**AKTUALIZACE**

**IMPLEMENTAČNÍHO AKČNÍHO PLÁNU**

**OBLAST SILNIČNÍ IFRASTRUKTURA**

Ing. David Novák

Ing. Robert Knap

listopad 2019

Obsah

[1. Oblast Silniční infrastruktura 3](#_Toc27057429)

[1.1 Dlouhodobé cíle v oblasti 3](#_Toc27057430)

[1.2 Návrhy na změnu prostředí a podmínek pro podporu VaVaI 3](#_Toc27057431)

[1.3 Návrhy projektů 4](#_Toc27057432)

[1.3.1 Platforma pro real-time výměnu dat o aktuálním stavu silnic 4](#_Toc27057433)

[1.3.1.1 Stručný popis projektu 4](#_Toc27057434)

[1.3.1.2 Současný stav poznání a předchozí řešení 4](#_Toc27057435)

[1.3.1.3 Potřebnost a aktuálnost projektu 4](#_Toc27057436)

[1.3.1.4 Očekávané výsledky a dopady projektu 4](#_Toc27057437)

[1.3.1.5 Postup realizace projektu 5](#_Toc27057438)

[1.3.1.6 Odhad doby a nákladů na řešení projektu 6](#_Toc27057439)

[1.3.2 Automatická analýza návrhových prvků pozemní komunikace z 3D dat 6](#_Toc27057440)

[1.3.2.1 Stručný popis projektu 6](#_Toc27057441)

[1.3.2.2 Současný stav poznání a předchozí řešení 6](#_Toc27057442)

[1.3.2.3 Potřebnost a aktuálnost projektu 7](#_Toc27057443)

[1.3.2.4 Očekávané výsledky a dopady projektu 8](#_Toc27057444)

[1.3.2.5 Postup realizace projektu 8](#_Toc27057445)

[1.3.2.6 Odhad doby a nákladů na řešení projektu 12](#_Toc27057446)

[1.3.3 Prioritizace oprav komunikací s využitím simulace odolnosti silniční sítě vůči dopravním kolapsům 13](#_Toc27057447)

[1.3.3.1 Stručný popis projektu 13](#_Toc27057448)

[1.3.3.2 Současný stav poznání a předchozí řešení 13](#_Toc27057449)

[1.3.3.3 Potřebnost a aktuálnost projektu 13](#_Toc27057450)

[1.3.3.4 Očekávané výsledky a dopady projektu 14](#_Toc27057451)

[1.3.3.5 Postup realizace projektu 14](#_Toc27057452)

[1.3.3.6 Odhad doby a nákladů na řešení projektu 17](#_Toc27057453)

[1.4 Shrnutí 17](#_Toc27057454)

[1.5 Seznam zkratek 17](#_Toc27057455)

[1.6 Seznam použitých zdrojů 18](#_Toc27057456)

# Oblast Silniční infrastruktura

## Dlouhodobé cíle v oblasti

Dlouhodobé cíle v oblasti silniční infrastruktury lze zarámovat poptávkou po spolehlivé, dostupné a udržitelné dopravě.

Na oblast silniční infrastruktury bude mít výrazný vliv poptávka po mobilitě jako službě, společenská poptávka po čistější, udržitelné automobilové dopravě s minimem dopadů na životní prostředí a nástup automatizovaných dopravních prostředků.

Lze předpokládat, že po dobudování základní dálniční a silniční infrastruktury nastane potřeba věnovat pozornost inteligentní a dlouhodobě udržitelné údržbě. Kromě dlouhodobé udržitelnosti bude další požadavek na uživatelský komfort a minimalizaci omezení na infrastruktuře. V této souvislosti se rozhodování o zásazích do infrastruktury přesune z technických parametrů na parametry socio-ekonomické a parametry hodnotící rizika – např. odolnost infrastruktury.

Pravděpodobný nárůst a rozšíření vozidel s asistovaným nebo dokonce autonomní provozem minimálně na vyčleněných částech infrastruktury (např. dálnicích) přinese nové požadavky na aktuálnost a kvalitu dat o silniční infrastruktuře. Pro tyto dopravní prostředky bude zásadní disponovat maximem informací o technickém stavu infrastruktury jak z pohledu statické informace o technických parametrech (např. sklon, šířka pruhu apod.) tak o proměnných, dynamických informacích o kvalitě a aktuálním stavu.

