



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 silniční infrastruktura

TPSD

srpen 2018



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



Vypracoval řešitelský tým ve složení:

- Ing. David Novák
- Ing. Ivan Tesař
- Ing. Ivan Budík
- Ing. Josef Stryk, Ph.D.



Obsah

Obsah.....	3
Úvod.....	5
1 Popis směrů možného technologického vývoje	6
1.1 Proces projekce, přípravy a výstavby silniční infrastruktury	6
1.2 Vliv vývoje technologie řízení a pohonu vozidel na projekci pozemních komunikací	8
1.3 Vícerozměrná projekce.....	10
1.4 Geodetické podklady	12
1.5 Oběh dokumentů v rámci procesu výstavby (Common Data Environment)	13
1.6 Vizualizace staveb.....	13
1.7 Systémy hospodaření s pozemními komunikacemi	14
1.8 Údržba pozemních komunikací	15
2 Identifikace vhodného uplatnění nových technologií a přístupů	16
2.1 Projektování ve 4D	16
2.2 Systémy hospodaření s objekty dopravní infrastruktury	16
2.2.1 Sběr proměnných parametrů na síťové úrovni.....	16
2.2.2 Sběr parametrů na projektové úrovni.....	16
2.2.3 Průběžné monitorování stavu konstrukcí	17
2.2.4 Predikce vývoje a risk management.....	17
2.2.5 Optimalizace a plánování	17
2.2.6 BIM	18
2.2.7 Propojení jednotlivých systémů hospodaření z hlediska plánování	18
2.3 Údržba a stavba pozemních komunikací	18
2.3.1 Nové materiály a technologie	18
2.3.2 Optimalizace prací a postupů.....	18
2.3.3 Long-life-koncept	19
2.3.4 Snížování dopadů na životní prostředí.....	19
2.3.5 Zimní údržba.....	19
2.3.6 Informace v systémech hospodaření	20



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



2.3.7	Práce se společenskými parametry v systémech hospodaření.....	20
2.3.8	Výměna a sdílení dat	22
3	Závěr.....	23
4	Seznam zdrojů.....	24



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



Úvod

II Etapa Technologických trendů v silniční dopravě se zabývá možnými směry vývoje v silniční infrastruktuře. Snaží se o nástin možností technologického vývoje a uplatnění nových technologií a ideových přístupů v budoucí praxi. Snaží se postihnout celý životní cyklus pozemní komunikace – projekci, konstrukci a údržbu. Dotýká se i témat hraničících s ostatními oblastmi jako ITS a životní prostředí.



1 Popis směrů možného technologického vývoje

1.1 Proces projekce, přípravy a výstavby silniční infrastruktury

V obecné rovině lze problematiku interakce nastupujících technologií (a třeba i vzdálenějších vizí) na straně jedné, a projekce a souvisejících inženýrských služeb v procesu přípravy a výstavby silniční infrastruktury na straně druhé, strukturovat například zcela klasicky z hlediska jednotlivých účastníků procesu přípravy a výstavby, tedy investora, projektanta a dodavatele. V takovém případě půjde zejména o přínosy, které z technologického pokroku mohou jednotlivým stranám plynout a současně o požadavky, které na ně budou v této souvislosti kladeny. Jiným pohledem může být zkoumání vlivu technologického vývoje v oblasti silniční dopravy (například problematika „telematiky“) a motorových vozidel (zejména jejich „samořiditelnosti“ a částečně též změny pohonu) na změnu požadavků na silniční infrastrukturu. Zde se tedy, v širším významu, může jednat až o pohled „normotvorný“.

A konečně lze problematiku technologických trendů v silniční dopravě též zkoumat z hlediska vývoje „společenských požadavků“. V tomto pohledu je třeba především reflektovat „největší společný dělitel“ celospolečenského konsenzu na téma, zda před vlivy silniční dopravy preferovat ochranu živé přírody (v tom nejširším významu), krajiny či obyvatel; jak nastavit poměr upřednostnění hromadné silniční dopravy vůči individuální (a dále motorové vůči nemotorové); či jak moc preferovat (nebo naopak potlačovat) silniční dopravu vůči ostatním druhům dopravy. A do tohoto posledního pohledu nepochybně patří (byť to již vysoce překračuje zadání této práce) i hledisko nadnárodní; například požadavky na mezinárodní dopravní koridory v rámci Evropské unie stojící proti celoevropsky vyhlášeným zónám ochrany přírody (tzv. NATURA 2000). Současně nelze vyloučit, že by bylo možno najít i celou řadu dalších příčinných souvislostí a vzájemných vazeb, které mohou do dané problematiky významně zasáhnout.

Je nesporné, že nasazení moderních technologií v projekci dopravních staveb přináší významné zvýšení produktivity práce.

- Lze doložit, že nástup projekce na PC oproti předchozímu projektování „na rýsovacím prkně“, který se v progresivně orientovaných projekčních kancelářích v ČR odehrál přibližně v letech 1990 až 1993, zvýšil produktivitu cca desetinásobně. Samozřejmě se nabízí otázka, nakolik k tomu přispěla paralelně probíhající restrukturalizace projekčních týmů v souvislosti s probíhající privatizací.
- K obdobně zásadnímu nárůstu produktivity (byť ty konkrétní poměry zvýšení produktivity se mohou lišit) došlo v oblasti zpracování vstupních geografických podkladů s nasazením „totálních stanic“ a následně s masivním rozvinutím letecké fotogrammetrie. A opět lze současně i v této oblasti zaznamenat akceleraci související se zpřístupněním mapových podkladů v návaznosti na proběhlé společenské změny.



- Masivní rozvoj počítačové grafiky (samozřejmě opět podmíněný proběhlými společenskými změnami) umožnil zpřístupnění připravovaných staveb ve fázi přípravy široké veřejnosti formou vizualizací a animací. Vypracování jednoho perspektivního pohledu například na připravovaný most na rýsovacím prkně klasickou metodou deskriptivní geometrie („dva úběžníky“) trvalo ještě v roce 1991 přibližně stejně dlouho, jako v současnosti zpracování triviální statické vizualizace celé dálniční stavby.
- A konečně: ruční vypracování výkazu výměr do tehdy předepsaného formuláře a ocenění jednotlivých položek rozpočtu konkrétní dopravní stavby za pomoci oficiálních knižně vydaných ceníků tehdy (před cca 25-ti lety) jistě trvalo nesrovnatelně déle, než v současnosti export příslušných kubatur z počítačového programu, v němž je příslušný objekt vyprojektován, a jeho „překlopení“ do investorem požadovaného datového formátu prostřednictvím příslušného rozpočtového programu, v něm bude následně za použití „kumulovaných“ (či jakýchkoli jiných) cen oceněn. Avšak i zde si nelze nepovšimnout společenských změn, které tuto změnu nejen umožnily, ale též vlastně akcelerovaly.

