

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Optimalizace řízení silniční dopravy na dálnicích v České republice
s využitím inteligentních dopravních systémů

Diplomová práce

2022

Bc. Jiří Pfeifer

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jiří Pfeifer**
Osobní číslo: **D20619**
Studijní program: **N1041A040008 Technologie a management v dopravě**
Specializace: **Technologie a řízení dopravy**
Téma práce: **Optimalizace řízení silniční dopravy na dálnicích v České republice s využitím inteligentních dopravních systémů**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Zásady pro vypracování

Úvod

1. Doprava na dálnicích ČR
2. Inteligentní dopravní systémy
3. Návrh nových funkcionalit a jejich využití
4. Návrh rozsahu aplikace na dálnicích v ČR

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **50-60**
Rozsah grafických prací: **5-6**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

Zákon č. 361/2000Sb., o provozu na pozemních komunikacích ve znění pozdějších předpisů
SMĚRNICE 2010/40/EU [online]. 2010 [cit. 2021-9-20]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32010L0040>
Technické podmínky TP 188: Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací [online].
Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_188_2018.pdf

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Josef Bulíček, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce: **1. února 2022**
Termín odevzdání diplomové práce: **13. května 2022**

L.S.

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 2022

Prohlašuji:

Práci s názvem „Optimalizace řízení silniční dopravy na dálnicích v České republice s využitím inteligentních dopravních systémů“ jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 13. 05. 2022

Jiří Pfeifer

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi pomohli při psaní této diplomové práce. Zejména vedoucímu práce doc. Ing. Josefu Bulíčkoví, Ph.D za konzultace a věcné připomínky. Velké poděkování patří taktéž mé manželce a rodině za podporu při psaní práce a studiu.

ANOTACE

Předmětem diplomové práce Optimalizace řízení silniční dopravy na dálnicích v České republice s využitím inteligentních dopravních systémů je rozbor telematických systémů na dálnicích v České republice. Cílem této diplomové práce je návrh nových funkcionalit telematických zařízení a jejich využití při řízení dopravy. Závěrečnou částí je návrh rozsahu aplikace na dálnicích v České republice, spočívající v aplikaci telematických systémů na vybraném úseku.

KLÍČOVÁ SLOVA

dálnice, dálniční síť, dopravní telematika, dopravní informační síť, inteligentní dopravní systémy, telematika, telematická data

TITLE

Optimization of road traffic management on motorways in the Czech Republic using intelligent transport systems

ANNOTATION

The subject of the diploma thesis Optimization of road traffic management on motorways in the Czech Republic using intelligent transport systems is analysis of telematics systems on motorways in the Czech Republic. The aim of this diploma thesis is to design new functions of telematics devices and their use in traffic management. The final part is a proposal for the scope of application on motorways in the Czech Republic, consisting in the application of telematics systems in a selected section.

KEYWORDS

motorways, motorway network, traffic telematics, traffic information network, intelligent transport systems, telematics, telematics data

