



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



# Technologické trendy v silniční dopravě

2. etapa

Směry technologického vývoje

oblast ITS

OLTIS GROUP a.s.

červenec 2018

## Obsah

|                                                                                          |                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Obsah.....                                                                               | 2                                      |
| Úvod.....                                                                                | 4                                      |
| 1 Popis směrů možného technologického vývoje (Směry možného technologického vývoje)..... | 5                                      |
| 1.1 Standartní telematika .....                                                          | 6                                      |
| 1.2 Telematika 2.0 .....                                                                 | 6                                      |
| 1.3 NDIC .....                                                                           | 6                                      |
| 1.4 Mýto.....                                                                            | 7                                      |
| 1.5 C-ITS .....                                                                          | 7                                      |
| 1.5.1 Typy C-ITS systémů .....                                                           | 7                                      |
| 1.5.2 V2V .....                                                                          | 8                                      |
| 1.5.3 V2I a I2V .....                                                                    | 8                                      |
| 1.5.4 I2I .....                                                                          | 8                                      |
| 1.5.5 Popis C-ITS .....                                                                  | 8                                      |
| 1.6 Autonomní vozidla .....                                                              | 11                                     |
| 2 Identifikace vhodného uplatnění nových technologií a přístupů .....                    | 13                                     |
| 2.1 Inteligentní parkování - Optimalizace správy parkování.....                          | 14                                     |
| 2.2 Smart city – next generation .....                                                   | 14                                     |
| 2.2.1 Osobní doprava .....                                                               | 14                                     |
| 2.2.2 Nákladní doprava .....                                                             | 15                                     |
| 2.3 Technologicky nezávislé mýto / Sjednocování EETS.....                                | 15                                     |
| 2.4 Elektromobilita v rámci ITS .....                                                    | 15                                     |
| 2.5 Navigace vozidel, plánování tras a objízdných tras .....                             | 15                                     |
| 2.6 Operativní informace pro dispečery .....                                             | 16                                     |
| 2.7 Optimalizace tras .....                                                              | 16                                     |
| 2.8 Vždy připojen – být online .....                                                     | 16                                     |
| 2.9 Komfort dopravy veřejné / osobní - Řízení provozu .....                              | 16                                     |
| 2.10 Digitalizace dopravě .....                                                          | <b>Chyba! Záložka není definována.</b> |
| 2.11 Omezení nejen v oblasti ITS .....                                                   | 17                                     |
| 3 Seznam použité literatury.....                                                         | 18                                     |
| 4 Seznam zkratk .....                                                                    | 19                                     |



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA



SILNIČNÍ DOPRAVA

|   |                      |    |
|---|----------------------|----|
| 5 | Seznam obrázků ..... | 20 |
|---|----------------------|----|



## Úvod

II Etapa Technologických trendů v silniční dopravě se zabývá směry technologického vývoje. Je rozdělena do dvou částí z hlediska jejich směřování a z pohledu identifikace možného uplatnění těchto technologií. 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 pak jejich přidanou hodnotu. Neboť samostatně je jejich nasazení v poměru s přínosy velice drahé, ale při kombinaci několika prvků ITS sice náklady neklesají, ale jejich přidaná hodnota na základě kooperace několikrát převyšuje původní.

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).

Tato témata zároveň pojmenovávají směry rozvoje ITS, kterými by se tato etapa měla zabývat, a v těchto oblastech budou následně identifikovány konkrétní možnosti rozvoje, na které mohou být namapovány VaV projektové záměry.

