDI/NDIC, ohraničuje funkční rozsah, navrhuje spolupráci JSDI/NDIC s dalšími systémy provozovanými veřejnými i privátními subjekty na národní i mezinárodní úrovni, posuzuje současný a doporučuje směry dalšího rozvoje organizace silniční dopravy v ČR, provádí revizi regulačního a organizačního rámce JSDI/NDIC, zhodnocuje výkon a kvalitu služeb poskytovaných JSDI/NDIC a navrhuje konkrétní akce v časové ose nebytné realizaci Plánu.

# Charakteristika průmyslových a společenských změn

V kontextu rozvoje nových technologií a informačních systémů, se často hovoří o Průmyslu 4.0 (též Práce 4.0 či čtvrtá průmyslová revoluce), který chápeme jako označení pro současný trend digitalizace, s ní související automatizace výroby a změn na trhu práce, které s sebou přinese. Po třetí průmyslové revoluci, kdy jsme hovořili o automatizaci, zde hovoříme o využívání kyberneticko-fyzikálních systémů.

Nepřehlédnutelné věci budou z hlediska dalšího nahrazování lidské práci roboty, a to nejen ve výrobě, ale i z hlediska odbavování cestujících. Jedná se o v první řadě o různé automatizované operace/systémy, tak jak se s nimi ve velmi omezené míře můžeme setkávat již dnes.

S tímto jsou spojeny také změny v přemýšlení lidí v několika rovinách. Těmito rovinami je myšleno fáze pomoci a usnadňování v oblasti lidské činnosti a způsob vnímání těchto změn obyvateli, včetně důvěry v tyto systémy. Další rovinou je strach ze ztráty pracovních příležitostí a tím negativní důsledky pro dopad na obyvatele. Není opominutelná také rovina z hlediska ztráty soukromí a občanských svobod.

Z těchto změn vycházejí následující projekty na dopravní infrastruktuře.

## Projektové záměry na silniční síti

Na síti kapacitních silnic se plánuje rekonstrukce stávajících, doplnění nebo výstavba nových dopravních detektorů a kamerových systémů. Kamerové systémy budou využívány jak dispečery Národního dopravního informačního centra (NDIC), tak místně příslušnými dispečery zimní údržby pro vzdálený dohled nad stavem silničního provozu a zároveň jako doplňující prvek pro bližší určení meteorologické situace. Jedná se buď o zařízení, která poskytují komplexní informace o teplotě vzduchu, směru a rychlosti větru, druhu a intenzitě srážek, viditelnosti, teplotě povrchu, vodním sloupci atd. Data z meteostanic jsou využívána dispečery zimní údržby a přispějí ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu., neboť se jedná o lokální hlásiče náledí v problémových lokalitách, které ovládají proměnné dopravní značení a varují řidiče před nebezpečnými meteorologickými jevy jako např. nebezpečí námrazy nebo nebezpečí smyku. Takovýchto rizikových míst je vytipováno v řádu desítek, přičemž každé z nich bude vybaveno senzorem (podle konkrétní situace půjde o radar, meteostanici nebo detektor dopravy), vyhodnocovací jednotkou s možností dálkového ovládání a aktorem (nejčastěji proměnné dopravní značení nebo jiná vizuální informace).

Dále bude na síti kapacitních silnic budováno proměnné dopravní značení a textové části zařízení pro provozní informace. Ve strategických místech dojde k umístění detektorů (kamerových systémů) sledujících průjezd vozidel. Z naměřených dat bude vypočítávána doba průjezdu danými úseky a predikce kolon. Dále se předpokládá zavedení úsekového měření rychlosti na daných úsecích dálnic a automatických vysokorychlostních vah pro bezobslužné vyhodnocení, zda silniční nákladní vozidlo nebo souprava nad 12 t nejsou přetíženy a neohrožují bezpečnost silničního provozu nebo nepoškozují vozovku. Pokud se bude jednat o přetížené vozidlo, bude zaznamenána jeho registrační značka a pořízena přehledná fotodokumentace vozu. Na nejvytíženějších částech dálniční sítě se předpokládá vybudování liniového řízení dopravy. Kromě instalace portálů s proměnným dopravním značením bude také patřičně vybaveno příslušné řídící centrum. Předpokládá se obnova dispečerských pracovišť a technologického vybavení Národního dopravního informačního centra (NDIC). Dále se plánuje využití dat z plovoucích vozidel pro plošné kontinuální monitorování dynamiky dopravních proudů na strategické síti komunikací ČR a rozvoj kooperativních systémů pro komunikaci vozidlo-vozidlo a vozidlo-infrastruktura (C-ITS). V rámci připravovaného koridoru ITS (mezinárodní projekt, na kterém se podílí Dolní Sasko, ČR a Rakousko) bude na mezinárodní úrovni testována a následně nasazována aplikace o varování řidičů před pomalu jedoucím vozidlem údržby a před mobilním vozíkem s dopravní značkou, která určuje začátek omezení jízdních pruhů na dálnici. Další uvažovanou aplikací kooperativních systémů je podpora řidičů při jízdě přes železniční nebo tramvajový přejezd (projekt C-Roads navrhovaný k realizaci z kohezní části evropského programu Connecting Europe Facility – CEF).

## Projektové záměry veřejné osobní dopravy

Rozvoj ITS ve veřejné osobní dopravě se bude zaměřovat zejména na rozšíření jednotného přístupového místa pro přístup k datům o veřejné osobní dopravě. Bude se jednat zejména o modernizaci Celostátního informačního systému o jízdních řádech (dále jen „CIS JŘ“), jeho doplnění o další důležité datové prvky, případně rozšíření některých stávajících včetně prověření možnosti poskytování informací o tarifech. Dále proběhne příprava univerzálního rozhraní pro propojení a výměnu dat mezi rezervačními systémy ve veřejné osobní dopravě.

## Projekt RODOS

V rámci programu Technologické agentury ČR na podporu rozvoje dlouhodobé spolupráce ve výzkumu, vývoji a inovacích mezi veřejným a soukromým sektorem „Centra kompetence“ je vytvářeno centrum RODOS s ideou průběžného zvyšování konkurenceschopnosti ČR v oblasti inteligentních dopravních systémů. Centrum pro rozvoj dopravních systémů RODOS je největším současným subjektem působícím v oblasti aplikovaného výzkumu v odvětví dopravy se zaměřením na monitorování, řízení silniční dopravy a jejího financování. Centrum RODOS tvoří tři největší technické vysoké školy v ČR, jedna veřejná výzkumná instituce a šest podniků, které patří mezi přední dodavatele a výrobce v oblasti IT technologií, software, sběru dat a zavádění inteligentních dopravních systémů do praxe na českém trhu. Strategickým cílem Centra je vytvořit nad silniční dopravou, a to pomocí nových nástrojů dopravní informatiky, komplexní informační nástavbu a integrovat ji do stávajících telematických systémů. Jádrem centra RODOS, je Dynamický Model Mobility ČR (DMM integruje dynamický model pohybu osob, vozidel, zboží a s tím souvisejících informací v rámci celého území ČR). Tento model a jeho provoz nalezne široké využití nejen v dopravě a dalších síťových odvětvích, ale také při výkonu státní a veřejné správy nebo při budoucí realizaci konceptů tzv. Smart Cities. Provoz a průběžný rozvoj DMM představuje nikoliv postačující, ale nutnou výchozí podmínku dalšího rozvoje ČR směrem k prosperující znalostní společnosti v oblasti inteligentních dopravních systémů. [5]

## Smart cities - chytrá města

#### Chytrá města (Smart cities) jsou chápána ve vazbě na mnoho oblastí lidských činností:

* Chytrá ekonomika (smart economy)
* Chytrá doprava (smart mobility)
* Chytré životní prostředí (smart environment)
* Chytří lidé (smart people)
* Chytré bydlení (smart living)
* Chytrá vláda (smart governance)

Z hlediska ITS ve vazbě na silniční dopravu se projekt TPSD zabývá tzv, Chytrou dopravou, v kontextu výše popsaných SMART, a to z důvodu toho, že všechny tyto oblasti jsou úzce propojené.