OBSAH

SEZNAM ILUSTRACÍ	9
SEZNAM TABULEK.....	11
SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK.....	12
ÚVOD	16
1 DOPRAVA NA DÁLNICÍCH ČR	18
1.1 Přeřazení rychlostních silnic do kategorie dálnic.....	19
1.2 Seznam dálnic	19
1.3 Charakteristika předávání informací (značení a číslování dálnic)	20
1.3.1 <i>Neproměnné svislé dopravní značení</i>	20
1.3.2 <i>Hranolové dopravní značky</i>	22
1.3.3 <i>Proměnné dopravní značení (PDZ) a zařízení pro provozní informace (ZPI)</i>	24
1.4 Provoz a údržba dálnic	27
1.5 Vybavení dálnic inteligentními dopravními systémy (ITS)	29
2 INTELIGENTNÍ DOPRAVNÍ SYSTÉMY (ITS)	31
2.1 Telematická zařízení pro sběr dat a sledování charakteristik dopravy.....	32
2.1.1 <i>Automatické sčítače dopravy (ASD)</i>	33
2.1.2 <i>Vysokorychlostní vážení vozidel (WIM)</i>	34
2.1.3 <i>Systémy sledování obsazenosti parkovišť</i>	36
2.1.4 <i>Intrusivní detektory dopravy</i>	38
2.1.5 <i>Neintrusivní detektory dopravy</i>	39
2.2 Telematická zařízení a systémy pro dohled a informace	40
2.2.1 <i>Kamerové systémy</i>	42
2.2.2 <i>Silniční meteorologické stanice (SMS)</i>	43
2.2.3 <i>Měření úsekové rychlosti (MÚR)</i>	44
2.2.4 <i>Zařízení pro provozní informace (ZPI)</i>	47
2.3 Telematická zařízení a systémy pro zabezpečení infrastruktury a nouzové prvky	49
2.3.1 <i>Dálniční informační systém SOS</i>	49
2.3.2 <i>SOS hlásky</i>	50
2.3.3 <i>Rozvaděče DIS MX/SX</i>	51
2.4 Telematické systémy pro výběr poplatků za užití dálnice	52
2.4.1 <i>Telematický systém pro úhradu a kontrolu časového poplatku (mýtné)</i>	52
2.4.2 <i>Telematický systém pro úhradu a kontrolu výkonového poplatku (mýtné)</i>	53
2.5 Telematické systémy pro řízení dopravy	54
2.5.1 <i>Liniové řízení dopravy (LRD)</i>	54

2.5.2	<i>Kooperativní systém (C-ITS)</i>	55
3	NÁVRH NOVÝCH FUNKCIONALIT A JEJICH VYUŽITÍ	56
3.1	Dálniční informační systém DIS-SOS	56
3.2	Optimalizace sběru dat z ASD	56
3.2.1	<i>Typy telematických zařízení určených pro sčítání dopravy</i>	58
3.2.2	<i>Cíl návrhu optimalizace sběru dat z ASD</i>	58
3.2.3	<i>Návrh způsobu a četnosti vyčítání dat</i>	60
3.2.4	<i>Úpravy a implementace jednotlivých technologií</i>	61
3.2.5	<i>Vybudování virtuálního DIS serveru</i>	66
3.2.6	<i>Implementace jednotného rozhraní na straně DIS serverů</i>	66
3.2.7	<i>Jednotné komunikační rozhraní pro sběr dat z ASD</i>	66
3.3	Detekce jízdy v protisměru	67
3.3.1	<i>Frekvenční modulovaný kontinuální radar (FMCW Radar)</i>	68
3.3.2	<i>Implementace detekce jízdy v protisměru</i>	70
3.4	Sledování obsazenosti parkovišť na odpočívkách.....	70
3.4.1	<i>Doplnění modulu provozních a cestovních informací (TTI)</i>	71
3.4.2	<i>Rezervační systém</i>	72
3.5	Návrh úprav a nových funkcionalit liniového řízení dopravy (LŘD)	73
3.5.1	<i>Model s následnou simulací</i>	74
3.5.2	<i>Doplnění detekce na nájezdech a sjezdech</i>	74
3.5.3	<i>Nové funkcionality</i>	75
3.6	Kooperativní inteligentní dopravní systém (C-ITS) - rozvoj	77
3.6.1	<i>Legislativní rámec</i>	77
3.6.2	<i>Rozvoj pilotního projektu</i>	78
4	NÁVRH ROZSAHU APLIKACE NA DÁLNICÍCH V ČR	79
4.1	Dopravní význam stavby 0311 Třebonín – Kaplice nádraží.....	79
4.2	Umístění a popis stavby 0311 Třebonín – Kaplice nádraží.....	80
4.3	Prvky ITS pro stavbu 0311 Třebonín – Kaplice nádraží.....	81
4.4	Aplikace prvků ITS pro stavbu 0311 Třebonín – Kaplice nádraží.....	81
4.4.1	<i>Dálniční informační systém (DIS)</i>	81
4.4.2	<i>SOS hlásky</i>	83
4.4.3	<i>Automatické sčítače dopravy (ASD)</i>	84
4.4.4	<i>Meteostanice SMS</i>	85
4.4.5	<i>Kamerový dohled</i>	86
4.4.6	<i>Informační portály a zařízení pro provozní informace</i>	88
4.4.7	<i>Kooperativní systém (C-ITS)</i>	89