## Návrhy na změnu prostředí a podmínek pro podporu VaVaI

Problémem prostředí VaVaI z našeho pohledu bylo nízké zastoupení dopravních témat v programech v předchozích letech. Velkou, pozitivní změnu přinesl program Doprava 2020+, který vygeneroval velké, možná až nezvladatelné množství projektů.

Dalším zásadním problémem prostředí je nedostatek odborníků, kteří spolupracují s grantovými orgány na zadáních a hodnoceních projektů. Tato situace vede k tomu, že projekty jsou více hodnoceny podle různých formálních kritérií namísto odborného a praktického přínosu témat. Výsledkem bývají velice povrchní projekty, které nemají žádný zásadní přínos ani potenciál.

Dalším rozšířením tohoto problému je pak nemožnost a neochota věnovat se problematice, která je komplexní a zasahuje do více technologických oborů dopravy. S tímto problémem se setkáváme jak u zadavatelů, kteří mají obvykle rigidně stanovenou strukturu organizace, takže mezioborové problémy přísluší vlastně více organizačním jednotkám, které se obvykle nejsou schopny mezi sebou domluvit. Současně ho nacházíme i v komerční sféře, kde ostré hrany oborů, vzniklé většinou už typem vzdělání konkrétních pracovníků, zpomalují inovace v multioborové problematice.

## Návrhy projektů

* + 1. Platforma pro real-time výměnu dat o aktuálním stavu silnic
       1. Stručný popis projektu

Předmětem projektu je vývoj platformy pro real-time výměnu dat o aktuálním stavu silnic ukládaných do centrálního datového skladu, která by byla schopna do automobilů s pokročilými asistenčními systémy a do autonomních vozidel posílat aktuální informace o vlastnostech a kvalitě komunikace (např. šířka, příčný profil, poškození – trhliny apod.) a zároveň na základě zpětné vazby z asistenčních systémů by poskytnuté informace verifikovala a upozorňovala na jejich případný nesoulad.

* + - 1. Současný stav poznání a předchozí řešení

V současné době existuje iniciativa Ministerstva dopravy pro konsolidaci dat o dopravní infrastruktuře, která je ve stádiu ideového návrhu. Mohla by přinést nový pohled na data tam, kde se různé infrastruktury stýkají, například železniční přejezdy na silniční síti. Tento konsolidovaný datový sklad by měl poskytovat i distribuční služby.

V rámci Platformy autonomních vozidel na Ministerstvu dopravy vznikly karty pro sběr a distribuci dopravních značek.

Žádná aktuální platforma nebo projekt, který by byl schopen garantovaně takováto data distribuovat ale neexistuje.

* + - 1. Potřebnost a aktuálnost projektu

Nezpochybnitelně potřebným je už tok garantovaných informací o infrastruktuře do vozidel, ať už pomocí on-line nebo dávkové komunikace.

Naprosto inovativní a bezprecedentní je ale otevření systému pro zpětnou vazbu informací z vozidel. Analýzou těchto dat v BigData prostředí by bylo možno získávat aktuální data o okamžitém stavu silnic, což zatím nebylo nikdy realizováno.

* + - 1. Očekávané výsledky a dopady projektu

Výsledkem projektu bude:

* Centralizované dostupné údaje o stavebně-technických charakteristikách silničních komunikací.
* Centralizované aktuální (online) informace o provozních charakteristikách silničních komunikací.
* Verifikovaná a online zpracovaná data.
* Otevřené rozhraní pro odběr relevantních dat ze strany asistenčních systémů a systémů autonomního řízení.
  + - 1. Postup realizace projektu

Navrhovaný postup projektu je členěn do následujících cílů:

**Návrh datového úložiště charakteristik silničních komunikací**

Návrh způsobu, jak ukládat jednotlivé typy dat vázaně na síť silničních komunikací. Při návrhu bude třeba zohlednit zejména:

* způsob lokalizace sledovaných charakteristik a způsob vazby na síť,
* očekávanou frekvenci aktualizací sledovaných charakteristik,
* očekávanou strukturu vstupních dat a kroků jejich následného zpracování,
* navržený způsob distribuce dat.

**Zajištění stavebně-technických charakteristik**

Navrhnout způsob, jak především od správců komunikací získávat stavebně technické charakteristiky silnic, např.:

* směrové a výškové vedení trasy – včetně poloměrů zatáček, detekce nepřehledných horizontů, rozhledové trojúhelníky v křižovatkách apod.,
* podélný a příčný sklon,
* typ povrchu vozovky,
* šířkové uspořádání,
* vybavení komunikací – např. bezpečnostní (svodidla, zdi…),
* stav povrchu vozovky (dlouhodobý) – vyjeté koleje, drsnost apod.,
* obvyklé rychlosti…

Detekovat možnosti aktualizace některých charakteristik z asistenčních systémů připojených vozidel.