#### Chytrá doprava (smart mobility)

Mobilita a doprava jsou nezbytnou součástí městské infrastruktury. Inteligentní město by mělo být snadno dostupné pro návštěvníky i jeho obyvatele. Cestovat přes město by mělo být bezproblémové, pohodlné ale také ekologické. Cílem je poskytnout mnohostranné, efektivní, bezpečné a pohodlné dopravní systémy, které jsou propojeny s infrastrukturou informačních a komunikačních technologií a otevřených dat.

Tendence:

* systém sledování provozu
* sdílení dopravních prostředků
* inteligentní řízení dopravy
* inteligentní světelná signalizace
* inteligentní dopravní informace
* sdílení zkušeností občanů s dopravou
* inteligentní parkovací místa a systémy chytrého parkování
* preference vodících pásem pro vozy IZS
* sdílení kol (bike sharing)
* elektromobily
* optimalizace a popularizace veřejné dopravy

## Big data

Big data – jednoduchý pojem, za kterým se skrývá celá řada trendů v oboru informačních technologií. Obvyklá definice zní, že se jedná o analýzu velkého množství dat, jejichž zpracování tradičními softwarovými prostředky není možné. [9]

Big data charakterizujeme pomocí čtyř vlastností, jejichž anglické názvy začínají na písmeno V.

* **Volume (objem).** Big data mohou dosahovat objemů řádově v petabytech (1 PB = 1000 TB) až exabytech (1 EB = 1000 PB). Většina dat je vygenerována strojově.
* **Velocity (rychlost).** Data proudí do systému obrovskou rychlostí. Tento proud dat je navíc potřeba zpracovávat průběžně a ne ho jen ukládat a čekat, až přijde do práce analytik. Tato rychlost zpracování dat je pro definici pojmu big data ještě důležitější než jejich objem.
* **Variety (různorodost).** Zpracovávaná data jsou velmi pestrá a často nemají pevně danou strukturu. Je mnohem snazší zpracovat data z formuláře s kolonkami typu datum vystavení faktury, fakturovaná částka a dodavatel než např. multimediální data.

**Vericity (věrohodnost).** Sledujeme-li např. průběh výrobního procesu velkým množstvím levných senzorů, tak musíme počítat s jejich nespolehlivostí a poruchami.

Technologie big data se postupně přesouvá z pozice experimentální do hlavního proudu. Její význam bude nadále růst i s tím, jak digitalizace zasahuje další a další oblasti našeho života např. IoT. Vedle nesporných přínosů je ale třeba věnovat pozornost i rizikům; k nejdiskutovanějším patří zabezpečení shromažďovaných osobních údajů před zneužitím a neb v současnosti nejčastěji zmiňované GDPR.

## IoT - internet věcí

IoT síť fyzických zařízení, vozidel, domácích spotřebičů a dalších zařízení, která jsou vybavena elektronikou, softwarem, senzory, pohyblivými částmi a síťovou konektivitou, která umožňuje těmto zařízením se propojit a vyměňovat si data. Každé z těchto zařízení je jasně identifikovatelné díky implementovanému výpočetnímu systému, ale přesto je schopno pracovat samostatně v existující infrastruktuře internetu.[6]

Internet věcí umožňuje zařízením, aby byly zjištěny, či vzdáleně kontrolovány skrz existující infrastrukturu sítě, která umožňuje lepší integraci fyzických zařízení do počítačově řízených systémů a díky tomu zvýšení účinnosti, přesnosti a ekonomické stránky věci ve spojení se sníženými nároky na uživatele. Pokud jsou v zařízení umístěna čidla či akční členy, technologie se stává částí více obecné kategorie kyber-fyzických systémů, která zahrnuje technologie jako jsou chytré sítě, virtuální elektrárny, chytré domácnosti a inteligentní přepravu, či též chytrá města.

IoT je zjednodušeně řečeno cokoliv, co je připojeno k síti (včetně internetu), nebo k jiným strojům a pracuje samostatně bez nutnosti lidského zásahu. Toto propojení, je umožněné řadou moderních komponent a převážně bezdrátových komunikačních systémů a protokolů. Jednoduše umožňuje návrhářům, aby vytvářeli "inteligentní" (sofistikovanější) vybavení a stroje tak, aby svou činnost samy měřily, zaznamenávaly, zobrazovaly, sledovaly a podle tohoto se automaticky nastavovaly. [8]

# Popis hlavních trendů technologického vývoje

V dalším textu jsou vyjmenovány možné směry technologického vývoje v oblasti inteligentních dopravních systémů (ITS) v různých oblastech ITS technologií. Jak bylo uvedeno v předchozích kapitolách, systémy ITS tvoří technologickou bázi pro další odvětví, která na ITS staví a odvozují se z dat sesbíraných a vyhodnocených v systémech ITS. Kapitola se věnuje také těmto návazným oborům, jako jsou například technologie autonomního vozidla, které vznikají vhodnou kombinací technologií a informací získaných z různých již existujících systémů včetně ITS. Výhled je přizpůsoben časovému horizontu 2020 – 2050 s těžištěm/zlomovým bodem kolem roku 2030, jak je znázorněno v příloze č. 1 tohoto dokumentu.

Současné směry technologického vývoje v oblasti ITS budou dány na jedné straně rozvojem mobilních sítí (datové přenosy), aktuálního předávání dat, implementace ITS do vozidel, personifikace / GDPR.

Jednu z klíčových rolí budou hrát také synergické efekty jednotlivých prvků ITS, kdy přestanou být jednotlivé komponenty ITS brány jednotlivě, ale jako kooperující prvky poskládané do mozaiky poskytování služeb osobám zapojených do dopravního procesu (stakeholders), tak jak je znázorněno na obrázku 3.

**Inteligentní dopravní služby**

Služby pro cestující a řidiče

Služby pro bezpečnostní, záchranný a krizový systém

Služby pro správce infrastruktury

Služby pro veřejnou správu

Služby pro provozovatele dopravy

Služby pro finanční a kontrolní instituce

Obrázek 3 Inteligentní dopravní služby

## Standartní telematika

Telematická infrastruktura zůstane do roku 2030-2040 víceméně ve stejném kontextu jako dnes, telematických zařízení bude přibývat a budou pokryty i města, jejich okruhy a významné silnice nižších tříd. Zejména detektorové systémy budou budovány bez nutnosti stavebních prací souvisejících s napájením a datovým přenosem. Dá se očekávat, že telematická zařízení zlevní, což pozitivně přispěje k jejich většímu rozšíření i na méně významné komunikace. Od roku 2030 bude docházet ke stagnaci v oblasti standartních telematických systémů z důvodu nasycení silniční infrastruktury těmito technologiemi a z důvodu přechodu na nové technologie řízení vozidel a přenosu dopravních informací přímo do vozidla.