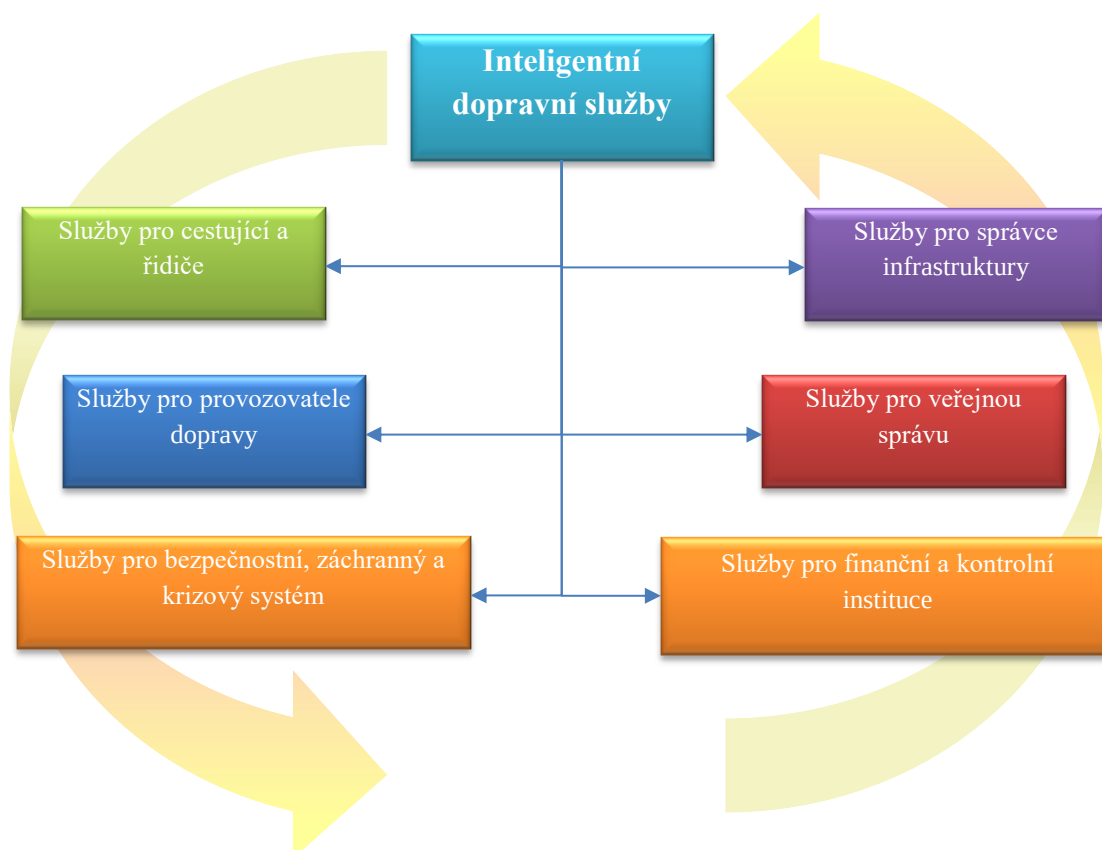


## 1 Popis směrů možného technologického vývoje (Směry možného technologického vývoje)

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 těžišťem/zlomovým bodem kolem roku 2030. Tak 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. Kvalitnější vizualizace, tím zvyšování bezpečnosti, nastavení standardů

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 1.



Obrázek 1 Inteligentní dopravní služby

## 1.1 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. Napájení bude zajištěno akumulátory, jejichž rozvoj se předpokládá v souvislosti s rozvojem E-mobility a přenos dat bude častěji bezdrátový. 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.

## 1.2 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.

## 1.3 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 infrastrukturu.

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 infrastrukturu 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 řídicích a informačních funkcí do lokálních krajských a městských řídicích 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.



## 1.4 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.

## 1.5 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 řídicích 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 řídicí 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 pan evropského 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 živý trh bez nutnosti zásahů a pobídek zvenčí. Tomu musí předcházet vybudování příslušné infrastruktury C-ITS jednotek a větší rozšíření sériově vyráběných vozidel s C-ITS OBU jednotkou.

### 1.5.1 Typy C-ITS systémů

Kooperativní ITS systémy umožňují přímou komunikaci mezi vozidlovou jednotkou OBU a jednotkami umístěnými v jiných vozidlech, zařízeními umístěnými 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 znázorněn na obrázku 2.