**Zajištění aktuálních provozních charakteristik**

Navrhnout zdroje aktuálních (online) informací týkajících se:

* stavu vozovky a sjízdnosti – informace o lokálních závadách (např. výtluky), zhoršené parametry sjízdnosti (meteorologická situace, provedená zimní údržba…),
* aktuálních změn v organizaci dopravy – rychlostní limity, omezení provozu a uzavírky,
* opakovaných nestandardních reakcí asistenčních systémů a autonomních vozidel (akcelerometry, ABS, ESP…).

**Návrh zpracování dat**

Navrhnout procesy zpracování vstupních dat v návaznosti na jejich formáty a poskytovatele. Principy řešení věcných nesouladů (např. relevance dat závislá na počtu výskytů v místě a čase), priorit podle zdroje a typu informace apod.

**Návrh distribuce dat**

Navrhnout způsob zpřístupnění aktuálních dat pro asistenční systémy vozidel:

* Zmapovat formáty a struktury, ve kterých jsou asistenční systémy schopné konzumovat externí data,
* Navrhnout strukturu a povinné parametry požadavků zasílaných z asistenčních systémů,
* Definovat základní provozní parametry systému, např. dostupnost a odezvy,
* Provést principiální návrh architektury zajišťující požadované parametry,
* Stanovit požadavky na monitoring fungování systému.

**Vytvoření prototypu**

Vytvořit prototyp části platformy pro vybraný zdroj / konzumenta z aktuálně dostupných asistenčních systémů pro ověření obousměrné komunikace a zpracování dat.

* + - 1. Odhad doby a nákladů na řešení projektu

Odhad vytvoření prototypu navrhovaného systému je 14 mil. Kč v období 3 let, hrubý odhad ceny cílové platformy je 150 mil. Kč.

* + 1. Automatická analýza návrhových prvků pozemní komunikace z 3D dat
       1. Stručný popis projektu

Tématem navrhovaného projektu je automatizovaná analýza bezpečnostních opatření a ostatních návrhových prvků z 3D dat pro posouzení stavu pozemních komunikací a jejich souladu s návrhovými parametry příslušné kategorie.

Automatická analýza podpořená principy strojového učení by měla vyhodnotit daná kritéria a upozornit na oblasti sítě, kde tato kritéria nejsou naplněna.

* + - 1. Současný stav poznání a předchozí řešení

V současné době je využíváno operátorské zpracování dat, což přináší delší dobu postprocessingu a data a informace v nich obsažené tak stárnou a stávají se neaktuálními. Zároveň jsou takto získaná data drahá a založená na subjektivním pohledu operátora.

Cílem prohlídek a inspekcí pozemních komunikací a jejich součástí dle Zákona o pozemních komunikacích je stanovení jednotného způsobu záznamu jevů sledovaných v jejich rámci. Její součástí je i stanovení kritérií na posouzení zjištěných skutečností. Tyto prohlídky probíhají minimálně v zákonem stanovené periodicitě, přejímkách staveb a majetku a při mimořádných událostech.

Sledováno je obvykle celé těleso komunikace, včetně součástí a příslušenství, bezpečnostní opatření a rozhledových poměrů.

Parametry, které musí komunikace splňovat dle zatřízení do kategorie (dálnice, silnice I. až III. třídy, místní a účelové komunikace), jsou určeny normou ČSN 73 6101.

U poruch je sledován jejich rozsah (plocha, délka) a umístění na vozovce. Jevy zjištěné v průběhu prohlídky mohou být doplněny o dostupné údaje proměnných parametrů (drsnost, podélná a příčná nerovnost, zbytková životnost), změřené a vyhodnocené na základě příslušných ČSN.

Mostní objekty jsou sledovány podle závazné ČSN 73 6220 a doporučené ČSN 73 6221.

Pro zemní těleso komunikace, odvodňovací zařízení a další objekty mimo mostních je evidován jejich výskyt, umístění (poloha a délka), stavebně technický stav a funkčnost.

Je evidován i výskyt dalších součástí a příslušenství komunikace, umístění (poloha, resp. délka) a technický stav. Skutečný stav je kontrolován s údaji v pasportu. Zvýšená pozornost je věnována stavu dopravního značení a dopravního zařízení.