## Telematika 2.0

Rozvoj telematiky se musí přizpůsobit rozvoji v jiných odvětvích, především v oblasti autonomního řízení. Výsledným milníkem v oblasti telematika 2.0. je inteligentní dálnice, která má kvalitní reflexní vodorovné značení pro automatické vedení vozidla pomocí optických systémů a dopravní značky umožňují bezdrátový přenos informace do vozidla. Toho je dosaženo pomocí několika kroků. Nejprve musí být provedena pasportizace značení a výběr systému přenosu informací. K přenosu informace je možné využít C-ITS systému nebo přenášet informace pomocí samostatných zařízení umístěných na dopravních značkách. Celý systém však musí být standardizovaný a interoperabilní, aby při přechodu z jednoho území (kraj, město, stát,…) do druhého nedocházelo k výpadkům.

## NDIC

Role NDIC do roku 2020 bude přetrvávat v současném stavu. Dojde k jeho otevření, čímž se zjednoduší a zrychlí jeho rozvoj. Je nezbytné, aby do NDIC byly nadále integrovány všechny telematické zařízení nově instalované na infrastruktuře.

Do roku 2020 bude zaznamenán také posun těžiště práce s daty. Získávání dat bude díky novým senzorickým technologiím a technologiím přenosu dat levnější a dostupnější, bude tedy možné získat levně velké množství dat na mnoha místech silniční infrastruktury zároveň. Těžiště práce s daty se posouvá do oblasti zpracování dat a především jejich validace, ověření správnosti a správné interpretace a propojení.

Kromě detektorů na infrastruktuře budou velké objemy dat po roce 2020 získávány online přímo z vozidel prostřednictvím C-ITS systémů, jejich zpracování bude nutné provádět v jednotkách milisekund. Požadavek na zpracování velkého objemu dat v reálném čase povede k částečné decentralizaci řídících a informačních funkcí do lokálních krajských a městských řídících center a přímo do zařízení na infrastrukturu. S větším rozšířením C-ITS se NDIC stane centrálním nástrojem pro:

* Validaci a garanci dopravních informací
* dlouhodobé sledování a zpracování dopravních dat
* řízení dopravy v dlouhodobém a celonárodním měřítku
* garantem bezpečnosti komunikace (PKI server) mezi komponentami C-ITS systému

Systém NDIC se stane centrální autoritou a backend serverem pro C-ITS systémy.

## Mýto

Je předpoklad, že po roce 2020 vznikne hybridní systém výběru mýtného na dálnicích, rychlostních silnicích a na silnicích prvních tříd. Tento vývoj bude podpořen především rozvojem C-ITS jednotek ve vozidlech, které bude možné mimo klasické aplikace využít právě pro účely výběru mýtného. Bude třeba vyřešit technicky výběr mýtného u starších vozidel nevybavených jednotkou C-ITS. Řešení jsou možná pomocí dodatečně montované OBU jednotky. Elektronický hybridní systém výběru mýtného u všech typů vozidel bude stimulovat další navazující rozvoj C-ITS systémů a bude umožňovat také různé režimy podpory a nové obchodní modely v oblasti e-mobility nebo sdílených vozidel.

## C-ITS

Kooperativní systémy (C-ITS) [12] založené na výměně dat nejenom mezi samotnými vozidly, ale také vozidly a infrastrukturou jsou další velkou výzvou v oblasti řízení dopravy. Kooperativní systémy umožňují přímou komunikaci mezi vozidly navzájem a vozidly a ITS jednotkami na dopravní infrastruktuře, které jsou následně předány do dopravně řídících či informačních center. C-ITS systémy umožňují bezpečné řízení vozidla díky tomu, že včas a přesně informují řidiče o stavu dopravy, nebezpečných lokalitách a jiných problémech vzniklých kolem nich. Dopravní řídící a informační centra obdrží přesné a ucelené informace o aktuální dopravní situaci přímo z vozidel a díky tomu je možné efektivně a rychle řídit / ovlivňovat dopravní proud a tím zvýšit bezpečnost, plynulost dopravy a snížit negativní dopady na životní prostředí na pozemních komunikacích. Zajištění inteligentní mobility překračující hranice států je základním cílem Evropské unie a aktivity vedoucí k tomuto cíli pokládají základ pro tvorbu panevropského využívání kooperativních systémů. Technologie pro kooperativní systémy byly vyvinuty v rámci evropských výzkumných a vědeckých projektů a jsou ověřovány v podobě pilotních testů po celé Evropě. Smyslem projektu C-Roads Czech Republic je ověřit v praxi na českých silnicích a vybraných železničních přejezdech fungování spolupracujících systémů ITS. [12]

Na komunikacích přibude infrastruktura pro přenos dopravních dat z/do vozidel (hybridní systém C-ITS), který bude sloužit pro potřeby všech vozidel, jak autonomních tak těch manuálně řízených. Do roku 2020 bude C-ITS infrastruktura pokrývat základní síť komunikací v ČR a do roku 2025 bude pokryta celá síť TEN-T a další významné komunikace. Od roku 2019 se očekává zavedení C-ITS jednotek do sériově vyráběných vozidel a tedy poměrně rychlé rozšíření C-ITS aplikací. Po roce 2020 bude postupně vznikat ekosystém živený trhem bez nutnosti zásahů a pobídek zvenčí. Tomu musí předcházet vybudování patřičné infrastruktury C-ITS jednotek a větší rozšíření sériově vyráběných vozidel s C-ITS OBU jednotkou.

### Typy C-ITS systémů

Kooperativní ITS systémy umožňují přímou komunikaci mezi vozidlovou jednotkou OBU a jednotkami umístěnými v jiných vozidlech, zařízeními umístěných na infrastruktuře RSU, včetně parkovišť. Komunikace je prostřednictvím specifické frekvence 5,9 GHz, tato frekvence je vyhrazena celosvětově pro bezpečnostní aplikace a samozřejmě pomocí sítě GSM (3G/4G/5G)/IoT. Schéma procesu či pojetí C-ITS je znázorněna na obrázku 2.

Podle způsobu komunikace (výměny dat) se kooperativní systémy C-ITS dělí např. na:

#### V2V

Komunikace typu V2V slouží k předávání informací přímo mezi jednotlivými vozidly. Každé vozidlo je zároveň vysílač i přijímač a kdykoliv, když přijme relevantní zprávu ji ihned rozešle všem vozidlům v dosahu. K hlavním aplikacím V2V kooperativních systémů patří upozornění na dopravní zácpy, na pomalu jedoucí (např. vozidla údržby) nebo stojící vozidla (např. vozidla stojící kvůli zácpě nebo kvůli technické závadě) a dále upozornění na přibližující se vozidla IZS s právem přednostní jízdy jedoucí k zásahu.

#### V2I a I2V

Komunikace typu V2I a I2V nalézá uplatnění zejména při varování před nebezpečím, upozornění na (dočasnou) práci na silnici nebo informování o nepříznivých meteorologických podmínkách, například o námraze na vozovce. Také lze tento typ komunikace využít k předání informací do palubní jednotky vozidla o aktuálním zobrazení významu výstražných nebo zákazových (proměnných) dopravních značek a světelných signálů apod.

#### I2I

Komunikace typu I2I je využitelná zejména k předávání výše uvedených informací mezi jednotlivými komunikačními uzly a jejich následnému předání do vozidel pomocí systémů I2V.

### Popis C-ITS

Tak jak bylo výše uvedeno popis vychází z obrázku č.4, kdy pod pojmem **vozidlová data** lze chápat informace o:

* GNSS - souřadnice/poloha, vektor, rychlost
* Počasí – teplota, oblačnost, nepříznivé podmínky
* Technická data o vozidle
* Autonomní volání o pomoc

**Infrastruktura:**

* GNSS – informace místa/polohy
* Informace o hustotě provozu/kongesce
* Informace o práci na silnici, uzavírkách, mimořádných situacích, přepravách zvláštní povahy apd

Výše popsané informace mají klíčový charakter pro IZS, kdy na základě dostupných informací jsou schopny jejich systémy navádět pomoc v co nejkratším čase s přihlédnutím na aktuální stav vozovek a hustotu provozu.