4.5 SSÚD Kaplice	89
ZÁVĚR	92
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....	94
SEZNAM PŘÍLOH.....	98

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obr. 1	Mapa české dálniční sítě	18
Obr. 2	Dopravní značka IZ 1a Dálnice.....	21
Obr. 3	Označení dálnice D5	21
Obr. 4	Návěst před křižovatkou (IS6a)	21
Obr. 5	Návěst před křižovatkou (IS6a)	22
Obr. 6	Dálková návěst se vzdálenostmi (IS 8b)	22
Obr. 7	Hranolové dopravní značky	23
Obr. 8	Volně programovatelné proměnné informační značky	24
Obr. 9	Variable Message Sign (VMS)	25
Obr. 10	Samostatné PDZ	26
Obr. 11	Digitální teploměr.....	27
Obr. 12	Rozmístění a působnost SSÚD.....	28
Obr. 13	Vybavení dálnice ITS používaných v ČR	29
Obr. 14	Struktura ITS	31
Obr. 15	Technologie celek ASD s PDZ a ZPI.....	34
Obr. 16	WIM System.....	35
Obr. 17	Inteligentní parkovací systém ITP	37
Obr. 18	Indukční smyčky	38
Obr. 19	Magnetický detektor	38
Obr. 20	Dopplerův radar, ultrazvuk a pasivní infračervená technologie.....	39
Obr. 21	Dálniční video-detekční systém	40
Obr. 22	Národní dopravní informační centrum (NDIC).....	42
Obr. 23	Dálniční pevná kamera	42
Obr. 24	Silniční meteorologická stanice, PDZ a digitální teploměr.....	43
Obr. 25	Vozovkové senzory	44
Obr. 26	Měření úsekové rychlosti (MÚR).....	45
Obr. 27	Začátek měření úsekové rychlosti (MÚK)	45
Obr. 28	Konec měření úsekové rychlosti (MÚK)	46
Obr. 29	Variable Message Sign (VMS).....	47
Obr. 30	Informační vozík	48
Obr. 31	Softwarová struktura DIS-SOS	49
Obr. 32	SOS hláška tunelová.....	50

Obr. 33	SOS hláska trasová	50
Obr. 34	Rozvaděč MX/SX.....	51
Obr. 35	Portál liniového řízení dopravy	54
Obr. 36	Současný stav sběru dat z lokalit ASD.....	57
Obr. 37	Obecná architektura optimalizovaného prostředí sběru dat	59
Obr. 38	Cílový stav sběru dat z lokalit ASD	60
Obr. 39	Značka STOP-PROTISMĚR.....	67
Obr. 40	VMS – jízda v protisměru	68
Obr. 41	FMCW Radar – jízda v protisměru	69
Obr. 42	FMCW Radar – graf rozsahu systému	70
Obr. 43	Součastné liniové řízení na SOKP	73
Obr. 44	Dálnice D3 stavba 0311 Třebonín - Kaplice	79
Obr. 45	Umístění stanice ASD	84
Obr. 46	Typové umístění meteostanice	86

SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Aktuální stav jednotlivých dálnic.....	20
Tab. 2	Měření indukčních smyček na D0 21,8 km	75