Z výše uvedených příkladů (a jistě by se jich dalo najít více) je zřejmé, že masivní nasazení moderních technologií v uplynulých letech přineslo do oboru projekce dopravních staveb nebývalou efektivitu. O tom nelze ani na vteřinu pochybovat. Na druhé straně si nelze nevšimnout, že zde možná částečně srovnáme nesrovnatelné: jak velký podíl na onom vpravdě převratném zvýšení produktivity měly moderní technologie a jak velký společenské změny?

Je jasné, že taková otázka na první pohled naprosto nepatří do materiálu zabývajícího se nástupem a zejména praktickým nasazením moderních „vizionářských“ technologií v oboru projekce dopravních staveb. Nicméně jsem bytostně přesvědčen, že to sem nepatří skutečně pouze „na první pohled“. Na druhý totiž zjistíme, že v současnosti existuje několik faktorů, které mohou významně zpomalit, či dokonce oddálit uplatnění další vlny moderních a progresivních technologií do oboru projekce a přípravy dopravních staveb.

Za ony zmíněné „brzdné“ faktory lze podle mého názoru považovat:

- **Nedostatečné společenské ocenění duševní práce.** Je elementárně zřejmé, že za situace, kdy český projektant nakupuje HW i SW vybavení ve světových cenách, avšak honorován je v aktuálních cenách v ČR, musí případný přínos nových technologií z hlediska zvýšení produktivity práce být významně vyšší, než v zemích, kde je i honorován ve světových cenách. Jinak se mu totiž taková investice jednoduše nevyplatí.
- **Personální vybavení státního investora.** Nejde jen o kvalifikaci, ale možná ještě více o schopnost a odvahu investora nerozhodovat alibisticky. Například výhradně podle



nejnižší ceny, či jiného objektivně zdůvodnitelného, leč často pohříchu méně významného kritéria. Typickým příkladem (byť se nejedná o projekci, ale již o fázi výstavby silniční dopravní stavby) budiž třeba zavádění prvních dílčích prvků elektronického stavebního deníku státním investorem – nejdříve byl do praxe uveden modul sledující docházku dozorů, zatímco zavedení dokumentovaného oběhu dokumentů, pokud k němu vůbec dojde, je věcí budoucnosti vzdálené několik let. Je zřejmé, že podobně jako ve škole nás nejvíce naučil náročný pedagog, tak i investor má být odborně na úrovni s jasným názorem na řešenou problematiku a schopností tento názor obhajovat. Pouze rovnováha trojúhelníku „projektant – investor – dodavatel stavby“ vede k technicky správnému a ekonomicky optimálnímu výslednému dílu. A tato rovnováha v současnosti rozhodně nepanuje. Co je potom projektantům platné nasazovat ekonomicky náročné nejmodernější technologie, když práci dostane ten, co nabídne nejnižší cenu své práce; aniž by kvalita výsledného díla, jeho výsledná finanční náročnost, či pokročilost technologií použitých při jeho návrhu byly vůbec pochopeny; tím méně jakkoli zohledněny či oceněny?

- **Legislativní prostředí.** Jestliže příprava dálniční stavby v ČR se v současnosti pohybuje v rozmezí 12-ti až 17-ti let, pak jedním z hlavních důvodů je legislativní prostředí. Jde zejména o možnost opakovaně „nabourávat“ přípravu ze strany odpůrců stavby, ať již jejich motivací je cokoli. V praxi to znamená, že zatímco efektivita projekce se za uplynulých 20 let zdesetinásobila (viz výše) pak naopak efektivita procesu získání vztahu k pozemkům a k vydání všech platných stavebních a jiných povolení se dost možná ve stejném poměru snížila. To však znamená, že klesá motivace projektanta k masivním investicím do inovací, když je zřejmé, že nejužším místem systému jsou procesy, které sice naprosto nemůže ovlivnit, avšak přesto mu brání realizovat již nasmlouvanou zakázku. Jinak řečeno: nejužším místem přípravy stavby rozhodně není projekce, ale jednání s veřejností (ve všech myslitelných významech tohoto sousloví).

1.2 Vliv vývoje technologie řízení a pohonu vozidel na projekci pozemních komunikací

Pod možná ne zcela přesný souhrnný název lze zařadit minimálně tři technologie: *řízení dopravy, řízení vozidel a pohon vozidel*.

Řízení dopravy představuje v řešené souvislosti zejména proměnné dopravní značení, které v reálném čase na základě monitoringu provozu usměrňuje a optimalizuje dopravní proud. Tyto technologie jsou již v současnosti v ČR zejména na nejvýznamnějších dálničních tazích postupně nasazovány.

Další kroky se budou nepochybně ubírat cestou vývoje pokročilejších metod monitoringu stávající situace; ať již na základě stacionárních snímačů rozmístěných podél komunikace, či vycházející z údajů poskytovaných přímo z vozidel. A zde se opět možná řešení rozpadají na

dvě možnosti – buď budou vozidla přímo vybavena nějakým zařízením komunikujícím se specializovanými snímači, či bude zdrojem dat například pohyb mobilních telefonů osádek vozidel; tedy metoda nevyžadující zvláštní výbavu z hlediska uživatelů komunikací.

Na straně příjemců informací, tedy řidičů, lze předpokládat další integraci informací pořízených výše naznačenými metodami do navigačních systémů, což umožní optimalizaci dopravního proudu prostřednictvím dynamické navigace.

Vše dosud zmíněné je již testováno, či v omezené míře dokonce provozně nasazeno. Další vývoj se patrně bude ubírat cestou komunikace přímo mezi jednotlivými vozidly.

Z hlediska projekce silniční infrastruktury jsou významná taková řešení, která vyžadují nějakou „stavební připravenost“, ať již jde o proměnné dopravní značení, kamerový dohled či snímače pohybu dopravního proudu apod. Všechny taková řešení pak vždy provází potřeba zajistit též komunikační propojení příslušných zařízení. Obé je však z pohledu projekční přípravy standardní úloha.