Přidaná hodnota pro uživatele dopravy, jak veřejné, tak hlavně IAD je v tom, že v rámci těchto systémů jsou lépe naváděny na parkovací místa, případně varováni, aby se určitým místem na určitou dobu vyhnuli.

Obrovský skok pak nastane, v okamžiku nasazení autonomních vozidel, kdy si zadáme výchozí a koncový bod naší cesty a vozidlo si samo naplánuje a vyřeší cestu. Z hlediska inteligence a využití C-ITS lze v budoucnu i předpokládat pro oblast osobní dopravy využití i v rámci multimodální dopravy, či v tomto případě komodální dopravy, kdy uživatel dopravy, využije pro svou cestu různé druhy dopravy autonomní vozidlo, osobní vozidlo/autobus/vlak/metro apod. na základě komplexního dopravního systému. Jistě bychom se mohli bavit o dalších typech dopravních prostředků, ale primárně takový to typ cestování vychází z mezních nákladů a mezního užitku.

Jinými slovy jde o to, jak člověk přijímá informace, zaujímá stanoviska, co ho motivuje a ovlivňuje při určité volbě. V našem případě tedy, jaký druh dopravy zvolí. Každý uživatel má zpravidla možnost vybrat si některou z popsaných služeb.

Obrázek Kooperativní ITS

Uživatel volí mezi dostupnými alternativami. Z matematického hlediska jde o minimalizaci nákladové funkce (8), která zahrnuje veškeré náklady na přepravní proces uživatele a služby spjaté s přepravou.

Stanovisko, postoj

Informace

Ovlivňování

Motivace

Volba, výběr

Vnímání uživatele

Proces rozhodnutí

Preference

Obrázek 5 Výběr alternativy přinášející největší užitek

Nechť $\vec{n}=(n\_{1},…,n\_{k})$ je *k-složkový* nákladový vektor a $k\in N$, potom vektorovou funkci (1)

$f\left(\vec{n}\right)=\sum\_{i=1}^{k}n\_{i} $ (1)

nazveme nákladovou funkcí. Minimum nákladové funkce *N*, hledáme pro všechny *k*‑*tice* $\left(n\_{1},…,n\_{k}\right)$ nákladů respektive nákladové vektory odpovídající rozhodovacímu procesu.

$N=min\left\{f\left(\vec{n}\right); n\_{i}\geq 0 ∀i\in 1\left(1\right)k\right\}$ (2)

První volba uživatele dopravy závisí spíše než na subjektivních vlivech na konkrétním požadavku přemístění (osob či zboží).

Celou úlohu můžeme přepsat do tvaru vhodného pro lineární programování s účelovou funkcí užitku (3)

$u\left(\vec{n},\vec{t},\vec{c}\right)= -ω\_{1}\sum\_{i=1}^{k}n\_{i}-ω\_{2}\sum\_{j=1}^{m}t\_{j}+ω\_{3}\sum\_{l=1}^{n}c\_{l}+ϵ$ (3)

a podmínkami$n\_{i}\geq 0 ∀i\in 1\left(1\right)k$, $t\_{j}\geq 0 ∀j\in 1\left(1\right)m$, $ω\_{1}+ω\_{2}+ω\_{3}=1$m

Rozvoj C-ITS infrastruktury podporuje další rozvoj E-mobility a především autonomních vozidel, které budou potřebovat v reálném čase (milisekundy) informace o dění před nimi, aby mohly včas a lépe reagovat.

## E-mobilita

Pro elektromobilitu bude klíčový dojezd na jedno nabití – tedy kapacita baterií a rozvoj sítě dobíjecích stanic. Do roku 2020 by mělo být na území ČR instalováno cca 1300 dobíjecích stanic, na stejnosměrný i střídavý proud a celkově by měly být pokryty dálnice a velká krajská města. Další dokrývání především menších okresních měst bude probíhat mezi lety 2020 a 2025.

Technologii elektrických vozidel lze rozdělit takto:

* hybridní vozidla: vozidla se spalovacím motorem a elektrickými dobíjecími články. Články lze dobíjet buď pouze jízdou, nebo jízdou i ze sítě. Inteligentní jednotka ve vozidle řídí funkci obou motorů a vzájemně je doplňuje podle režimu jízdy. Například do rychlosti 50km/h pouze elektrický motor, při vyšších rychlostech se zapojuje i klasický spalovací motor. Výhoda je menší závislost na nabíjecí infrastruktuře, z čehož vyplývá lepší využitelnost této technologie především v počátcích rozvoje e‑mobility.
* plně elektrická vozidla: vozidla pouze na elektrický pohon. Akumulátory lze nabíjet buď střídavým proudem z klasické elektrické, sítě nebo stejnosměrným proudem

Kapacita baterií poroste a baterie budou dále zlevňovat, což povede k dalšímu navyšování počtu E-vozidel. V roce 2030 bude 32% nově zakoupených vozidel spadat do kategorie hybridní nebo plně elektrická vozidla. Důležitým prvkem podpory prodeje e-vozidel bude systém státních pobídek, které startují již v letech 2016-2020. Během těchto let budou první pobídky směřovat do sektoru státní správy, kde se do roku 2030 očekává převaha elektrických referentských vozidel. Pobídky obecně budou směřovat především do oblasti rozvoje infrastruktury pro nabíjení e-vozidel nebo přímo do podpory koncového uživatele e-vozidla v podobě parkování zdarma, dorovnání TCO (Total Cost of Ownership) nebo například pobídky daňové.

Rozvoj v oblasti E. Mobility úzce souvisí také s rozvojem v přenosové soustavě a Smart Grids. Pro výstavbu dobíjecích stanic bude potřeba dostatečně kapacitní rozvodná síť hlavně ve městech, kde se předpokládá nabíjení řádově stovek až tisíců elektrických a hybridních vozidel zároveň a také na dálnicích.

## Autonomní vozidla

V první řadě bude v dalších letech probíhat legislativní proces legalizace autonomních vozidel, během kterého se budou v jednotlivých státech EU specifikovat konkrétní kroky při zavádění autonomních vozidel. Je třeba sledovat evropskou legislativu a postupovat harmonicky, aby byla zaručena vzájemná interoperabilita všech podpůrných systémů (viz telematika 2.0).

Průběžně bude probíhat také testování a pilotní projekty autonomních systémů pro kamionovou i osobní dopravu v různých prostředích. Tyto testy a pilotní projekty budou sloužit především pro ověření technologií v reálných podmínkách, ověření legislativních a systémových pravidel a také pro prolomení mentální bariéry u uživatelů vozidel. Pro bezpečný provoz autonomních vozidel bude muset být legislativně vyřešena otázka souběhu provozu s manuálně řízenými vozidly a jejich vzájemná interakce.