V současnosti nejsou používány žádné pracovní postupy, které by podporovali automatizaci těchto procesů.

* + - 1. Potřebnost a aktuálnost projektu

Přínosem automatizace detekce poruch a nesouladu s normami a technickými podmínkami jakosti pozemních komunikací je jednoznačně zrychlení využití dat a efektivita jejich zpracování i s ohledem na snižující se aktualitu dat v závislosti na čase od jejich pořízení. Toto vyhodnocení umožní postihnout i kontroly některých parametrů, které se běžně neprovádí, protože se obecně předpokládá, že byly zohledněny při projektování jejich výstavby.

Vyšší výtěžnost dat metodami nezávislými na lidském faktoru pak lze přispět ke zvýšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích a ke snížení škod způsobených dopravními nehodami. Současně je takové zpracování méně nákladné, jelikož se jedná především o strojový čas výpočetní infrastruktury.

Prohlídky a inspekce komunikací je možné zefektivnit využitím mobilních mapovacích systémů obsahujících laserový skener. Měřicí vozidlo vybavené laserovým systémem dokáže v krátkém čase poskytnout zásadní informace pro vlastníky a správce komunikací v oblasti kontroly a plánování běžné a souvislé údržby a systémy hospodaření s vozovkou.

Jako 3D data jsou zde chápána mračna bodů pořizovaná rotačními laserovými skenery, umístěnými na vozidle. Vhodným doplňkem těchto dat jsou snímky panoramatické kamery a přídavných jednosnímačových kamer, které mohou sloužit k lepší orientaci operátora při vypořádávání sporných dat, nebo pro komplexnější posouzení identifikované poruchy. Obsahují-li snímky kamer i externí orientační parametry jednotlivých snímačů, pak mohou být také zdrojem 3D dat.

Digitální otisk reality do 3D dat a práce s ním je aplikací aktuálních technologií, které ještě nedávno takovéto možnosti neumožňovaly.

* + - 1. Očekávané výsledky a dopady projektu

Automatizovat vyhodnocení 3D dat pro

* vyhodnocení souladu konstrukčního uspořádání a aktuálního stavu pozemní komunikace a souvisejících objektů a jevů s návrhovými parametry a technickými podmínkami,
* detekci poruch,
* hodnocení proměnných parametrů komunikací

a poskytovat podklady pro provádění prohlídek a inspekcí pozemních komunikací, mostů a dalších součástí dopravní infrastruktury.

Tedy upravit procesy prohlídek pozemních komunikací tak, aby se nejprve silnice nasnímala v 3D, potom se automatizovaně vyhodnotila a kategorizovala a následně se fyzicky v terénu dohledávala a kontrolovala jen sporná místa, která nemohla být jednoznačně vyhodnocena.

Tento přístup bude mít zásadní dopad v objektivizaci a prokazatelnosti prohlídkové činnosti a druhotně takovéto prohlídky výrazně zlevní a zrychlí.

* + - 1. Postup realizace projektu

Navrhovaný postup projektu z pohledu hlavních pracovních balíčků:

**Automatické analýzy**

Automatizované zpracování laserscanových dat poskytne objektivní informace o stavu silniční sítě.

Automatická detekce informací z naměřených laserscanových dat nabízí možnost efektivního předzpracování velice detailních mračen bodů a vygenerování bodových, liniových nebo polygonových geometrií, které definují cíleně identifikovaný problém jednodušší formou.

Kombinací výstupních dat s panoramatickými snímky pak lze dále navrhnout efektivní zásah správce komunikace.

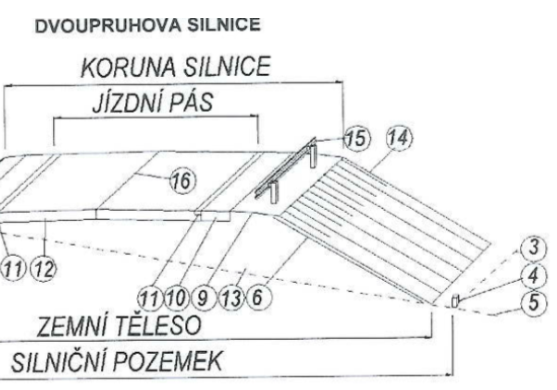
Důležitým prvkem řešení je stanovení požadavků na výsledné analýzy dat. Tomu je pak nutno přizpůsobit i samotný sběr 3D dat

* volba měřícího systému a jeho komponent
* způsob pohybu vozidla po komunikaci
* rychlost pohybu vozidla
* nastavení měřícího systému
* posouzení využití vlícovacích bodů

Načítány mohou být mračna bodů z laserscan dat – ground, nižší vegetace, vzrostlá vegetace včetně klasifikace jednotlivých bodů podle síly odrazu. Následně je vhodné provést přípravnou účelovou klasifikaci laserscanových dat.