Řízením vozidel je pro účely tohoto textu myšlena samořiditelnost aut, a to na kterémkoli z vývojových stupňů. V současnosti se již jedná o běžný jev, vždyť aktuálně prodávané osobní automobily mohou být vybaveny pokročilými asistenty (lane assistant, adaptivní tempomat apod.) splňujícími již stupeň 2 z 5-ti stupňové škály „samořiditelnosti“ aut. A další stupně jsou v běžném provozu testovány. Dále například viz program Evropské unie HERKULES financovaný z programu „Horizon 2020“.

Z hlediska projekce pozemních komunikací patrně nebudou mít tyto systémy speciální požadavky. O to větší důraz bude kladen na údržbu komunikací zejména s ohledem na aktuální, smysluplné a logické dopravní značení.

Pohon vozidel je poslední z výše definovaných oblastí technologického pokroku silniční dopravy s možným vlivem na silniční infrastrukturu. Zde jde výhradně o proces předávání energie mezi externími zdroji a samotným vozidlem. V současnosti se lze vedle stávajících aut poháněným benzínovým či naftovým motorem setkat i s vozidly na čistě elektrický pohon, či s hybridními automobily kombinujícími benzínový pohon s elektrickým v různém poměru, s auty na plyn (ať již LPG či CNG), a konečně v testovacím provozu i s auty na vodíkový pohon. A dost možná ani tento výčet není úplný a konečný. Každý z uvedených typů pohonů má nepochybně jiné nároky na infrastrukturu „čerpacích či dobíjecích stanic“. A současně i jiné emisní charakteristiky, což zase v konečném důsledku může vést k jiným řešením připravované dálniční a silniční sítě s ohledem na životní prostředí.

Ve světě se již nyní testují i jiné způsoby předávání energie nutné k pohybu vozidla. Například úsek pozemní komunikace vybavený zařízením umožňujícím v průběhu jízdy vozidla též indukční dobíjení jeho baterií. Ponechme stranou ekonomickou otázku takového



(a jiných obdobně futuristických řešení), tedy kdo případně zaplatí předávanou energii, kdo zvýšené náklady na pořízení a údržbu takové komunikace a jejího speciálního vybavení a kdo tu údržbu bude realizovat; to celé ve světle současné situace sítě dálnic a silnic v ČR a jejího finančního a technického zabezpečení.

Budou-li detailně popsány technické požadavky na zvolené řešení „čerpací stanice“ či pozemní komunikace, pak z hlediska projekce se v žádném případě nejedná o nějaký problém přesahující stávající požadavky.

1.3 Vícerozměrná projekce

Projektanti dopravních staveb aktuálně stojí před výzvou, která se nazývá BIM (Building Information Modelling nebo Building Information Management). Velmi zjednodušeně jde, jak vyplývá již z názvu, o informační modely budov. A hned zde lze spatřovat první problém z hlediska projekce dopravních staveb: je pozemní komunikace budova? Bez ohledu na odpověď na předešlou otázku lze jistě akceptovat celosvětový trend vytváření trojrozměrného modelu díla obsahujícího navíc připojené informace o jeho jednotlivých dílčích prvcích.

Snad jen poznámka na okraj: Z hlediska výstavby dálnic v ČR není technologie BIM nic nového, vždyť „pasport dálniční stavby“, zpracovávaný pro jednotlivé již provozované dálniční úseky v období před 20-ti lety, si též kladl za cíl nad „základní mapou dálnice“ obsahovat všechny potřebné informace pro správce.

Novým a nepochybně progresivním atributem moderního řešení nazývaného BIM je trojrozměrný model daného díla. Masivní nasazení takové technologie nebylo vzhledem k dostupnému vybavení v minulosti možné. Právě a teprve trojrozměrným zobrazením dostává nejen správce výsledného díla, ale též každý z účastníků jeho výstavby významný nástroj umožňující vzájemnou koordinaci, ať již se pod tím pojmem skrývá cokoli v jakémkoli životním cyklu dané stavby.

Dle dostupných informací je průměrné rozdělení nákladů během životního cyklu stavby následující: na pořízení stavby včetně pozemků cca 23%; na provoz a údržbu cca 71% a na likvidaci cca 6%. Je zjevné, že zejména snížením nákladů na provoz a údržbu, což metoda BIM nepochybně přináší, dojdeme k výrazné úspoře.

Vzhledem ke zmíněným přínosům se danou problematikou zabývala i Vláda ČR. Ta svým usnesením č. 958 ze dne 2.11.2016 o významu metody BIM pro stavební praxi a návrh dalšího postupu pro její zavedení ustanovila Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR gestorem pro zavádění metodiky BIM do praxe v České republice. V současné době jsou na základě dohody mezi Státním fondem dopravní infrastruktury (SFDI) a Ředitelstvím silnic a dálnic ČR



(ŘSD) realizovány tři pilotní projekty, které však byly investorsky (a projekčně) připraveny klasicky a zpracovaná projektová dokumentace bude podkladem pro zadání BIM modelu.

Z hlediska stávající praxe běžné projekční kanceláře působící na českém trhu je ovšem nutno zmínit dvě úskalí:

- Daní za snížení nákladů ve fázi provozu daného objektu (viz výše) je zvýšení pracnosti ve fázi projektové přípravy. Zvýšení nákladů na projekt ve 3D oproti stávajícímu ve 2D lze v tuto chvíli jen těžko odhadnout, protože dosud není známa míra podrobnosti, jakou bude investor v ČR požadovat. Na rozdíl od budov pracují totiž projektanti liniových staveb s rozsáhlým územím a otázkou je, zda budoucí správce potřebuje znát souřadnice povrchu jednotlivých vrstev vozovky (nepochybně), detailní polohu křižujících inženýrských sítí (patrně ano) i přesné souřadnice například jednotlivých příkopových tvárnic (patrně nikoli). A právě s narůstající přesností modelu geometricky rostou náklady na jeho zpracování; v extrémní podobě lze odhadnout i 10-ti násobný nárůst nákladů oproti klasické projekci ve 2D.
- Stávající praxe veřejných obchodních soutěží v ČR obvykle považuje za střet zájmů, pokud nějaký projektant zpracovává několik následujících stupňů projektové dokumentace za sebou, není-li to celé investorem „vypsáno“ jako jediná zakázka. V ideálním případě tak jediný projektant zpracovává posloupnost od dokumentace pro územní rozhodnutí, přes dokumentaci pro stavební povolení a třeba až po dokumentaci pro zadání stavby. Ale stupně před a po této posloupnosti jsou již vždy dílem jiných kanceláří. Z hlediska metody BIM je však zásadní, aby finální model vznikl kontinuálně takřka již od prvních úvah až do realizace. A co víc, aby dokumentoval i skutečný stav tak, jak byl realizován. Dle stávající praxe objednává jednotlivé stupně projektové přípravy do okamžiku zadání stavby investor, poté přejde pořizování projektové dokumentace do gesce dodavatele. A ten v poslední době v zájmu snížit své náklady pohříchu velmi často se souhlasem investora řeší dokumentaci skutečného stavu pouze „tužkovými“ úpravami zakreslujícími případné změny například do dokumentace pro zadání stavby. V průběhu celého procesu projektové přípravy a realizace stavby tedy dochází k několika změnám projektanta. Lze se obávat, že zajistit za takových okolností kontinuitu modelu dle standardů BIM bude mimořádný (ne-li nespílitelný) úkol pro pracovníky investora!