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



### 1.5.2 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.

### 1.5.3 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.

### 1.5.4 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.

### 1.5.5 Popis C-ITS

Tak jak bylo výše uvedeno popis vychází z obrázku č.2, 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

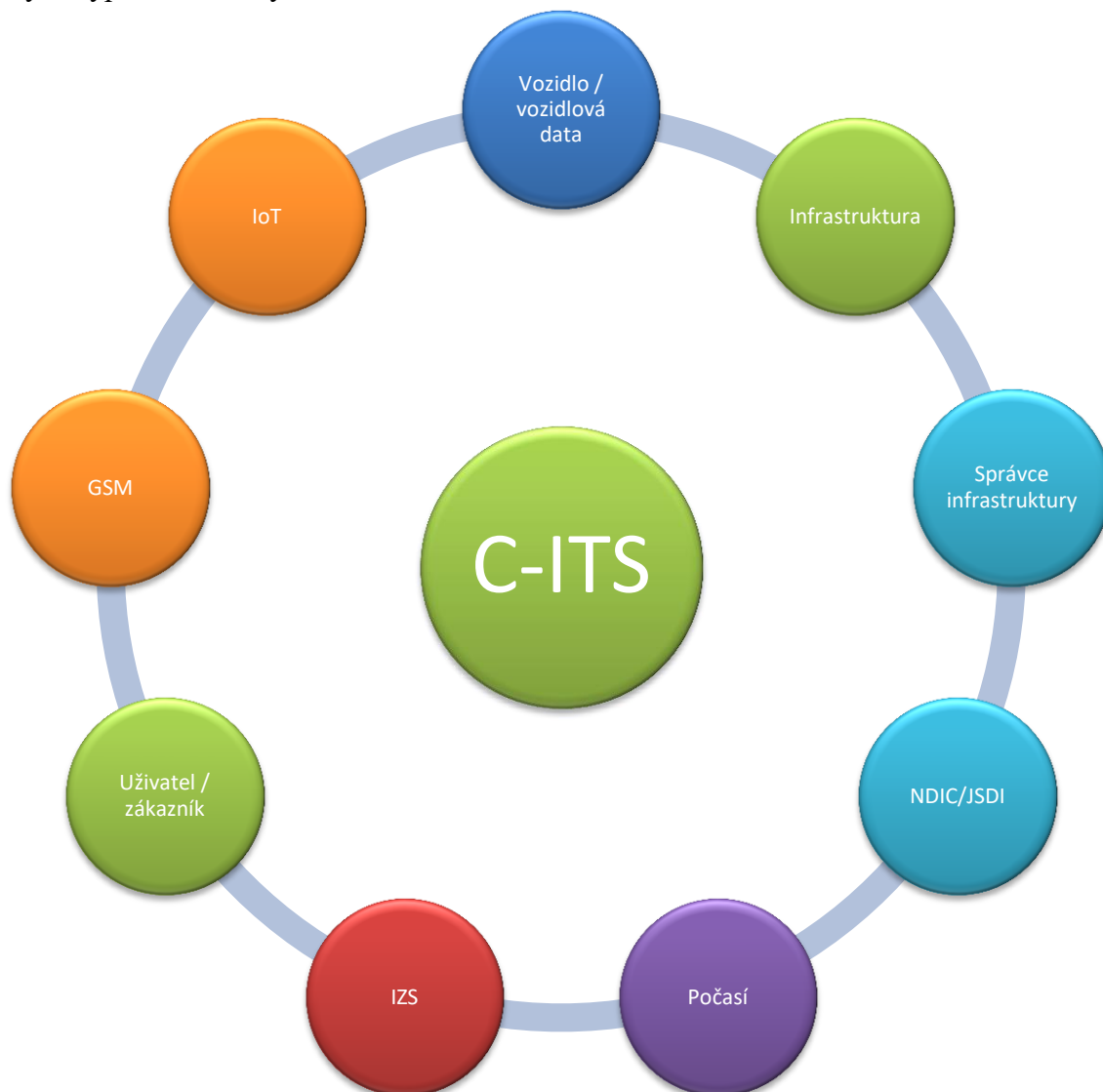
Výše popsané informace mají klíčový charakter pro IZS, kdy na základě dostupných informací jsou schopny jejich systémy navádět pomoc v co nejkratším čase s přihlédnutím na aktuální stav vozovek a hustot provozu.