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

ADI	–	Aplikace pro dopravní inženýry
AETR	–	Evropská dohoda o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě
API	–	Jednotné programové rozhraní
APN	–	Jednotný přístupový bod
ASD	–	Automatický sčítač dopravy
CAM	–	Zpráva o spolupráci (z anglického názvu Cooperative Awareness Message)
CCTV	–	Uzavřený televizní okruh (z anglického názvu Closed Circuit Television)
C-ITS	–	Kooperativní inteligentní dopravní systém
C-ROADS	–	Inteligentní dálnice
CSD	–	Celostátní sčítání dopravy
ČMI	–	Český metrologický institut
DIS	–	Dálniční informační systém
DIS-SOS	–	Dálniční informační systém SOS
EZS	–	Elektronický zabezpečovací systém
FMCW	–	Frekvenčně modulovaný kontinuální radar (z anglického názvu Frequency-Modulated Continuous Wave Radar)
IP	–	Informační portál
ITP	–	Inteligentní parkování nákladních vozidel (z anglického názvu Intelligent Truck Parking)

ITS	–	Inteligentní dopravní systémy (z anglického názvu Intelligent transportation system)
IZS	–	Integrovaný zachranný systém
JSDI	–	Jednotný systém dopravních informací
JTR	–	Jednotné telekomunikační rozhraní
LŘD	–	Liniové řízení dopravy
MD	–	Ministerstvo dopravy
MÚR	–	Měření úsekové rychlosti
NDIC	–	Národní dopravní informační centrum
OBU	–	Vozidlová jednotka (z anglického názvu On-Board Unit)
PDZ	–	Proměnné dopravní značení
PPK-ITS	–	Požadavky na provedení a kvalitu inteligentních dopravních systémů na dálnicích a silnicích ve správě ŘSD ČR
RSU	–	Silniční jednotka (z anglického názvu Road Side Unit)
ŘSD	–	Ředitelství silnic a dálnic
RVU	–	Vozidlová jednotka (z anglického názvu Road Vehicle Unit)
SDP	–	Střední dělicí pás
SOIDS	–	Samostatné oddělení informačních a dopravních systémů
SOKP	–	Silniční okruh kolem Prahy
SMS	–	Silniční meteorologická stanice
SSÚD	–	Středisko správy a údržby dálnice
TEN-T	–	Transevropská dopravní síť

TTI	–	Provozní a cestovní informace pro kamiony (z anglického názvu Traffic and Traveller Information for Trucks)
UT	–	Úsek telematiky
VBV	–	Vozidlo za vozidlem (z anglického názvu Vehicle By Vehicle)
VMS	–	Proměnný informační portál (z anglického názvu Variable Message sign)
VPPIZ	–	Volně programovatelné proměnné informační značky
WAN ŘSD	–	Privátní celorepubliková datová síť ŘSD
WIM	–	Vysokorychlostní vážení vozidel (z anglického názvu weight-in-motion)
ZPI	–	Zobrazení provozních informací

ÚVOD

Česká republika má díky své strategické poloze významné postavení v evropském dopravním systému. Vzhledem k její poloze se stala součástí Transevropské dopravní sítě (TEN-T). TEN-T je síť silničních a železničních koridorů, mezinárodních letišť a vodních cest v Evropské unii. Prostřednictvím silniční dopravy je v České republice realizována většina přepravy zboží a osob. Dle ročenky vydávané Ministerstvem dopravy (MD), bylo v roce 2019 realizováno 75 % přepravních výkonů silniční dopravou (1). Autor záměrně uvádí rok 2019. Je to rok před vypuknutím pandemie způsobené onemocněním COVID-19, kdy během let 2020 a 2021 (covidové roky), došlo v důsledku restrikcí naopak k poklesu přepravních výkonů.