A poznámka na závěr: Projekce dopravní stavby tak, aby vyhověla standardům BIM, tedy projekce ve 3D, nutně znamená nasazení odpovídajícího softwarového vybavení a tomu též odpovídající HW. A rovněž to znamená proškolené projektanty. Pro ty je však nutno zabezpečit plynulý přísun práce v režimu 3D, neboť odpovídající znalosti a dovednosti nepochybně u každého člověka při jejich nevyužívání v čase degradují. Sázka na 3D (BIM) je

tedy z hlediska projekční kanceláře v ČR vysoce nákladná a v tuto chvíli poměrně riziková. Nezbyvá než doufat, že se ušlechtilé záměry vlády ČR v oblasti BIM podaří naplnit.

1.4 Geodetické podklady

Podobně jako v případě násobného nárůstu efektivity projekční činnosti s masivním rozšířením PC a zejména grafických vektorových programů (AutoCAD apod.) došlo přibližně ve stejném období též ke skokovému zvýšení efektivity při pořizování geodetických podkladů pro projektování. Tento efekt způsobil zejména nástup „totálních stanic“ s navazující technologií zpracování v terénu pořízených dat právě na PC. A nedlouho poté „vstoupila do hry“ též letecká fotogrammetrie.

Zaměříme-li se pouze na pořizování vstupních podkladů pro projekci liniových dopravních staveb, pak je opět nutná krátká historická reminiscence. Ještě v poměrně nedávné době považoval každý zodpovědný projektant („zodpovědný“ z hlediska svého postavení v hierarchii projekčního týmu) za nezbytné být osobně účasten při pořizování geodetických podkladů pro daný projekt. Právě osobní detailní znalost stávajícího stavu, na kterou v současném režimu honby za minimalizací nákladů už není prostor, dokázala v mnoha případech optimalizovat navrhované řešení, či dokonce zabránit ještě větším škodám. Momentálně je tedy osobní znalost projektanta alespoň částečně kompenzována odborným dohledem zodpovědného geodeta. Přes veškerou automatizaci vyžaduje dokonalý geodetický podklad pro projekci liniové stavby velkou míru lidské činnosti při vyhodnocování strojově pořízených dat.

Samozřejmě i v případě vyhodnocování strojově pořízených dat pro účely projekce liniové silniční dopravní stavby by mohla být lidská činnost alespoň částečně nahrazena „strojovou inteligencí“, nicméně je patrně otázka nasazení nutné masivní investice do tohoto vysoce specializovaného segmentu geodézie především otázkou efektivity z hlediska tvůrců příslušných SW řešení. Přitom pro uplatnění takových řešení v prostředí geodetických kanceláří v ČR budou opět platit limity vyplývající z nedostatečného ocenění duševní práce (viz výše). A proto v ČR v dohledné budoucnosti nelze očekávat žádný další skokový posun v efektivitě této činnosti srovnatelný například s nástupem totálních stanic apod.

Jiná otázka může být pořizování vstupů pro projekci „rozměrově omezených“ objektů. Například budov, možná i mostů apod. Jedná se o technologii zpracování mračna bodů, ať již bylo ono mračno pořízeno jakoukoli technologií. Do této oblasti patří též tzv. 3D skenování. Příklady využití těchto technologií jsou již i v ČR poměrně hojné. Zejména se osvědčily při rekonstrukci objektů, či obecně všude tam, kde je nutno vycházet ze stávajícího stavu jakýchkoli „útvárů“ vytvořených lidskou činností; tedy nejen budovy, ale též například zemníky, kamenolomy, hráze apod. Zde lze v dohledné době očekávat nejen další

technologický posun, ale též masivní rozšíření nasazení těchto technologií do běžné projekční praxe.

1.5 Oběh dokumentů v rámci procesu výstavby (Common Data Environment)

Jak již bylo zmíněno v úvodu této práce, součástí činnosti konzultačních kanceláří je též poskytování služeb objednateli ve formě zabezpečení technického dozoru investora. V současné době je v ČR i na Slovensku tato služba při výstavbě dálniční a silniční infrastruktury realizována v rámci veřejných zakázek primárně „státních“ investorů, tedy „Ředitelství silnic a dálnic ČR“ (ŘSD), „Národnej dálničnej spoločnosti“ (NDS) a „Slovenskej správy ciest“ (SSC), v menším rozsahu pak investorů jednotlivých krajů apod. Technologický pokrok v této oblasti stojící před všemi účastníky výstavby nepochybně spočívá v digitalizaci všech dokumentů souvisejících s výstavou, jakož i v nastavení systému jejich dokumentovaného oběhu. A samozřejmě součástí bude též elektronický stavební deník, jakož i všechny další návazné systémy (dokumentace geodetického zaměření, certifikáty shody použitých stavebních materiálů a prvků, protokoly tlakových a zatěžovacích zkoušek apod.), které budou v rámci procesu BIM v konečném důsledku součástí strukturované databáze navázané na 3D model příslušné stavby.

Vesměs všechny konzultační a inženýrské kanceláře v ČR, jakož i velké dodavatelské firmy, jsou na nasazení výše specifikovaných technologií a procesů připraveny a naopak se nejrůznějšími způsoby snaží jejich uplatnění urychlit. Motivem je zejména jednoznačná a nezpochybnitelná definice odpovědností, jak odpovídá systému řízení kvality (ISO 9001), které mají tyto organizace zavedeny. Pro soukromé investory, kterých je však v oblasti výstavby silniční infrastruktury minimum, je nasazení této technologie již běžným standardem. Stojí za zamyšlení, proč přes existenci celé řady komerčních řešení, z nichž řada je ověřena nasazením na často velmi významných dopravních stavbách i v jiných zemích EU, a/nebo jsou lokalizovány či přímo pro ČR vyvíjeny, připravuje státní investor v ČR vlastní řešení. To je prozatím zaměřeno především na kontrolu a dokumentaci převážně okrajových jevů (viz výše), zatímco dokumentace oběhu klíčových dokladů souvisejících s výstavbou, jakož i elektronický stavební deník, zůstávají v nedohlednu.