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 varování, 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. pro svou cestu na základě komplexního dopravního



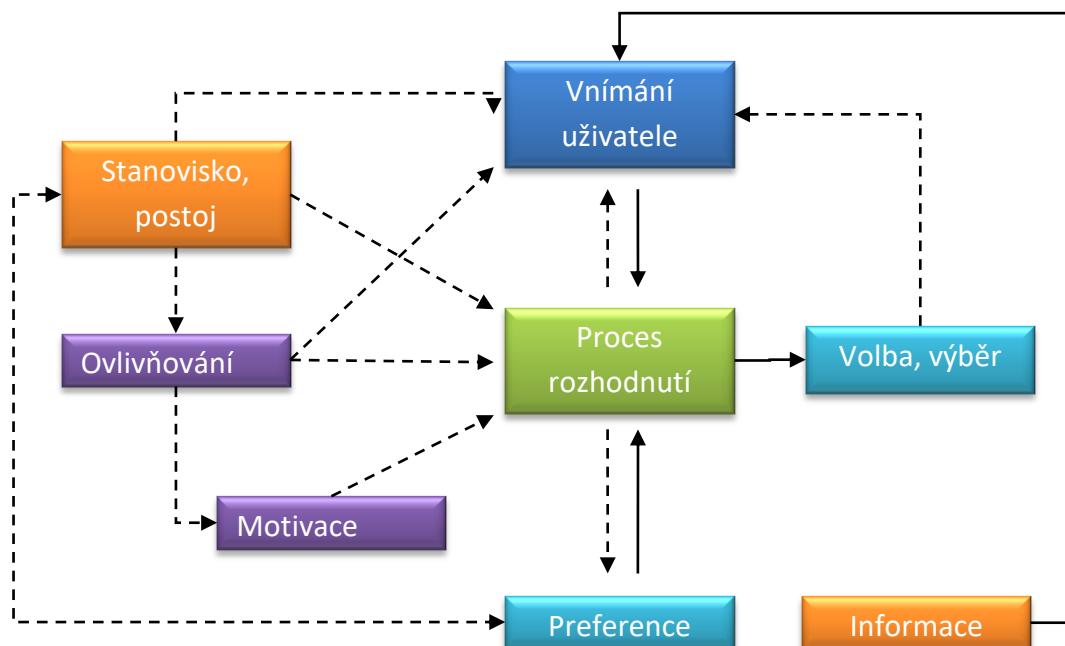
systému. Jistě bychom se mohli bavit o dalších typech dopravních prostředků, ale primárně takový to typ cestování vychází z mezních nákladů a mezního užítku.



Obrázek 2 Kooperativní ITS

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 popsanych služeb.

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.



Obrázek 3 Výběr alternativy přinášející největší užitek

Nechť  $\vec{n} = (n_1, \dots, n_k)$  je  $k$ -složkový nákladový vektor a  $k \in N$ , potom vektorovou funkci (1)

$$f(\vec{n}) = \sum_{i=1}^k n_i \quad (1)$$

nazveme nákladovou funkcí. Minimum nákladové funkce  $N$ , hledáme pro všechny  $k$ -tice  $(n_1, \dots, n_k)$  nákladů respektive nákladové vektory odpovídající rozhodovacímu procesu.

$$N = \min\{f(\vec{n}); n_i \geq 0 \forall i \in 1(1)k\} \quad (2)$$

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 užítku (3)

$$u(\vec{n}, \vec{t}, \vec{c}) = -\omega_1 \sum_{i=1}^k n_i - \omega_2 \sum_{j=1}^m t_j + \omega_3 \sum_{l=1}^n c_l + \epsilon \quad (3)$$

a podmínkami  $n_i \geq 0 \forall i \in 1(1)k$ ,  $t_j \geq 0 \forall j \in 1(1)m$ ,  $\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 = 1$

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.

## 1.6 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 skrze zásuvku. 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 – rychlonabíjení v řádu desítek minut.

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.

## 1.7 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 projekt 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 nestandardních situacích, pouze přímá jízda bude řízena autonomními systémy
- Plně autonomní vozidla: budou schopna řešit většinu nestandardních dopravních stavů. Jejich plné využití je možné až při poměrně vysoké penetraci autonomních vozidel. Nejprve budou zavedena na dálnicích na delších vzdálenostech.