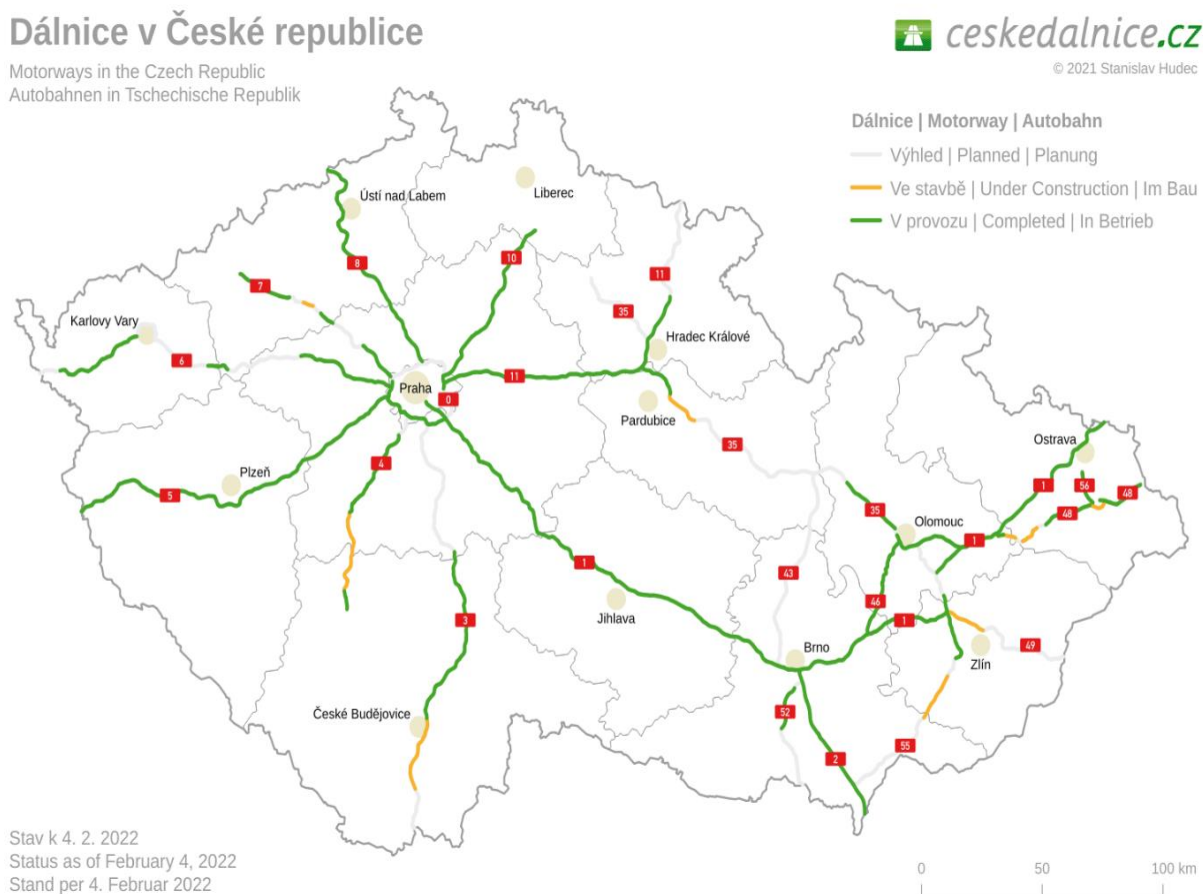
Během minulých šedesáti let došlo k téměř pětadvacetinásobku navýšení počtu evidovaných osobních automobilů a k téměř desetinásobku navýšení počtu nákladních automobilů. V roce 1920 čítal vozový park v tehdejší Československé republice (ČSR) podle údajů Sdružení automobilového průmyslu 3372 osobních, 2143 nákladních, 194 speciálních vozů a 1676 motocyklů a tříkolek. V roce 1925 jezdilo na území ČSR podle jedné z výzkumných zpráv Masarykovy univerzity již 12 850 osobních automobilů. Do roku 1930 narostl počet motorových vozidel na asi 100 500 a v roce 1936 jezdilo v ČSR celkem 200 282 motorových vozidel (2). V roce 2020 v České republice (předchozí historická data jsou uváděna v Československé republice), dle dopravní ročenky MD, čítal vozový park 6 049 255 osobních automobilů a 728 091 nákladních vozidel. Díky těmto nárůstům je nutností budovat, provozovat a udržovat dálnice v České republice, na kterých musí být zajištěno sledování a řízení dopravy tak, aby jízda po již vybudovaných dálnicích byla plynulá a bezpečná. Zabezpečení výstavby, modernizace, oprav, provozu a správy dálnic zajišťuje pro stát Ředitelství silnic a dálnic České republiky (ŘSD). ŘSD je státní příspěvková organizace zřízená Ministerstvem dopravy České republiky (MD).