1.6 Vizualizace staveb

Opět poněkud zkratkovitý název zahrnuje všechny oblasti, které mají společný cíl v propagaci připravovaných staveb silniční infrastruktury. V současnosti se zde snoubí aktuální progresivní vývoj hned v několika oblastech: zobrazení „stávajícího stavu“, digitalizovaná projekce připravovaného inženýrského díla, model díla ve 3D zpracovaný projektanty, programové vybavení související s pokroky v herním a filmovém průmyslu a vysoký výpočetní výkon. Výsledkem této symbiózy jsou velmi realisticky působící „vizualizace“ jednotlivých staveb, které, opatřeny příslušným komentářem, pomáhají seznamovat odbornou i laickou

veřejnost s připravovanými stavbami. Tyto vizualizace jsou pak prezentovány v regionálních televizích, umístěny na webu investora apod.

Dnešním standardem je „průlet nad stavbou“, ale existují již i interaktivní aplikace, v nichž se může zájemce pohybovat dle vlastního uvážení. V návaznosti na výše zmíněnou metodu BIM bude možno zobrazovat daleko větší množství informací, nicméně zde se jedná spíše o přístup pro odborníky. Z hlediska nejbližší budoucnosti lze předpokládat průnik „rozšířené reality“ a „virtuální reality“ i do této oblasti.

Specifikem výše naznačených řešení v běžné projekční praxi je otázka, zda tvůrcem příslušných výstupů mají být specializovaná firma orientovaná na počítačovou grafiku, či samy projekční kanceláře připravující danou stavbu. Každé z těchto řešení má své výhody a nevýhody. Specializované grafické firmy mohou při tvorbě daného produktu využít větší znalosti a zkušenosti svého personálu s počítačovou grafikou v kombinaci s příslušným nejmodernějším SW vybavením a odpovídajícím HW s potřebným výpočetním výkonem. To vše umožní vlastní zpracování vizualizace za nižší cenu, kterou však vyrovnají náklady na nutnou úpravu a interpretaci podkladů vyexportovaných projekční kanceláří. Naopak obdobný výstup z projekční kanceláře bude bez nutnosti předávání a transformace vstupních dat a se zázemím technicky odborného personálu patrně více odpovídat skutečnému finálnímu řešení, avšak vzhledem k nižšímu využití speciálního SW a HW bude nákladová cena takové díla vyšší. Zřejmě až budoucnost ukáže, která cesta se prosadí trh se zdravou nabídkou i poptávkou.

1.7 Systémy hospodaření s pozemními komunikacemi

Díky měnícímu se pohledu společnosti na mobilitu (sdílená ekonomika, iniciativa města s dobrou adresou apod.) a novým technologiím (nastupující uplatnění autonomních vozidel, zvyšující se nasazení ITS a IT apod.) bude potřeba přizpůsobit se těmto změnám.

Po roce 2021 dojde k razantnímu snížení podpory z EU na výstavbu a údržbu dopravní infrastruktury v ČR, v porovnání s obdobím let 2004 až doposud. Z toho důvodu bude stoupat potřeba na optimalizaci využití národních zdrojů pro tyto účely.

S tím souvisí i větší důraz na uživatele a schopnost správců obhájit před veřejností oprávněnost nákladů na údržbu objektů dopravní infrastruktury, což bylo zvoleno jako moto pro téma dopravní infrastruktury na připravovaném XXVI. světovém silničním kongresu: The story not always well told: the infrastructure preservation. Do budoucna bude stoupat význam pohledu uživatele a tudíž i váha uživatelských nákladů, které se doposud v systémech hospodaření příliš nezohledňovaly.

Stejně tak bude stoupat požadavek na provázání jednotlivých systémů hospodaření mezi sebou (vozovky, mosty, tunely, opěrné zdi, portály, ITS, dopravní značení apod.), nastavení jednotných klíčových indikátorů pro různé systémy používané pro stejné účely na různých

úrovních správců pozemních komunikací, bude se zvyšovat význam kalkulace a uplatnění nákladů životního cyklu (LCCA), zahrnutí risk managementu do těchto systémů apod.

Pro účely rozhodování o údržbě a plánování zásahů se budou vyžadovat přesnější podklady, které budou sestaveny na základě kombinace pravidelného sběru proměnných parametrů, jednorázové cílené podrobné diagnostiky stavu, ale čím dál ve větší míře také informací z průběžného monitorování stavu infrastruktury, např. mostů pomocí komplexních systému zahrnujících zabudované snímače, osazené detektory apod.

1.8 Údržba pozemních komunikací

Požadavky norem a technických předpisů se většinou vztahují k novostavbám a zřizování/osazování nových vrstev/prvků. V případě údržby se často vyžaduje individuální přístup.

Se vzrůstajícími požadavky na účinnost údržby a životnost staveb se bude vyžadovat uplatnění nových materiálů a technologií a optimalizace prací a postupů, které zajistí provoz na pozemních komunikacích bez znatelných omezení pro uživatele, podporující myšlenku vozovek s dlouhou životností.

Rostoucí budou také požadavky na snížení dopadů na životní prostředí, ve vazbě na recyklaci, nakládání s odpady, snížení hluku, vibrací a prašnosti souvisejícími s provozem na pozemních komunikacích.

Větší pozornost bude věnována zvýšení efektivnosti v těch oblastech, které vyžadují zvýšené náklady a mající zásadní dopad na zajištění plynulosti a bezpečnosti provozu, například zimní údržbě.

Také se budou zvyšovat nároky na dokumentaci provedených prací v systémech hospodaření pro účely sledování efektivity konkrétních řešení, kvality jednotlivých zhotovitelů a plánování budoucích prací.