Proces zpracování dat v případě liniových staveb může pracovat s řídícími liniemi, kterými mohou být například osa komunikace, nebo okraj neprašné části vozovky.

Dalším krokem procesu bude příprava dat pro načítání informací výškového modelu terénu a příprava pro kategorizaci území dle ČSN.



Algoritmy pro vyhodnocení dat musí pracovat například s

* dynamickým výběrem bodů v řešené oblasti,
* vkládáním a vyrovnáním prokládací roviny,
* detekcí chybných bodů,
* identifikací absolutních hodnot příčných a podélných sklonů
* výpočtem celkového sklonu dle postupu ČSN 73 6101
* vytvoření databáze profilů, parametrů sklonů, parametrů přímo měřených informací
* analýzou výsledků podle parametrů definovaných ČSN 73 6101 ČSN 73 6201 a dalších souvisejících norem a technických podmínek,
* integrací informací z dat výškového modelu terénu (výškové segmentace území)
* výpočty parametrů odvodnění ve vztahu k technickým požadavkům
* nalezením dna příkopu v jednotlivých řezech
* výpočtem podélného sklonu odvodnění
* klasifikací typu odvodnění
* testováním identifikace poruchy spádu odvodnění – analýza metodou sousedních profilů
* identifikací míst s poruchou odvodnění – chyba sklonu, malá hloubka vůči vozovce x typ odvodnění
* úrovní pláně od povrchu se liší podle typu komunikace. Tento údaj musí být možno vkládat parametrem.
* výpočty průjezdního profilu
* testováním identifikace rizikových míst
* integrací parametrů norem ČSN
* označením míst s poruchou do databáze pro došetření

Algoritmy musí být parametrizovatelné prostřednictvím uživatelského rozhraní nebo konfiguračním souborem tak, aby při změně ČSN nebo technických podmínek bylo možné ovlivňovat jejich nastavení.

Jednotlivé algoritmy musí být testovány v souvislosti s jejich spolehlivostí a na základě jejího vyhodnocení se musí posoudit, zda a jak velký zásah operátora v postprocessingu bude vyžadován.

**Potenciální parametry a jevy získané automatickou detekcí 3D dat**

Pozemní komunikace – povrch vozovky

* Návrhové parametry a rozměry komunikace
* Vodící proužky
* Krajnice
* Hranice zpevněné plochy
* Podélný profil (stoupání, klesání)
* Příčný profil
* Poruchy vozovky
* Proměnné parametry
* Křížení, sjezdy
* Železniční přejezdy
* Vodorovné dopravní značení
* Šířkové uspořádání
  + Jízdní pásy a jejich šířky
  + Šířka komunikace
  + Šířka neprašné části
  + Šířka středního dělícího pásu
  + Přídatné a přidružené pruhy
  + Ostrůvky
  + Retardéry
  + Zastávky
  + Zálivy
  + Parkovací místa
* Plocha komunikace
* Kanalizační vpusti

Pozemní komunikace - okolí

* Návrhové parametry a rozměry silničního tělesa
* Odvodnění
* Pasportizace
  + Svodidla
  + Zdi
  + Protihlukové zdi
  + SDZ
  + Portály
  + Reklamy
  + Stromořadí a jednotlivé stromy
  + Sloupy, veřejné osvětlení
  + Přemostění, produktovody
  + Oplocení
  + Výška porostu
* Průjezdný profil a jeho omezení
  + Podjezdné výšky – mosty, nadzemní vedení
  + Přilehlá zástavba
  + Zeleň (stromy, keře)

**Kontrolní, editační a exportní modul**

Cílem je i vyhodnocení efektivity algoritmů a jejich zařazení do automatického nebo poloautomatického režimu.