Pro zabezpečení plynulé a bezpečné jízdy jsou na dálnicích v ČR instalovány telematické systémy, taktéž nazývány jako inteligentní dopravní systémy (ITS). V této diplomové práci je komplexně řešeno nasazení ITS a jejich použití. Jedná se o problematiku, která nebyla příliš zpracovaná, a proto se pro autora této diplomové práce stala motivací pro její zpracování. V současné době jsou ITS nepostradatelnou součástí dálnic, a to nejen v České republice. Na základě již zmíněné motivace a charakteristiky stávajících telematických zařízení na dálnicích v České republice s následným využitím pro řízení dopravy na dotčených úsecích dálnice je definován následující cíl této diplomové práce.

Cílem této diplomové práce je zhodnocení funkčnosti společně s návrhem nových funkcionalit ITS na dálnicích České republiky. Vedlejším cílem této diplomové práce je vytvoření podkladu pro studijní materiál, který se komplexně věnuje problematice ITS na dálniční síti v ČR.

1 DOPRAVA NA DÁLNICÍCH ČR

Dálnice je rychlostní komunikace pro silniční motorová vozidla. Je to nejvyšší typ pozemní komunikace provozované na území České republiky (3). Nejvíce využívána je pro dálkovou vnitrostátní a mezinárodní dopravu, a zpravidla se budují v hlavních přepravních směrech, aby nahradily nebo doplnily dosavadní pozemní komunikace (zpravidla silnice I. třídy), které jsou velmi vytížené. Oproti silnici je na dálnici povolena vyšší rychlost, kterou umožňují vyšší technické parametry. Na dálnicích je zakázán pohyb osob a je chráněna proti vniku zvířecí. Součástí dálnic jsou taktéž mosty, tunely, vjezdy a nájezdy. Mosty a tunely jsou budovány v kopcovitých územích pro hladší průjezd tímto územím. Celková délka dálnic v Česku je 1371 km a je nazývána jako dálniční síť viz Obr. 1.



Zdroj: (4)

Obr. 1 Mapa české dálniční sítě

Pro dálnice v České republice jsou zásadní dvě data. Je to 1. červenec 1967, kdy bylo založeno Ředitelství silnic a dálnic a 8. září 1967, kdy došlo k poklepnání základního kilometrovníku československých dálnic a k obnovení stavby dálnic (5).

Ředitelství silnic a dálnic ČR (ŘSD) je státní příspěvková organizace zřízená Ministerstvem dopravy ČR (MD). Základním předmětem činnosti organizace ŘSD je výkon vlastnických práv státu k nemovitostem tvořící dálnice a silnice I. třídy, zabezpečení správy, údržby a oprav dálnic a silnic I. třídy a zabezpečení výstavby a modernizace dálnic a silnic I. třídy (6).

1.1 Přeřazení rychlostních silnic do kategorie dálnic

Do prosince 2015 bylo v Česku v provozu 775 km dálnic a 463 km silnic pro motorová vozidla (tzv. rychlostních silnic). V lednu 2013 Ministerstvo dopravy navrholo aby došlo k přeřazení vybraných rychlostních silnic nebo jejich úseků do kategorie dálnic. Pozdějším rozšířením tohoto návrhu a následným schválením v roce 2015 bylo rozhodnuto, že naprostá většina rychlostních silnic přešla do kategorie dálnic. Realizace tohoto přeřazení byla dokončena k 1. lednu 2016. Síť dálnic byla tímto aktem rozšířena o 438 km. Nezařazené rychlostní silnice a 4 proudé silnice se středním dělicím pásem tvoří dnes kategorii silnic pro motorová vozidla s nejvyšší dovolenou rychlostí 110 km/h (6).