2 Identifikace vhodného uplatnění nových technologií a přístupů

2.1 Projektování ve 4D

V poslední době se v souvislosti s projekční přípravou stále častěji skloňuje heslo „4D“. Smyslem je do trojrozměrného modelu včlenit ještě čtvrtý rozměr - čas. Opět se z hlediska minulosti v ČR nejedná o převratně novou myšlenku, neboť již v letech cca 1996-2006 byl pro některé nejvýznamnější stavby realizované progresivními stavebními firmami zpracováván též tzv. „časoprostorový harmonogram“. Jednalo se o schéma, kde na jedné ose bylo staničení příslušné dálniční stavby a na druhé čas výstavby. Účelem bylo umožnit vedení stavby koordinaci jednotlivých činností a optimalizaci nasazení zejména nejdražších strojů a technologických celků.

Ono výše zmíněné heslo „4D“ přináší významnou inovaci v propojení 3D technologie projektování právě s hlediskem času. Času během výstavby, ale i času během provozování a konečně i během likvidace daného díla. Z tématu této práce vyplývá, že se dále budeme zabývat jen procesem výstavby.

Vnesení času výstavby do 3D modelu (BIM) znamená, že se vlastně jedná o jakousi nadstavbu využitelnou při vlastní výstavbě. Tedy o součást „realizační dokumentace“, zpracovávané na přímou objednávku stavební firmy provádějící vlastní realizaci díla. Přitom nejvýznamnější stavební firmy v ČR již v současnosti částečně využívají podklady ve 3D pro činnost některých stavebních strojů. Lze očekávat, že realizační dokumentace ve 4D bude v požadavcích realizačních firem na vybraných prostorově a technicky náročných stavbách následovat technologii ve 3D pouze s nevelkým časovým odstupem, neboť nepochybně má potenciál přinést firmám úspory nákladů vyplývající z optimalizace procesu výstavby.

2.2 Systémy hospodaření s objekty dopravní infrastruktury

2.2.1 Sběr proměnných parametrů na síťové úrovni

využití 3D technologií, umožňující měření při rychlosti jízdy, snaha spojit měření vícero parametrů dohromady v rámci jednoho měření či přejezdu měřicího vozidla, zvyšování přesnosti v lokalizaci naměřených dat, optimalizace rozsahu a tvaru ukládaných dat – technologie (Nondestructive Testing): profilometry, laserové skenování a směrové lasery, georadar, deflektometry, termografie, ultrazvuk, ... tyto technologie se stále zdokonalují, a jejich cena se snižuje.

2.2.2 Sběr parametrů na projektové úrovni

Nástroje pro správce PK pro výběr vhodné kombinace a rozsahu podrobné diagnostiky stavu na projektové úrovni, jako podkladu pro návrh technologie údržby/opravy/rekonstrukce – uplatnění pro různé objekty: vozovky, mosty, tunely apod.; přibývá různých diagnostických



metod a pro správce PK je čím dál obtížnější se orientovat v nabídkách různých dodavatelů – proto se zpracovávají vzorové příklady uplatnění, které se osvědčily pro konkrétní situace. Ty jsou pak k dispozici pro budoucí využití a pravidelně se aktualizují. Velký význam mají i negativní příklady, aby se tyto chyby neopakovaly, ale ty je obtížnější pro tyto účely získat.

2.2.3 Průběžné monitorování stavu konstrukcí

Mimo sledování klimatických vlivů (meteostanice), intenzity provozu (sčítače, kamery, WIM stanice) se budou čím dál více uplatňovat systémy se zabudovanými snímači, osazenými detektory apod., které informují a zaznamenávají aktuální stav konstrukce (Structural Health Monitoring). V některých případech tyto systémy slouží také jako varovný systém, který může odhalit formující se poruchu a zabránit tak poškození sledované stavby (mostu, tunelu, zdi), případně umožnit včasný a ekonomický zásah. Tyto systémy sledují různé parametry jako: teplota, deformace, napětí, akustické signály, změny v elektromagnetickém poli apod. Některé z nich již nepotřebují ke spojení s ústřednou kabely, přenos dat se provádí na dálku v pravidelných intervalech, výstupy jsou často přístupné přes internet v přehledných aplikacích. Se snižující se cenou těchto systémů a softwarů pro jejich správu bude možné je aplikovat i na méně významných stavbách.

2.2.4 Predikce vývoje a risk management

Se vzrůstajícím množstvím a kvalitou vstupů bude možné v rámci systémů hospodaření provádět podrobnější a přesnější analýzy možného vývoje stavu, což by mělo přinést přesnější předpověď z hlediska životnosti jednotlivých částí staveb, což umožní také přesnější stanovení potřebných nákladů a jejich rozložení v čase. Stále více se v systémech hospodaření bude uplatňovat risk management, který s predikcí vývoje stavu ve vazbě na okolní podmínky musí počítat také. Je zde prostor pro uplatnění různých metod modelování a simulace různých situací, např. požáru v tunelu ve vazbě na evakuační scénáře, náraz vozidla do pilíře mostu apod.

2.2.5 Optimalizace a plánování

Pouze informace o objektech dopravní infrastruktury, jejich stavu a předpokládaném vývoji, technologiích údržby a jejich cenách nestačí, je potřeba pracovat s těmito daty ve vazbě na jednotlivé rozpočty správců, programy zaměřenými na udržitelnost dopravní infrastruktury apod. Optimalizační moduly v systémech hospodaření získají na významu, budou do nich plně začleněny analýzy nákladů životního cyklu (LCCA) a podobné nástroje kalkulující předpokládanou potřebu prostředků na správu objektů dopravní infrastruktury. Bez střednědobého a dlouhodobého plánování není možné zajistit udržitelnost stavu dopravní infrastruktury. Do budoucna bude také stoupat význam pohledu uživatele a tudíž i váha uživatelských nákladů, které se doposud v systémech hospodaření příliš nezohledňovaly (časové ztráty, materiální ztráty, ztráty z dopravních nehod).



2.2.6 BIM

V poslední době se hodně mluví o zavádění BIM, ale z hlediska údržby bude potřeba do budoucna rozhodnout vazbu či způsob začlenění nebo vztahu mezi systémy hospodaření, tak jak je známe dnes (např. pro vozovky či mosty), a BIM. Zřejmě v první fázi budou muset tyto systémy spolupracovat a až následně bude možné provést něco jako jejich sloučení.

2.2.7 Propojení jednotlivých systémů hospodaření z hlediska plánování

Se zvyšující se složitostí systémů a technologií osazených na PK a zvyšujícími se požadavky uživatelů bude růst význam koordinace při plánování prací, zásahů, uzavírek, omezení apod. Nejde přitom jen o systémy týkající se objektů dopravní infrastruktury, ale také o inženýrské sítě, ITS, internet atd. Pro tyto účely budou muset být nastavena jasná pravidla, zodpovědnosti a potřebné nástroje.