Algoritmy v poloautomatickém režimu budou dále vyžadovat zásah operátora prostřednictvím modulu pro rychlou manuální kontrolu klasifikovaných dat. Práce operátora bude cílená přímo na dané lokality a přinese

* možnost kontroly správnosti analýzy,
* prohlížení celkových výsledků,
* zobrazení
  + 2D/3D,
  + vektorů,
  + las bodů,
  + výsledků analýz - statistiky
* nástroje pro konsolidaci výsledků
* exporty dat pro integraci do dalších informačních systémů
  + - 1. Odhad doby a nákladů na řešení projektu

Odhadované náklady na pilotní ověření technologie a SW zpracování činí 5 mil. Kč v období 3 let, dokončení a „zapouzdření“ do produkčního software dalších cca 7 mil. Kč.

* + 1. Prioritizace oprav komunikací s využitím simulace odolnosti silniční sítě vůči dopravním kolapsům
       1. Stručný popis projektu

Projekt se zabývá návrhem a vývojem informačního systému pro podporu plánování oprav a uzavírek silniční sítě na základě modelování dopadů uzavírek na plynulost dopravy a další socio-ekonomické a environmentální oblasti.

Za využití aktuálních dat o dopravě a celoplošného prediktivního modelu by systém simuloval dopad uzavírek na plynulost dopravy, upozorňoval na konflikty způsobující zásadní dopravní kolapsy a podporoval rozhodování o jejich prioritě.

* + - 1. Současný stav poznání a předchozí řešení

V současné době existuje několik datových zdrojů využitelných pro tento projekt. Ministerstvo dopravy spravuje dopravní model ČR, který by bylo možné implementovat v tomto projektu.

ŘSD má přístup k FCD datům o aktuálním pohybu velkého vzorku vozidel, zároveň organizuje každých 5 let statické sčítání dopravy. Kombinací těchto dvou zdrojů vzniká zatím nevyužitý potenciál analýzy aktuálního provozu.

ŘSD dále v současné době implementuje projekt hospodaření s pozemními komunikacemi (SHV), který ale s využitím simulace odolnosti silniční sítě, ani kalkulací dalších rizik nepočítá.

* + - 1. Potřebnost a aktuálnost projektu

Účelem zavedení navrhovaného informačního systému bude využití dopravního modelu pro vyhodnocení plánu akcí krátkodobé i dlouhodobé údržby na aktuální rok, snížení jejich negativního dopadu na plynulost a bezpečnost dopravy, snížení nákladů uživatelů a dopadů na životní prostředí.

Obdobný systém nebyl v ČR nikdy realizován a je navržen tak, aby v maximální míře využil přístup k unikátním datům, která již stát vlastní.

Výstupem informačního systému využívajícího real-time datový model bude

* posouzení vlivu plánovaných omezení na plynulost provozu,
* návrh optimalizace harmonogramu realizací,
* návrh a posouzení objízdných tras,
* doporučení pro další rozvoj dopravní sítě
* rekalibrace algoritmů dle skutečných průběhů uzavírek.
  + - 1. Očekávané výsledky a dopady projektu

Výsledkem projektu bude:

* Vyvinout IS s dopravním modelem využívajícím real-time data
* Kalibrace algoritmů na základě dostupných datových sad a zdrojů
* Poskytnout podklady pro rozhodování při krátkodobém i dlouhodobém plánování údržby a oprav pozemních komunikací.
* Omezit dopady realizace údržby a oprav na uživatele dopravní sítě pozemních komunikací a životní prostředí.
  + - 1. Postup realizace projektu

**Určování klíčových prvků sítě**

Definování klíčových prvků řešené infrastruktury v globálním i lokálním pohledu je primárním předpokladem k provádění systémové analýzy provozně-bezpečnostních, environmentálních nebo socio-ekonomických rizik daného dopravního modelu.

Na základě rozsahu a osídlení řešeného území je zapotřebí stanovit kritéria, která budou definovat snížení odolnosti dopravní sítě pro jednotlivé její části (linie/body).

* liniový prvek – typicky úsek komunikace nebo jejich sekvence, která splňuje alespoň jednu z následujících podmínek:
  + je logickou spojnicí (zpravidla trasa představující nejkratší cestovní čas) mezi klíčovými sídelními celky,
  + průměrná hodnota RPDI na souvislém úseku dané komunikace je více než definovaný počet vozidel za den (hodnota dle řešené oblasti),
  + je jedinou spojnicí kritického prvku infrastruktury jiného odvětví případně důležitým prvkem občanské vybavenosti, nebo významným zaměstnavatelem v regionu, se zbytkem silniční sítě,
  + představuje napojení na kritický prvek silniční infrastruktury sousedního územního celku, města, státu nebo transevropské silniční sítě (TEN-T).
* bodový prvek – typicky křižovatka, která splňuje alespoň jednu z následujících podmínek:
  + dochází ke křížení s komunikací, která je hodnocena jako kritická
  + počet vozidel projíždějících křižovatkou překračuje definovanou hodnotu RPDI
  + křižovatka umožňuje odbočení do dopravně izolované oblasti bez dalších kapacitních přístupových cest