Před samotným přeřazením rychlostních silnic do kategorie dálnic došlo k doplnění vybavení rychlostní silnice tak, aby mohla být povýšena na dálnici dle zákona č. 361/2000 Sb., O provozu na pozemních komunikacích (3). Zejména se jednalo o doplnění zařízení zvyšující bezpečnost a zajišťující výběr poplatků za užití dálnice. V důsledku tohoto došlo k doplnění svodidel a instalaci ITS. Autor se podrobněji věnuje inteligentním dopravním systémům v kapitole 2. Inteligentní dopravní systémy (ITS).

1.2 Seznam dálnic

Celá dálniční síť se od roku 2021 skládá z 18 dálnic. Z toho 7 z nich je alespoň v částečném provozu. Plně dokončených je 5 z nich. Jsou to dálnice D2, D5, D8, D10 a D46. Před dokončením je dálnice D1 a D 56. D4 má všechny nedokončené úseky ve výstavbě (5). U všech dokončených dálnic pak probíhají nebo se plánují stavební úpravy (s výjimkou dálnice D2). Tyto úpravy souvisí se zkapacitněním a zvýšením bezpečnosti provozu. Aktuální stav jednotlivých dálnic je uveden v Tab. 1.

Tab. 1 Aktuální stav jednotlivých dálnic

Číslo dálnice	Název dálnice	V provozu (km)	Ve výstavbě (km)	Zbývá dokončit (km)	Celková délka (km)
0	D0	41		42	83
1	D1	367		10	376
2	D2	61			61
3	D3	69	28,4	102	168
4	D4	54	32	32	86
5	D5	151			151
6	D6	98		71	169
7	D7	49	6,1	33	82
8	D8	96			96
10	D10	71			71
11	D11	114		41	155
35	D35	76	14,7	134	210
46	D46	38			38
48	D48	37	21,8	42	79
49	D49	0	17,3	60	60
52	D52	17		28	45
55	D55	20	17,1	80	100
56	D56	12	2,2	2	14
	Celkem	1371	139,6	677	2044

Zdroj: Autor s využitím (6)

Dálnice D43 byla roku 2021 ze sítě dálnic vyřazena a nově je připravována jako kapacitní vícepruhová silnice I. třídy I/43. Do budoucna ŘSD plánuje použít označení pro komunikaci I/73. Tato dálnice měla propojit dálnici D1 s dálnicí D35. Začátek výstavby provázely dlouhodobé spory o trasování přes Brno a okolí. K dohodám nakonec nedošlo (6).

1.3 Charakteristika předávání informací (značení a číslování dálnic)

1.3.1 Neproměnné svislé dopravní značení

Dopravní informace, které jsou předávány neproměnnými svislými dopravními značkami, se v Česku řídí Vyhláškou Ministerstva dopravy č. 294/2015 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích (7). České dálnice se značí písmenem D a číslem. Pro označení dálnice se používá dopravní značka IZ 1a (Dálnice) viz Obr. 2.



Zdroj: (8)

Obr. 2 Dopravní značka IZ 1a Dálnice

Zpravidla se číslují podle silnice I. třídy, kterou nahrazují. To je důvodem, proč se nejedná o souvislou řadu. Určitý systém lze spatřovat v číslování po směru hodinových ručiček kolem Prahy (s výjimkou D2), nicméně faktem je, že řada díky principu číslování podle silnic I. tříd souvislá není. Na dopravním značení se používá pouze bílé číslo v červené tabulce bez označení D viz. Obr. 3.