Pro potřeby této studie je problematika zavádění autonomních vozidel z hlediska vybavení inteligentními systémy rozdělena na tyto tři fáze:

* Systémy podpory řidiče: zpracovaná data ze senzorických systémů pomáhají řidiči řešit krizové stavy, nicméně jsou pasivní a buď nezasahují do řízení směru vozidla vůbec (adaptivní tempomat, … ) nebo pouze v krizových situacích (dorovnání směru jízdy v pruhu při vybočování,…)
* Částečně autonomní vozidla: budou schopna udržovat směr v určitých režimech jízdy (dálnice,…) a řidič nebude muset při běžné jízdě mimo město zasahovat do řízení. Zásah řidiče bude vyžadován pouze v krizových a nestandartních situacích, pouze přímá jízda bude řízena autonomními systémy
* Plně autonomní vozidla: budou schopna řešit většinu nestandartních dopravních stavů. Jejich plné využití je možné až při poměrně vysoké penetraci autonomních vozidel. Nejprve budou zavedena na dálnicích na delší vzdálenosti.

V první fázi budou rozvíjet stávající systémy podpory řidiče, jako jsou adaptivní tempomaty a hlídání jízdy v pruzích. Jako první segment, kde vstoupí do komerčního užívání částečně autonomní vozidla, bude logistika a doprava zboží na velké vzdálenosti. Do roku 2025 dojde k poměrně rychlému rozšíření tzv. truck platooning, tedy inteligentní jízdy kamionů v řízených kolonách a to především na dálnicích. Technologie je již dnes dostupná a ověřená prvními testy v ostrém provozu, je nutné dořešit standardizaci v komunikaci mezi WiFi systémy jednotlivých výrobců kamionů a komunikaci s dalšími telematickými systémy. Plně autonomní vozidla se budou postupně rozšiřovat po roce 2030. Do té doby bude nutné vyřešit především legislativní překážky a také otázky koexistence autonomních a manuálně řízených vozidel. Velmi nejasným faktorem v rozvoji autonomního řízení jsou běžní uživatelé, kteří nemusejí autonomní vozidla vnímat vždy pozitivně, velmi důležitá bude tedy i fáze posouzení a zajištění public acceptance, kde budou hrát hlavní roli hlavně automobilky a jejich kampaně.

Výsledkem činností v oblasti autonomních vozidel bude kolem roku 2040 obecná akceptace tohoto technologického odvětví, na kterou bude navazovat postupně se rozvíjející samostatný trh bez nutnosti zásahů a pobídek vlády.

Konečný milník je v roce 2045, kdy by měla být autonomní vozidla vnímána ve společnosti jako standart a měl by kolem nich fungovat autonomní trh se zdravou nabídkou i poptávkou.

# Identifikace vhodných způsobů uplatnění nových technologií a přístupů

Nové technologie a přístupy vycházející z výzkumného prostředí musejí být v co nejvyšší míře uplatněny v praxi zejména při vývoji inovativních produktů a technologií v dopravě. Oblast ITS vytváří základ – technologický, datový a informační pro široké spektrum dalších návazných aktivit, produktů a služeb. Zejména se jedná o oblast autonomních vozidel, kam je směřováno užití většiny nejmodernějších technologií v oblasti dopravy a ITS. Důvodem rozvoje oblasti autonomního řízení je zejména kritické přehlcení dopravní sítě vozidly a z toho plynoucí ekonomické a sociální ztráty způsobené kongescemi, emisemi a nehodami.

V dnešní době je možné konstatovat, že autonomní provoz vozidel je výzvou pro evropský i celosvětový trh s automobily, automobilky investují mnoho zdrojů do vývoje autonomního provozu. Právě v případě technologií pro autonomní vozidla se jedná o vhodnou kombinaci již existujících technologií a jejich novou aplikaci v nových případech užití obohacenou o inovace pocházející právě z výzkumu a vývoje. Mezi aplikované technologie patří například:

* Lidar/radar
* vysokorychlostní vyhodnocování kamerového obrazu
* technologie přenosu dat (ITS-G5, Sigfox, LoRa, apod.)

Nové nároky na technologie kladou oblasti, jako jsou například:

* bezpečnost přenosu dat,
* rychlost přenosu a zpracování dat
* objemy přenášených dat,
* formáty dat pro interoperabilitu sytému.

V neposlední řadě velmi kritickou oblastí s velkým vlivem na uplatnění inovace jsou uživatelé a legislativa a s tím související koexistence nových technologií a přístupů s předchozími generacemi technologií i uživatelů. Tento paradox může značně ovlivnit rychlost nasazování inovací do praxe a může mít negativní vliv na dobu jejich zavádění. Tato otázka vždy souvisí také se sociálním statusem uživatelů inovativních systémů a s tím související kupní silou v daném regionu, státu, světadílu. V konkrétním případě autonomních vozidel je pravděpodobné, že prvními uživateli budou uživatelé zejména z velkých firem a korporací, kteří budou šířit povědomí o tomto typu inovace, která bude posléze přenesena i k běžnému typu uživatelů. Předpokládá se také rozvoj autonomního řízení v dopravě a logistice, kde již v rámci uzavřených areálů probíhají první reálné nasazení autonomních vozidel. Uplatňování nových technologií a přístupů v praxi musí ale zároveň podléhat harmonizaci. Tuto úlohu zastávají strategické dokumenty, které musejí reflektovat jak aktuální stav trhu, technologického vývoje dané oblasti tak také stav vývoje a výzkumu v dané oblasti. Tyto studie tvoří podklad pro čerpání prostředků na zavádění inovací a významným způsobem pomáhají zavádět nové technologie a inovace do reálného tržního prostředí.

## Inteligentní parkování - Optimalizace správy parkování.

Z hlediska ITS jde o sledování parkovišť, parkovacích míst a pomocí datové komunikace GSM, IoT a dalších přenáší data do datového uložiště, které např. na základě webové služby předává informaci do mobilní aplikace či přímo do vozidla o možnosti parkování.

Senzorické snímání obsazenosti míst, respektive předávání dalších informací může být doplněno technologiemi OCR, které mohou automaticky vybírat parkovné u zaregistrovaných vozidel. U nezaregistrovaných dále automaticky předávat výzvy ohledně pohledávek.

Až 40 % provozu v centrech měst je zapříčiněno vozidly, která hledají volná parkovací místa. Například navigace na volná parkovací místa prostřednictvím čidel umístěných ve vozovce umí nejen navigovat na volné parkovací místo, ale svede třeba i navigaci k lékaři. Jiné řešení využívá radary, které sledují aktuální situaci a sdělují informace o obsazenosti parkovacích míst řídícímu centru. Tam jsou volná parkovací místa vyhodnocována a výsledek je sdělován řidičům. Tento proces je znázorněn na obrázku 5.

* Správce parkoviště
* Správce infrastruktury
* Cloudové uložiště

Obrázek 6 Inteligentní parkování

## Smart city – next generation

### Osobní doprava

Přistavování autonomních osobních vozidel – další fáze car sharing / car pooling na autonomní taxi – zákazník registrovaný v systému, si na základě dostupných informací objedná a nechá přistavit autonomní vozidlo, které ví, odkud má přijet (nejbližší) volné v určitou dobu, či v určitém časovém slotu. Zde se nejedná vždy o aktuálně volné, ale plánovaně volné, neboť zákazník si nepřivolává prázdné vozidlo právě teď jako aktuální taxi (i když toto je možné), ale může si naplánovat přistavení na určitou konkrétní dobu např. den dopředu apod., tak aby mu vozidlo v určitém časovém slotu bylo rezervováno.