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.



## 2 Identifikace vhodného 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.)
- 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 systému
- atd.

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 statutem 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. Probíhá také první testování autonomních kamionů v reálném provozu ve formě tzv. platooningu – spojování vozidel do flotil.

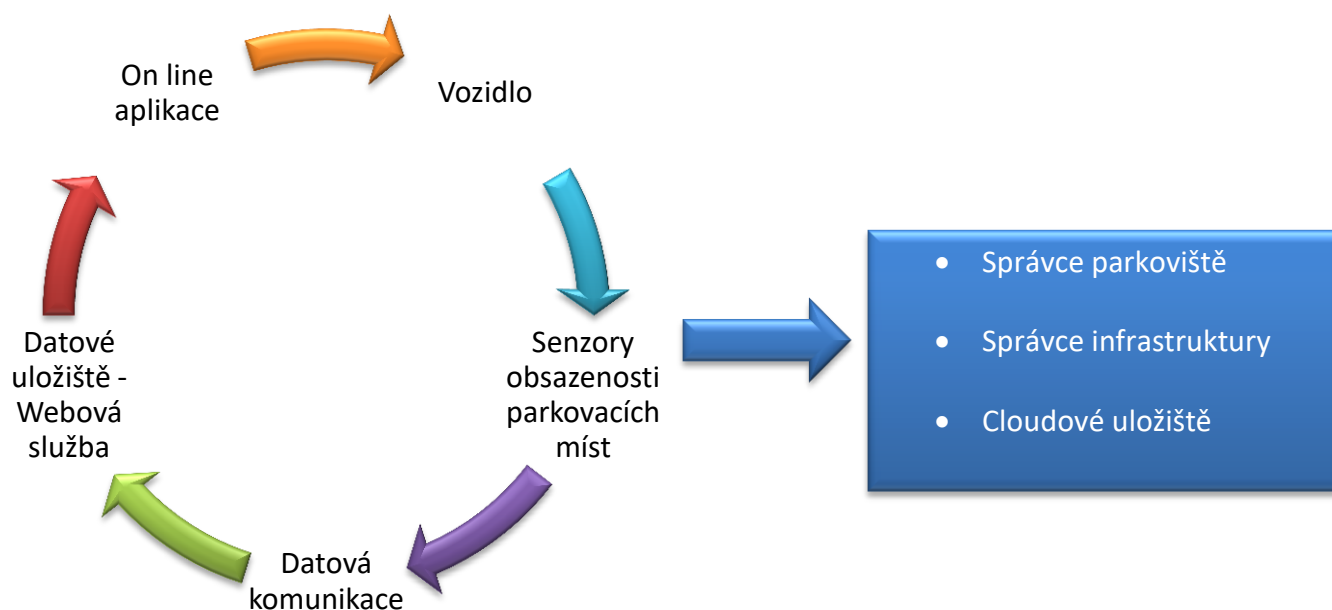
Uplatňování nových technologií a přístupů v praxi musí ale zároveň podléhat harmonizaci. Tuto úlohu zastávají strategické dokumenty, které musejí reflektovat jak aktuální stav trhu, technologického vývoje dané oblasti tak také stav vývoje a výzkumu v dané oblasti. Tyto studie tvoří podklad pro čerpání prostředků na zavádění inovací a významným způsobem pomáhají zavádět nové technologie a inovace do reálného tržního prostředí.

## 2.1 Inteligentní parkování - Optimalizace správy parkování.

Z hlediska ITS jde o sledování parkovišť, parkovacích míst a pomocí datové komunikace GSM, IoT a další 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. Siemens nabízí několik parkovacích řešení, která dokážou zkrátit dobu při hledání volných míst, zlepšují využití parkovacích stání, zefektivňují dopravu a snižují dopravní zácpy. 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 řídicímu centru. Tam jsou volná parkovací místa vyhodnocována a výsledek je sdělován řidičům.) IoT. Tento proces je znázorněn na obrázku 1.