Relativně nejcitlivější je kritérium, kde lze v případě vyřazení prvku z dopravního modelu stanovit orientačně dopady na základě intenzity dopravy v místě uzavírky nebo omezení a doby této události, a následně stanovit počet osob omezených touto událostí. Skutečnost, že osoby musí volit alternativní způsob dopravy, nicméně nelze vždy považovat za „rozsáhlé omezení poskytování nezbytných služeb“ či obecně „závažný zásah“ do jejich života dle významu průřezového kritéria. Pro určení kritických prvků je možné s výhodou použít i real-time data.

**Faktor času**

V případě návrhu kritérií je nutné brát v úvahu i časový faktor. Vyřazení klíčového prvku dopravní či jiné infrastruktury bude mít dopady úměrné délce trvání jeho omezení. Je proto vhodné stanovit v kritériích jednotný časový interval (např. jeden den, měsíc nebo rok), na základě které jsou dopady tohoto vyřazení stanoveny. Současně bude vyhodnocován synergický dopad souběžně plánovaných opatření, který může vést ke změnám harmonogramů realizace jednotlivých akcí.

**Kritéria**

Do definice klíčových prvků dopravní infrastruktury je vhodné zavést kvalitativní a kvantitativní kritéria. Typickým kvalitativním kritériem je posouzení, zda je daný prvek dopravní infrastruktury jedinou spojnicí mezi kritickým prvkem jiného odvětví a zbytkem dopravní sítě. Příkladem je málo využívaná silnice třetí třídy, která je jedinou příjezdovou komunikací k významnému prvku distribuční energetické nebo vodohospodářské soustavy. Typickým kvantitativním kritériem je pak intenzita vozidel na silniční síti nebo finanční ztráta generovaná časovým zdržením na konkrétním úseku silnice. Časové zdržení může být poměrně přesně generováno z FCD dat.

Silniční infrastruktura je ze všech pododvětví dopravy zdaleka nejvíce rozsáhlá, přepravní výkony osobní i nákladní dopravy realizované na silniční síti jsou rovněž řádově vyšší, než ve zbývajících pododvětvích dopravy. Současně představuje základní dopravní síť, která je ostatními druhy dopravy prakticky nenahraditelná. Proto je třeba v rámci silniční infrastruktury docílit dostatečně robustního způsobu identifikace klíčových prvků.

**Negativní dopady**

Provádění údržby a oprav pozemních komunikací má v průběhu jejich realizace

Ekonomické

* Změna podmínek poskytování dopravních služeb;
* Zvýšená poptávka po dopravních službách;
* Negativní vliv na národní hospodářství;
* Snižování produktivity;
* Narušení (selhání) dopravní obslužnosti území.

Sociální

* Nedostupnost dopravních služeb (hromadné dopravy);
* Zvýšená potřeba veřejných financí v oblasti údržby a oprav dopravní infrastruktury (opravy a údržba objízdných tras);
* Omezení dostupnosti zboží a služeb v důsledku disfunkce dopravního zabezpečení území;
* Snížení plynulosti a bezpečnosti dopravy;
* Snížení mobility obyvatelstva.

Technologické

* Narušení uzlových a liniových prvků dopravní infrastruktury
* Pokles výkonu technologických zařízení v důsledku selhání dodávek vstupních komponentů
* Selhání dopravních systémů a zařízení
* Narušení provozu výrobních zařízení pro selhání dodávky vstupních komodit

Environmentální

* Zvýšení emisí CO2, hluku, vibrací
* Negativní hodnoty ukazatelů znečištění životního prostředí
* Nadměrné emise škodlivých látek do ovzduší
* Znečistění životního prostředí únikem nebezpečných látek během přepravy

**Data pro dopravní model**

Pro ladění dopravního modelu je možné používat real-time data intenzit provozu, které lze využít jak pro kalibraci analytických algoritmů, tak pro verifikaci výsledků a následné úpravy. Do modelu ale musí vstupovat i další data

* územně analytické podklady obsahující informace o občanské vybavenosti a regulativech;
* územní plánování o plánech rozvoje území, které mohou v budoucnu ovlivnit chování dopravního modelu;
* počet a rozmístění obyvatel;
* počet obyvatel dojíždějících za prací;
* rozmístění a naplněnost záchytných parkovišť;
* trasy městské hromadné dopravy
* informace o stavu komunikací
* inženýrské sítě a jejich kritické prvky
* významné společensko-kulturní akce v regionu, které mohou být plánovanou údržbou nebo opravou dotčeny.