To vše vychází z:

* systému sledování provozu
* sdílení dopravních prostředků
* inteligentního řízení dopravy
* inteligentní světelné signalizace
* inteligentní dopravní informace
* sdílení zkušeností občanů s dopravou
* inteligentních parkovacích míst a systémů chytrého parkování
* preference vodících pásem pro vozy IZS
* sdílení kol (bike sharing)
* elektromobiity
* optimalizace a popularizace veřejné dopravy

### Nákladní doprava

Autonomní rozvážkový systém v oblasti doručování zásilek a balíkové služby

## Technologicky nezávislé mýto / Sjednocování EETS

Základem EETS je Článek 3 směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/52/ES ze dne 29. dubna 2004 o interoperabilitě elektronických systémů pro výběr mýtného ve Společenství, který stanovuje zřízení evropské služby elektronického mýtného.

Cílem EETS je uzavření pouze jedné smlouvy a užívání pouze jednoho palubního zařízení.

EETS byla definována rozhodnutím Komise 2009/750/ES ze dne 6. října 2009 o definici evropské služby elektronického mýtného a jejích technických prvků (dále také "Rozhodnutí 2009/750/ES") - viz příloha.

## Elektromobilita v rámci ITS

Rezervace dobíjecích slotů ve městech, rezervace dobíjecího výkonu, neboť pokud bude v budoucnu masivní rozšíření elektovozidel, tak bude třeba na tuto situaci potřeba dimenzovat také elektrickou přenosovou soustavu, která nebude v mnoha místech řádně dimenzována. Bude se muset řešit, kde a kdy dobíjet svá vozidla. To nejen v městských územních celcích, ale i na venkově, kde v leckterých místech je přenosová soustava pro velké odběry nevyhovující (zde se bavíme o masovém rozšíření elektromobility - ve vztahu na tlak ne průmyslu, ale politické reprezentace)

## Navigace vozidel, plánování tras a objízdných tras

* Využití informací o aktuální dopravní situaci
	+ Z oficiálních zdrojů – NDIC, IZS… (problém aktuálnosti dostupné pro veřejnost)
	+ Z komunitních zdrojů – Waze apod. (tvorba standardů předávaných do systému)
* Využití historických a statistických dat o intenzitě dopravy
* Využití informací o počasí a fyzickém stavu silniční sítě (náledí, voda na silnici, …)
* Včasné varování řidiče + návrh objízdných tras na základě výše uvedeného
* Plánování s restrikcemi pro nákladní vozidla (fyzické – např. hmotnost, délka…, legislativní – např. zákaz jízdy nákladních vozidel v určité časy…)

Obrázek Mobilní aplikace dopravniinfo.cz

## Operativní informace pro dispečery

* Informace o odchylkách od plánované trasy či o riziku nedodržení termínů přepravy
* Využití dat z palubních jednotek, ze systémů výrobců vozidel, z navigace
* Včasné upozornění na problém v místě, kudy jsou naplánovány přepravy,

## Optimalizace tras

* S využitím výše uvedeného
* S využitím informací z informačního systému dopravce:
	+ o dalších přepravách plánovaných pro vozidlo
	+ o volných objednávkách dosud nerozplánovaných na přepravy
* S využitím informací z burz objednávek
* S využitím informací o „driving-time“ řidiče (AETR, ES 561/2006)
* Cílem je navrhnout možnosti, co, čím, kdy a v jakém pořadí přepravit, včetně aktivního vyhledávání volných objednávek k přepravě, aby bylo dosaženo maximální efektivity z hlediska času, výnosů, provozních a mzdových nákladů atd.

## Vždy připojen – být online

Klíčové pro rozvoj ITS v jakýchkoliv podobách vychází z neustálého požadavku být online, respektive připojen na internet. A to ať už při cestování VHD či IAD.

Připojení na internet se liší mezi sebou tím, jaký má signál ze zařízení dosah, kolik energie dané zařízení spotřebuje (velmi náročná síť je např. WiFi), jak často a jak velká data se přenášejí a zda je nutné pořizovat nějakou domácí centrálu (např. Z-Wave), či je možné začít zařízení ihned používat (např. Sigfox).

U této technologie je nutné připomenout, že bez dodání tzv. back - office, zařízení jako takové nedávají smysl a vlastní inteligenci jim dávají právě možná využití v praxi, např. v rámci Smart cities.

## Komfort dopravy veřejné / osobní - Řízení provozu

Prostřednictvím ITS vytvářet bezpečnější a optimalizované toky jak nákladní, tak osobní dopravy. Na základě znalostí účastníků dopravně přepravního procesu lze v budoucnu omezit kongesce a zlepšit kvalitu v městských oblastech. Dynamicky regulovat dopravu a ne jen na základě dnešních stacionárních prvků. Vytvořit rozhraní, platformu pro efektivní a komplexní řízení dopravy včetně dopravních toků.

## Omezení nejen v oblasti ITS

Nadále nad všemi dopravními módy a jejich složkami jako limitní faktor jsou takzvané právní aspekty, na které se můžeme dívat z několika úhlů a to v první řadě z pohledu implementace právních norem ES a ČR ať už z pohledu vymezování „mantinelů“. Největší revoluce v této oblasti z hlediska ITS je pravděpodobně zavádění tzv. GDPR z hlediska zavádění lepší ochrany osobních údajů. Druhou věcí z hlediska právních aspektů bude vymezování odpovědností mezi člověkem, umělou inteligencí, roboty a autonomními vozidly; Z hlediska omezení nelze zapomínat na nedostačující infrastrukturu ve všech oblastech, ať už na silnici, nebo železnici. Dnešní vlastníci a správci infrastruktury, se nedokázali vyrovnat s nárůstem dopravy obecně.

# Identifikace bariér bránících uplatnění nových technologií a přístupů v praxi

Tak jako v jakékoliv oblasti lidské činnosti z hlediska rozvoje se střetáváme s problémy, které jsou dnes dány „až na prvním místě“ finančními zdroji, ale tomuto se v této kapitole nevěnujme, další faktor, který je možno vynechat je někdy lidská nedůvěra ve věci nové. S tím vším spojená implementace právních norem ES a zavádění norem nových spojených s příchodem nových technologií a procesů.