2.3 Údržba a stavba pozemních komunikací

2.3.1 Nové materiály a technologie

Do budoucna se budou preferovat materiály pro provádění údržby s vylepšenými mechanicko-fyzikálními vlastnostmi (pevné, elastické, lehké, odolné vůči vodě a agresivním látkám, odolné proti extrémně nízkým a vysokým teplotám, snášející zvýšené provozní zatížení, vynikajícími elektrické i elektromagnetické vlastnosti); v praxi se začne rozšiřovat úprava či náhrada části pojiv, možnost aplikace za méně vhodných podmínek, používání nových přísad pro dosažení lepších parametrů materiálů (uplatnění rejuvenátorů, vláken a jiných výztužných prvků, vosků, biosložek, nanomateriálů ovlivňujících chemické vlastnosti apod.) a materiálů se speciálními vlastnostmi, které se v současné době ověřují, zajišťující samočistící (self-cleaning) a samo-uzdravující (self-healing) funkci; hlavním smyslem všech těchto úprav, které se týkají stejně tak i novostaveb, je dosažení lepších provozních parametrů, snížení frekvence zásahů a zvýšení životnosti jednotlivých staveb. Za tímto účelem se budou dále rozvíjet také prostředky sekundární ochrany, např. impregnace, penetrace, nátěry aplikované na povrchu staveb.

2.3.2 Optimalizace prací a postupů

Optimalizace z hlediska časového se týká zajištění návaznosti jednotlivých kroků údržby, ve vazbě na provádění příslušných technologických celků, přičemž se uplatní možnosti moderního strojního vybavení (v souladu s vizí Průmysl 4), umožňující např. práci na celou šířku jízdního pruhu, zajišťující on-line kontrolu průběhu prováděných prací ve 3D atd.; v případě potřeby výrazného zkrácení času údržby se budou používat speciální materiály a technologie, např. rychletuhnoucí beton, studené asfaltové směsi, či prefabrikáty; řada operací se dá urychlit také tím, že se na potřeby údržby myslí už ve stádiu výstavby (koncept: Maintenance by design), např. z hlediska optimalizace rozmístění míst pro otáčení vozidel



údržby, zřizování míst pro skladování materiálu či určení stavebních celků, které budou přednostně tvořeny prefabrikáty, které bude možné snadno demontovat a znovu osadit; v případě, že je k dispozici vícero variant možného zásahu bude se při volbě vhodné technologie údržby vycházet z výsledků vícekritériální analýzy s využitím výstupů ze systémů hospodaření (AMS), viz výše.

2.3.3 Long-life-koncept

Pokud se bude v budoucnu více prosazovat myšlenka vozovek s dlouhou či dokonce nekonečnou životností (Long-life pavement, Forever Open Road) promítne se to do zvýšených požadavků a nákladů na výstavbu, což by ale mělo mít následný pozitivní dopad na nižší nároky na údržbu – v případě vozovek by se opravy měly týkat zejména horních vrstev krytu vozovky a jejich povrchů. Aby to bylo možné, je nutné změnit dosavadní přístup, kdy pořizovací náklady mají stále rozhodující vliv. Tento koncept se lépe prosazuje u projektů PPP (Public private partnerships), kde dochází ke spolupráci veřejného a soukromého sektoru.

2.3.4 Snížování dopadů na životní prostředí

Jde zejména o postupné snižování využití přírodních zdrojů, zvyšování podílu recyklace a omezování dopadů provozu na pozemních komunikacích na člověka a přírodu; uplatnění R-materiálu do různých vrstev vozovek se zvyšuje, týká se to jak kameniva do asfaltových a nestmelených vrstev, tak do betonů; snaha je, aby nedocházelo k podřadnému využívání materiálů a aby se zajistila co nejvyšší kvalita a homogenita recyklátu; zpřísnovat se bude také politika ohledně definování odpadů a podmínek pro jejich ukládání na skládkách; další nosná témata jsou snížení hluku, vibrací a prašnosti souvisejícími s provozem na pozemních komunikacích; budou se optimalizovat protihluková opatření, preferovat se budou takové vrstvy a povrchy vozovek, které budou zajišťovat trvalejší snížení hlučnosti, delší životnost a nižší potřebu jejich čištění; bude pokračovat optimalizace tvaru a rozmístění protihlukových stěn a dalších opatření snižujících hlučnost, zejména v obydlených oblastech.

2.3.5 Zimní údržba

Jde o specifický typ činností, který v klimatických podmínkách ČR tvoří význačný podíl na celkových nákladech na údržbu; tato činnost vyžaduje v zimním období nepřetržitý 24hodinový režim, monitoring aktuálního stavu na pozemních komunikacích a operabilitu při nasazení strojního vybavení (sypačů a pluhů); každé zlepšení umožňující získat konkrétnější informaci o stavu povrchů vozovek, umožňující přesnější předpověď vývoje stavu v budoucích hodinách, optimalizaci nasazení techniky, zvýšení účinnosti a snížení spotřeby posypového materiálu umožní zajištění lepšího servisu pro veřejnost, zvýšení bezpečnosti provozu a snížení nákladů; i když se v ČR této problematice věnuje značná pozornost, stále je prostor pro zlepšení.

2.3.6 Informace v systémech hospodaření

Se vzrůstajícími požadavky na dokumentování vývoje stavu porostou také požadavky na zanášení informací souvisejících s údržbou dopravní infrastruktury do systémů hospodaření (AMS), a to pro všechny úrovně správců (stát, kraj, obce) - od informací o vyskytujících se poruchách, výsledcích diagnostiky, přes výběr vhodného technického řešení, návrh projektu, kalkulace nákladů, výběr zhotovitele až po zdokumentování skutečného provedení a uvedení okolností, které by mohly mít vliv na životnost konstrukcí; tyto informace jsou podstatné pro správce pozemních komunikací, zejména pro následné činnosti a plánování, nehledě na možnosti statistického vyhodnocení a sledování efektivity konkrétních řešení a kvality jednotlivých zhotovitelů. Zpracované vzorové příklady provedení údržby umožní rozšíření ověřených řešení.

2.3.7 Práce se společenskými parametry v systémech hospodaření

Netechnické, společenské aspekty ve formě „společenských zisků a nákladů“ se stávají stále důležitějšími a požadovanějšími kritérii v procesu hodnocení různých strategií údržby na silniční síti. Správci sítí potřebují prezentovat efekt svých politik a strategií údržby jak na úrovni technických, tak společenských dopadů. Integrace společenských „výkonových parametrů“ hodnocení strategií údržby tak může znamenat podstatný krok k implementaci moderního systému hospodaření podle nejaktuálnějších trendů.