Plánovaná omezení do modelu musí obsahovat omezení vznikající na úrovni následujících subjektů

* Ředitelství silnic a dálnic
* Krajské správy a údržby silnic
* Městské a obecní správy komunikací
* Vlastníci a správci inženýrských sítí
* Dopravní podniky a další provozovatelé hromadné dopravy
* Správa železniční dopravní cesty
* a dalších subjektů, jejich aktivita může mít vliv na plynulost provozu na dopravní síti
  + - 1. Odhad doby a nákladů na řešení projektu

Reálný odhad nákladů na řešení projektu závisí na dostupnosti vhodného dopravního modelu v době realizace projektu. Vzhledem k tomu, že se očekává realizace projektu dopravního modelu v režii ŘSD, předpokládáme jeho dostupnost.

Odhad pilotního ověření systému s funkčním nakonfigurovaným dopravním modelem je potom 15 mil. Kč v rozsahu 3 let.

## Shrnutí

Ve střednědobém horizontu se v oblasti silniční infrastruktury je třeba zaměřit na systémy pro zvýšení bezpečnosti a komfortu automobilové dopravy zejména vzhledem ke správě a údržbě sítě. Současně při rozvoji dopravních prostředků s autonomním rozměrem je třeba jim umožnit maximálně sdílet informace o infrastruktuře.

## Seznam zkratek

* FCD – Floating Car Data – data plovoucích vozidel, analyzovaná data z GPS jednotek ve vzorku vozidel
* SHV – systém hospodaření s vozovkou
* ŘSD – Ředitelství silnic a dálnic

## Seznam použitých zdrojů

* Bílá kniha: Plán jednotného evropského dopravního prostoru – vytvoření konkurenceschopného dopravního systému účinně využívajícího zdroje (Evropská komise 2011)
* Dopravní politika ČR pro období 2014 – 2020 s výhledem do roku 2050 (MD)
* Dopravní sektorová strategie 2. fáze (MD 2013)
* Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
* Pracovní materiály Platformy pro plně automatizovaná vozidla (MD 2017)
* Aktuální stav organizace sběru a správy dat o pozemních komunikacích (Sdružení pro dopravní telematiku 2018)
* Akční plán rozvoje inteligentních dopravních systémů (ITS) v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050) - Český kosmický portál
* Implementační plán k Akčnímu plánu rozvoje inteligentních dopravních systémů (ITS) v ČR do roku 2020 (s výhledem do roku 2050) - Český kosmický portál
* Podklady pro přípravu Světového silničního kongresu, Abu Dhabi, Spojené arabské emiráty, 2019
* Konference: Transport Research Arena, Vídeň, Rakousko, 2018
* Výstupy evropského projektu FOX: Forever open infrastructure across (X) all modes, 2017
* Výstupy evropského projektu AM4INFRA: Common framework for an European life cycle based asset management approach for transport infrastructure networks, 2018
* Výstupy evropského projektu LCE4ROADS: Life cycle engineering approach to develop a novel EU-harmonized sustainability certification system for cost-effective, safer and greener road infrastructures, 2017
* Výstupy projektu ISABELA (Integration of social aspects and benefits into life-cycle asset management) - CEDR (Conference of European Directors of Roads)
* Konference: World Conference on Pavement and Asset Management (WCPAM), Baveno, Itálie, 20173th International Symposium on Concrete Roads, Berlín, Německo, 2018
* Konference: Aktuální otázky správy a údržby pozemních komunikací 2018
* Konference: Dopravní infrastruktura 2018
* Konference: Pozemní komunikace 2018
* Konference: Asfaltové vozovky 2017
* Konference: 1. odborná konference projektu Technologické trendy v silniční dopravě listopad 2018
* EU, Horizon 2020, Work Programme 2016 – 2017
* European Commission, Research and innovation in transport infrastructure in Europe
* European Commission, Transport Infrastructure – Research Theme Analysis Report
* 27. silniční konference 2019, České Budějovice
* Konference: ERPUG 2019, Vilnius