## Relevantní problémy v oblasti ITS [1]

* Systémy ITS v ČR nejsou často dostatečně informačně propojeny. V současné době existuje velké množství různorodých dat,. Aby bylo možné využívat a sdílet např. prostorová data z různých databází a účinněji je provázat s dalšími aplikacemi ITS i informačními systémy státní správy, je nutné stanovit jednotný formát dat.
* Rozvoj, zavádění a využití systémů ITS (např. systémů řízení dopravního provozu na dálnicích a kapacitních silnicích) je nedostatečný a neodpovídá současným potřebám. A to i přesto, že mají vysoký potenciál zvyšovat propustnost a kapacitu silnic, plynulost provozu a snižovat kongesce a dopravní nehodovost.
* Technologické systémy sběru dopravních dat jsou v současné době rozmístěny na malé části z celkové délky silniční sítě ČR.
* Není zajištěno poskytování video záznamů, dat z informačních tabulí ZPI (přes NDIC) a počtů průjezdů ze sledovaných komunikací. Obdobná možnosti jsou i v oblasti železniční dopravní cesty (stanice, přejezdy, přechody atd.).
* Na dálnicích D1, D2, D5 a D8 je provozován systém predikce jízdních dob (travel time), který dokáže spolehlivě určit dojezdové časy pouze v případech plynulého provozu. V případě nastalých dopravních komplikací však nepracuje systém dostatečně rychle, což je nutné napravit.
* V ČR je nadále potřeba pokračovat v naplňování a zdokonalování funkcionalit NDIC a propojovat jej s regionálními centry řízení dopravy (DIC) tak, aby bylo zajištěno oboustranné využívání dopravních informací. Je nutno zajistit kompatibilitu mezi jednotlivými existujícími centry a jejich zastupitelnost v případě potřeby. Existuje nedostatečné propojení systému NDIC se SÚS a dalších měst v ČR, kde jsou do NDIC odesílány pouze informace o uzavírkách a chybí jakékoli další telematické informace, včetně zobrazení z kamerových systémů v reálném čase. Struktura JSDI je nastavena principiálně správně, ale současný potenciál systému dnes ještě není plně využíván. JSDI je žádoucí propojovat se stávajícími a nově rozvíjenými dílčími systémy ITS, které dopravní informace sbírají, ale taktéž distribuují, např. začlenění systému dynamického vážení vozidel za jízdy. Tyto dílčí systémy jsou také zapotřebí, aby distribuované informace mohly být doplněny o informaci, jakým způsobem je ovlivněna dopravní situace. Jedním z hlavních cílů je i navázat spolupráci NDIC s obdobnými centry v zahraničí, zejména se sousedními zeměmi.
* Systémy automobilové navigace využívající v současnosti systém GPS jsou častou doplňkovou výbavou motorových vozidel. Součástí navigačních systémů je i zpracovávání TMC informací, tzn. informací o dopravních událostech. Řidiči by nejvíce uvítali vyšší aktualitu informací, systém navíc nefunguje dobře ve městech. Množství informací vysílaných prostřednictvím RDS-TMC je kapacitně omezeno současnými technickými parametry a pokrytím služby stávajícího zprostředkovatele vysílání. Současná distribuční rádiová sít je nevyhovující z pohledu pokrytí a regionalizace distribuovaných zpráv.
* Jak již bylo zmíněno, informace ze systémů ITS lze využít také pro účely plánování stavebně údržbových a rekonstrukčních prací na dopravní síti. V současné době neexistuje na národní úrovni pracoviště, které by zajišťovalo koordinaci jednotlivých uzavírek a výluk dopravní sítě a to ani mezi jednotlivými institucemi provozujícími silniční síť (ŘSD, kraje, města), ale ani mezi jednotlivými správci a provozovateli dopravních cest jednotlivých druhů dopravy (silniční, železniční síť apod.).
* Některé dopravní podniky poskytují cestujícím službu SMS jízdenky ve spolupráci se všemi českými mobilními operátory. Cestující jsou informováni, že SMS jízdenka bude doručena přibližně do dvou minut od zaslání požadavku na zakoupení příslušné jízdenky. SMS jízdenka se stává platným jízdním dokladem až jejím doručením a až tehdy může cestující nastoupit do vozidla, což v případě večerních nebo nočních spojů znamená počkat na další spoj a to může být pro cestujícího nepřijatelné. Systém není nastaven na požadavky cestujícího. Chybí stanovení garance doby za doručení SMS jízdenky a tato skutečnost tak tuto technologii v očích cestující veřejnosti znehodnocuje.
* I když mají některé městské dopravní podniky data o aktuální poloze vozidel MHD, využívají je pouze pro vnitřní potřeby. V současné době mohou cestující obdržet informaci o aktuální poloze vozidel MHD pouze u aplikace zahrnující vozidla Dopravního podniku města Brna. Tyto informace jsou důležité také pro cestující se sníženou schopností pohybu nebo orientace a z tohoto důvodu je třeba je poskytovat široké cestující veřejnosti. V České republice se pro orientaci a informování nevidomých a slabozrakých ve veřejné osobní dopravě využívá rádiový systém na kmitočtu 86,79 MHz. Systém je provozován již od roku 1996 a slouží pro zlepšení orientace nevidomého v prostoru poskytováním akustických informací o situaci v daném místě, ať už je to důležitý orientační bod, zastávku či dopravní prostředek MHD nebo poskytováním akustických informací o směru jízdy vozidla, úmyslu nastoupit/vystoupit apod. V současné době je však zvolené kmitočtové pásmo 80 MHz rušeno vnějšími rádiovými zdroji, které je velmi nesnadné odrušit tak, aby nezpůsobovaly podstatné snížení citlivosti přijímače systému. Snížení dosahu uvedeného systému rušením se nejvíce projevuje v těch prostředcích MHD, ve kterých jsou stále více používána zařízení s rychlými datovými sběrnicemi (intranet), informační panely s rychlými časovými multiplexy, nové palubní počítače s rychlými procesory, rádiové systémy preference vozidel na křižovatkách, vozidlové řídicí systémy, apod. Díky rozvoji informačních technologií se rušení v pásmu do 100 MHz ani v budoucnu nebude snižovat. Jako systémové řešení se tak nabízí stávající rádiový modul dotčených zařízení v kmitočtovém pásmu 80 MHz doplnit o rádiový modul v pásmu 434 MHz (433,9 MHz) a umožnit tak uživateli ovládacího vysílače volbu použití jednoho kmitočtu z obou pásem. V České republice to představuje náklady na částečné přebudování systému orientace a informování zrakově znevýhodněných.
* Přes zavádění systémů ITS do systémů veřejné osobní dopravy je pro neslyšící a nedoslýchavé potřebné získávat informace osobním kontaktem s pracovníky dopravce. Většina personálu dopravce není na komunikaci s osobami se sluchovým postižením připravena. Skupina osob se sluchovým postižením je z komunikačního hlediska velmi různorodá. V minulosti bylo v rámci mezinárodní spolupráce realizováno několik úspěšných prototypů systémů ITS pro sledování přepravy nadměrných a nadrozměrných nákladů a pro sledování přepravy nebezpečných věcí, nicméně žádný z nich nebyl plně rozvinut do komerční podoby. Důvodem je, že každý z nich byl vyvíjen pouze s ohledem na technické vlastnosti a nebral v úvahu organizační a legislativní aspekty v jednotlivých státech.
* Konsolidace infrastruktur prostorových dat (SDI) a související konsolidace a rozvoj datového fondu sad prostorových dat popisujících dopravní infrastrukturu (tj. digitálních map dopravní infrastruktury) je jednou ze základních podmínek rozvoje ITS. K základním a zcela klíčovým informacím v dopravě patří informace o poloze, resp. poloze dopravního prostředku na dopravní infrastruktuře (především v případě pozemní dopravy).
* Na MD je třeba zajistit plošnou SDI, namísto stávajících izolovaných lokálních SDI. Lokální SDI jsou sice schopny pokrýt potřeby svých (lokálních) uživatelů, avšak tyto systémy nejsou vzájemně propojeny. Stávající izolovaná řešení nejsou implementována v rozsahu odpovídajícím potřebám a úkolům MD. Tento stav je stále palčivější a s ohledem na úkoly MD, rozvoji oblasti prostorových dat, která jsou standardním prostředkem pro podporu rozhodování, trendu stále širšího vzájemného propojování prostorových a atributových dat pro efektivnější organizaci dopravy i dění v území, vyžaduje odpovídající řešení. Převážnou většinu sad prostorových dat (tj. datového fondu, digitálních map) pořizují podřízené organizace, které disponují vlastními SDI, jež vznikaly po téměř 20 let izolovaně a ve většině případů plně pokrývají potřeby těchto organizací, vč. integrace do ostatních systémů konkrétní podřízené organizace. Vzájemně jsou však tyto SDI jen velmi málo interoperabilní. A právě jejich interoperabilita je zásadní pro efektivní využívání prostorových dat nejen pro potřeby dopravy, ale i dalších odvětví.