Kontrakty založené na sledování kvalitativních parametrů (Performance based contracts) jsou běžné obzvláště v oblasti PPP projektů. Obvykle jsou založeny na sledování úrovně služby (výkonu) popisem hraničních hodnot technických parametrů (například hodnota parametru IRI nebo MPD a počet přípustných překročení dané prahové hodnoty). Za nezachování úrovně služby a jakékoliv narušení plynulosti dopravy (v důsledku jak neplánovaných, tak plánovaných zásahů na komunikaci) je pak kontraktor signifikantně pokutován. Tímto způsobem jsou konstruovány kontrakty podle šablony Světové banky (Request for Bids Roads -- Output and Performance-Based Road Contracts, The World Bank 2017).

V současné době je většina procesů systémů hospodaření, které zahrnují kalkulace benefitů, založena na technickém přístupu představovaném technickými parametry a klíčovými ukazateli výkonosti (KPI) popisujícími stav a „výkonnost“ majetku. Společenské ztráty (náklady) a přínosy obvykle nejsou brány v úvahu. V rámci rozšíření holistického přístupu k PMS je začlenění společenských benefitů vhodné, pokud je implementovatelné do stávajících systémů hospodaření a pokud přispívá v rozhodovacím procesu o nejlepší strategii údržby sítě na úrovních technických, podpory rozhodování i politických.

Pro implementaci lze navrhnout aplikaci následujících společenských kritérií v hodnocení strategií údržby



- Dostupnost sítě a její omezení (dojezdový čas, spolehlivost služby, vozidlové náklady, atd.)
- Bezpečnost (nehody se smrtelnými a vážnými následky způsobenými stavem majetku, stav konstrukcí, apod.)
- Životní prostředí (hluk, znečištění ovzduší, režim ochrany přírody, apod.)

Kalkulace různých společenských dopadů jednotlivých projektů údržby nebo celého plánu musí být vyjádřena peněžními hodnotami, což umožňuje kombinovat společenské kritéria s kritérii technickými.

Efekt, vyjádřený společenskými úsporami a společenskými náklady, je základem hodnocení každé navrhované opravy. Pro ohodnocení projektu tímto společenským hodnocením je nutné srovnat úspory a náklady a spočítat jejich peněžní ekvivalent. Společenský efekt je souhrnem společenských dopadů v důsledku opravy (staveniště) a dlouhodobých dopadů uvažujících zlepšení vlastností vozovky. Tato peněžní hodnota může být buď pozitivní nebo negativní. V případě pozitivní hodnoty převažují společenské přínosy nad náklady. Bez ohledu na algebraické znaménko musí být provedeno zhodnocení společenských úspor a nákladů pro každý jednotlivý projekt údržby a kumulativně je vyhodnotit pro celou síť a celé sledované období. Tímto způsobem je pak možné srovnávat nejen jednotlivé opravy, ale i rozdílné scénáře údržby.

Výběr adekvátního modelu řešení kalkulace netechnických parametrů by měl být založený na široké odborné diskusi. Současné literatura z celého světa sice nabízí množství příkladů, přesto je důležité, aby aplikace řešení respektovala tyto požadavky:

- Vstupní parametry jsou dostupné
- Model není příliš složitý
- Model je prakticky implementovatelný do reálného systému hospodaření
- Model používá ověřené korelace a může být upravován a kalibrován za použití známých lokálních dat
- Model popisuje společenské parametry vhodnou, sdílitelnou formou

Určená společenská kritéria musí být spočítána pro každou jednotlivou opravu v průběhu celého životního cyklu, dále je potřeba sečíst výsledky v jednotlivých úsecích v rozsahu celé sítě a spočítat výsledek navržené strategie v celé uvažované síti.

Na základě výsledků projektu ISABELA i evropských zkušeností by společenská kritéria měla být používána výhradně k porovnávání různých strategií údržby a měla by pomáhat administrativě ve vizualizaci a verbalizaci potřeby investic do infrastruktury. Rozhodování o technologiích oprav na úrovni jednotlivých úseků by mělo být stále založeno na technických parametrech.

Obrovský potenciál má použití uvažovaného globálního prediktivního modelu dopravy jako zdroje vstupních informací aplikovatelných ve společenských parametrech – dojezdové doby v různých situacích, odolnost infrastruktury při velkých uzavírkách, narušení dopravní obslužnosti, riziko tvorby kolon apod.

Strategické užití společenských kritérií může nabídnout nástroje nejen pro hodnocení sítě, ale i pro kvalitativní porovnávání různých regionů, státní a krajské sítě apod. Navíc mohou být společenská kritéria jako míra nehodovosti, čas ztracený v kolonách apod. použita pro definici úrovně poskytované služby, prahových hodnot a cílů. Na základě společenských parametrů může být také vyhodnocována citlivost (odolnost) sítě například v případě uzavírky v místě, které nemá dostupnou nebo jen kapacitně limitovanou alternativu.

2.3.8 Výměna a sdílení dat

Již v dnešní době generují různé systémy velké množství dat, které nejsou dále zpracovávány ani sdíleny. Všechny více zmiňované systémy včetně čidel přímo ve vozidlech mohou významným způsobem přispět k budování digitálního otisku reality, který v případě že bude budován a sdílen, poskytne budoucím samoučícím se algoritmům obrovskou datovou základnu.

Krokem 0 by mělo být poskytování co nejpřesnějších dat o infrastruktuře (mapy, výškové poměry, vybavení komunikace...) asistenčním systémům vozidel.

V dalším kroku by se měla vydefinovat sada dat, která půdou opačným směrem a budou on-line aktualizovat centrální datový sklad aktuálními charakteristikami (například daty z brzných systémů vozidel)



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



3 Závěr

Matriál se pokouší zamyslet nad technologickým a procesním vývojem po roce 2020 na základě jak probíhajících společenských změn, tak sledovaného technického vývoje v oblasti silniční infrastruktury. Jeho cílem je také vytvořit „zásobník“ oblastí, které budou podrobněji a konkrétněji prostudovány v následující etapě.



4 Seznam zdrojů

- 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, 2017
- konference: Aktuální otázky správy a údržby pozemních komunikací 2018
- konference: Dopravní infrastruktura 2018
- konference: Pozemní komunikace 2018
- konference: Asfaltové vozovky 2017