Obrázek 4 Inteligentní parkování

## 2.2 Smart city – next generation

### 2.2.1 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 mlže 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

- 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 vodičích pásem pro vozy IZS
- sdílení kol (bike sharing)
- elektromobily
- optimalizace a popularizace veřejné dopravy

### 2.2.2 Nákladní doprava

Autonomní rozvážkový systém v oblasti doručování zásilek a balíkové služby

## 2.3 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.

## 2.4 Elektromobilita v rámci ITS

- Rezervace dobíjecích slotů ve městech, rezervace dobíjecího výkonu, neboť pokud bude v budoucnu masivní rozšíření elektrovozidel, tak bude třeba na tuto situaci potřeba dimenzovat také elektrickou přenosovou soustavu, která v mnoha místech nebude 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)

## 2.5 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, kočičí hlavy...)
- 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...)
  - Odkud získávat aktuální informace, aby se omezily „nelegální“ trasy při změně dopravního značení – i krátkodobé? Oficiální zdroje, komunitní zdroje...

## 2.6 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
  - Dopravní zácpy, uzavírky, nehody...
    - Pro možnost upravit plán přeprav dříve, než řidič dojedne do problémového místa. Jedná se de-facto o doplnění/rozšíření varování a návrhu objízdných tras přímo v navigaci

## 2.7 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.

## 2.8 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.

Možností, jak připojit zařízení na internet, je mnoho. Mezi ty, se kterými se můžete setkat v Česku, patří např. [7]:

- WiFi
- Bluetooth Low Energy (BLE)
- ZigBee
- Z-Wave
- Mobilní síť - GSM
- Mobilní síť - NarrowBand IoT
- IoT - Sigfox
- IoT – LoRa

## 2.9 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.



## 2.10 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. 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 rozvíje 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 říditelných“ / autonomních vozidel a Smart cities.

Z hlediska bariér 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.



### 3 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\\_p\\_lan\\_NDIC.pdf](http://www.czechspaceportal.cz/files/files/ITS_new/Ostatn%C3%AD/Strategicky_p_lan_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 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 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(HQ).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](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/>



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



## 4 Seznam zkratk

|           |                                                                                |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|
| CEF       | Connecting Europe Facility                                                     |
| GDPR      | Obecné nařízení na ochranu osobních údajů (General Data Protection Regulation) |
| GPS       | Global Positioning System                                                      |
| IDS       | Integrované dopravní systémy                                                   |
| ILU       | Intermodal Loading Unit                                                        |
| ITS       | Intelligentní dopravní systémy                                                 |
| C – ITS   | Kooperativní inteligentní dopravní systémy                                     |
| JSDI      | Jednotný systém dopravních informací pro ČR                                    |
| MD        | Ministerstvo dopravy                                                           |
| MHD       | Městská hromadná doprava                                                       |
| VHD       | Veřejná hromadná doprava                                                       |
| IAD       | Individuální automobilová doprav                                               |
| NDIC      | Národní dopravní informační centrum                                            |
| OCR       | Optical Code Recognition                                                       |
| RDS - TMC | Radio Data System - Traffic Message Channel                                    |
| RFID      | Radio Frequency Identification                                                 |
| ŘSD       | Ředitelství silnic a dálnic                                                    |
| SDI       | Infrastruktura prostorových dat                                                |
| TMS       | Transport Management Systém                                                    |
| RSU       | Road site unit                                                                 |
| OBU       | On board unit                                                                  |
| V2V       | vozidlo-vozidlo                                                                |
| V2I       | vozidlo-infrastruktura                                                         |
| I2V       | infrastruktura-vozidlo                                                         |
| I2I       | infrastruktura-infrastruktura                                                  |



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



## 5 Seznam obrázků

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Obrázek 1 Inteligentní dopravní služby .....                  | 5  |
| Obrázek 2 Kooperativní ITS .....                              | 9  |
| Obrázek 3 Výběr alternativy přinášející největší užitek ..... | 10 |
| Obrázek 4 Inteligentní parkování .....                        | 14 |



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



## Příloha 1 – Časová osa rozvoje ITS v ČR