## Klíčové bariéry

Průřezově nad všemi či napříč všemi výše uvedenými problémy, existují takzvaně právní aspekty, na které se můžeme dívat z několika úhlů a to v první řadě z pohledu implementace právních norem ES a ČR ať už z pohledu vymezování „mantinelů“. Největší revoluce v této oblasti z hlediska ITS je pravděpodobně zavádění tzv. GDPR z hlediska zavádění lepší ochrany osobních údajů. Z pohledu současných trendů, kdy v rámci ITS mělo docházet k personalizaci údajů ve vazbě na navigační systémy, na multimodální jízdenky ve veřejné dopravě, na inteligentní vyhledávání spojení, alternativ a služeb jak na cestě, tak v cílové destinaci. Zaváděním GDPR došlo a dochází k omezení z hlediska stávajících systému a produktu nejen v rámci ITS, patrně dojde k určitému zpoždění a změně z hlediska rozvoje těchto služeb ve vazbě na jejich zabezpečení a rozličnosti výkladu, nicméně během pár let dojde k dalšímu rozvoji ITS včetně vazeb například na IoT, BigData, „Smart anything“ a další. Druhou věcí z hlediska právních aspektů bude vymezování odpovědností mezi člověkem, umělou inteligencí, roboty a autonomními vozidly; což je klíčovou záležitostí v rozvoji ITS z pohledu „samo řiditelných“ / autonomních vozidel a Smart cities.

# Seznam použité literatury

[1] Akční plán rozvoje inteligentních dopravních systémů (ITS) v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050). *Český kosmický portál: Informační stránky koordinační rady ministra dopravy pro kosmické aktivity* [online]. Praha: Odbor ITS, 2017 [cit. 2018-02-22]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/its---inteligentni-dopravni-systemy/strategicke-dokumenty-a-legislativni-akty/akcni-plan-rozvoje-its/>

[2] Implementační plán k Akčnímu plánu rozvoje inteligentních dopravních systémů (ITS) v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050). *Český kosmický portál: Informační stránky koordinační rady ministra dopravy pro kosmické aktivity* [online]. Praha: odbor ITS, 2017 [cit. 2018-02-22]. Dostupné z: Akční plán rozvoje inteligentních dopravních systémů (ITS) v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050). Český kosmický portál: Informační stránky koordinační rady ministra dopravy pro kosmické aktivity [online]. Praha: Odbor ITS, 2017 [cit. 2018-02-22]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/its---inteligentni-dopravni-systemy/strategicke-dokumenty-a-legislativni-akty/akcni-plan-rozvoje-its/>

[3] *Strategický plán dalšího rozvoje JSDI/NDIC s výhledem na 10 let* [online]. Praha: Sdružení pro dopravní telematiku, 2017 [cit. 2018-02-22]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/files/files/ITS_new/Ostatn%C3%AD/Strategicky_plan_NDIC.pdf>

[4] *Definice ITS* [online]. Praha: Sdružení pro dopravní telematiku, 2018 Dostupné z: <http://www.sdt.cz/page.php>

[5] *Centrum RODOS* [online]. Ostrava: Centru pro rozvoj dopravních systémů, 2018 Dostupné z: <http://www.centrum-rodos.cz/default.aspx>

[6] [Toptal - Domovská stránka inteligentního domova: Domestikování internetu věcí](https://www.toptal.com/designers/interactive/smart-home-domestic-internet-of-things) Dostupné z: https://www.toptal.com/designers/interactive/smart-home-domestic-internet-of-things

[7] Jak se vyznat v záplavě sítí pro internet věcí | Blog ZOOCO. Blog ZOOCO. 2017-10-20 [Dostupné online](https://www.zooco.io/blog/jak-se-vyznat-v-zaplave-siti-pro-internet-veci/)z <https://www.zooco.io/blog/jak-se-vyznat-v-zaplave-siti-pro-internet-veci/>  [cit. 2017-11-13].

[8] Základní úvod do oblasti internetu věcí (IoT),[online], dostupné z https://automatizace.hw.cz/zakladni-uvod-do-oblasti-internetu-veci-iot.html

[9] Co jsou big data [on line] Dostupné z https://www.napocitaci.cz/33/co-jsou-big-data-uniqueidgOkE4NvrWuNY54vrLeM67z9XeP5Dbl7sT6QOQea68B8/

[10] Akční plán rozvoje ITS v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050), [online] Dostupné z: [http://www.czechspaceportal.cz/files/files/ITS\_new/AP%20ITS/AP%20ITS%20CZ%20(HQ).pdf](http://www.czechspaceportal.cz/files/files/ITS_new/AP%20ITS/AP%20ITS%20CZ%20%28HQ%29.pdf)

[11] Implementační plán k Akčnímu plánu rozvoje ITS v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050), [online], Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/files/files/ITS_new/IP%20ITS/Aktualizace%20IP%20ITS%20-%20Kompletn%C3%AD.pdf>

[12] Definice C-roads <http://c-roads.cz/>

# Seznam zkratek

C – ITS Kooperativní inteligentní dopravní systémy

CEF Connecting Europe Facility

GDPR Obecné nařízení na ochranu osobních údajů (General Data Protection Regulation)

GPS Global Positioning System

I2I infrastruktura-infrastruktura

I2V infrastruktura-vozidlo

IAD Individuální automobilová doprav

IDS Integrované dopravní systémy

ILU Intermodal Loading Unit

IoT Internet of Things

ITS Inteligentní dopravní systémy

JSDI Jednotný systém dopravních informací pro ČR

MD Ministerstvo dopravy

MHD Městská hromadná doprava

NDIC Národní dopravní informační centrum

OBU On board unit

OCR Optical Code Recognition

RDS - TMC Radio Data System - Traffic Message Channel

RFID Radio Frequency Identification

RSU Road site unit

ŘSD Ředitelství silnic a dálnic

SDI Infrastruktura prostorových dat

TMS Transport Management Systém

V2I vozidlo-infrastruktura

V2V vozidlo-vozidlo

VHD Veřejná hromadná doprava

# Seznam obrázků

[Obrázek 1 Inteligentní dopravní služby 5](#_Toc528759804)

[Obrázek 2 NDIC Ostrava 8](file:///C%3A%5CUsers%5CJi%C5%99%C3%AD%20%C4%8C%C3%A1p%5CDocuments%5COltisGroup%5CTPSD%5CProjekt%5CIII.%20Etapa%5CTechnologick%C3%A9%20trendy%20III.tapa.docx#_Toc528759805)

[Obrázek 3 Inteligentní dopravní služby 15](#_Toc528759806)

[Obrázek 4 Kooperativní ITS 19](file:///C%3A%5CUsers%5CJi%C5%99%C3%AD%20%C4%8C%C3%A1p%5CDocuments%5COltisGroup%5CTPSD%5CProjekt%5CIII.%20Etapa%5CTechnologick%C3%A9%20trendy%20III.tapa.docx#_Toc528759807)

[Obrázek 5 Výběr alternativy přinášející největší užitek 19](file:///C%3A%5CUsers%5CJi%C5%99%C3%AD%20%C4%8C%C3%A1p%5CDocuments%5COltisGroup%5CTPSD%5CProjekt%5CIII.%20Etapa%5CTechnologick%C3%A9%20trendy%20III.tapa.docx#_Toc528759808)

[Obrázek 6 Inteligentní parkování 23](#_Toc528759809)

[Obrázek 7 Mobilní aplikace dopravniinfo.cz 24](file:///C%3A%5CUsers%5CJi%C5%99%C3%AD%20%C4%8C%C3%A1p%5CDocuments%5COltisGroup%5CTPSD%5CProjekt%5CIII.%20Etapa%5CTechnologick%C3%A9%20trendy%20III.tapa.docx#_Toc528759810)

Příloha 1 – Časová osa rozvoje ITS v ČR