Zdroj: (8)

Obr. 3 Označení dálnice D5

Nájezdy, výjezdy, sjezdy, exity jsou na českých dálnicích označovány staničením (kilometru) dálnice. Toto číslo je tak zároveň informací o vzdálenosti od počátku dálnice. Řidič tak má přehled o ujeté vzdálenosti, případně o vzdálenosti do konce jeho cesty. Pro případ nově budovaného nájezdu umožňuje tento způsob jeho snadné očíslování. Dopravní značení IS 6a Návěst před křižovatkou viz Obr. 4, bývá umístěna 1 km předem s uvedením vzdálenosti do sjezdu. Po návěsti sjezdu z dálnice následuje návěst křižovatky včetně významných cílů 500 m předem. Pokud se jedná o významný nájezd (křížení s jinou dálnicí apod.) je návěstidlo umístěno 2 km předem viz Obr. 5.



Zdroj: (8)

Obr. 4 Návěst před křižovatkou (IS6a)



Zdroj: (8)

Obr. 5 Návěst před křižovatkou (IS6a)

Za nájezdem je umístěna IS 8b Dálková návěst se vzdálenostmi viz Obr. 6, kde je uváděn hlavní cíl daného dálničního úseku a vzdálenost do dalšího sjezdu. Jak vzdálenost do hlavního cíle, tak i další sjezd, je značen v km.



Zdroj: (8)

Obr. 6 Dálková návěst se vzdálenostmi (IS 8b)

Dle názoru autora jsou výše uvedená značení základním typem značek, který se standardně osazuje na každém sjezdu, a na jejich formě není potřeba cokoli měnit pouze je doplňovat, a to buď z hlediska bezpečnosti, nebo z hlediska snazší orientace pro zabránění případným omylům. Z hlediska bezpečnosti by na každém sjezdu nebo nájezdu měla být osazena značka „Stop protisměr“. Pro lepší orientaci a zabránění případným omylům by značky mohly být doplněny názvem sjezdu. U důležitých křižovatek se tyto značky doplňují o proměnné dopravní značení (PDZ) a zobrazení provozních informací (ZPI). Podrobněji se autor jízdou v protisměru a osazováním PDZ a ZPI zabývá v kapitole 3 Návrh nových funkcionalit a jejich využití.

1.3.2 Hranolové dopravní značky

Hranolové dopravní značky viz. Obr. 7 řadíme do kategorie PDZ. Je to telematické zařízení tvořené otočnými trojbokými hranoly. Každý hranol je poháněn vlastním krokovým motorem se snímači polohy, což umožňuje otočení každého hranolu samostatně. Značku lze vyrobit také ve variantě otočení všech trojbokých hranolů najednou, tedy celé zobrazovací plochy. Každá značka obsahuje centrální řídicí jednotku, která je ovládána dálkově. Na dálnicích je centrální řídicí jednotka připojena do dálničního informačního systému (DIS) a je ovládána z Národního

dopravního a informačního centra (NDIC). Významem a funkcí operačního pracoviště NDIC se autor zabývá v kapitole 2 Inteligentní dopravní systémy (ITS). Hranolová dopravní značka nám tedy umožňuje zobrazování pouze tří stavů zobrazení. Nasazení na dálnice je možné pouze tam, kde mohou nastat maximálně tři možné varianty řešení směrování dopravního proudu. Výhodou tohoto zařízení je pořizovací cena. Nevýhodou je častá poruchovost, složitá údržba a omezená možnost nasazení. Dle názoru autora, by hranolové značky měly být instalovány pouze na místech, kde je možnost směrování maximálně do tří dopravních proudů bez možnosti rozšíření o další směr. Nastane-li doba, kdy se instalace tohoto typu značení nebude ekonomicky vyplácet, měla by být tato technologie nahrazena.



Zdroj: (9)

Obr. 7 Hranolové dopravní značky

Pro směrování, a to i do více než tří směrů, jsou alternativou hranolových značek volně programovatelné proměnné informační značky (VPPIZ) viz. Obr. 8. VPPIZ umožňují jakékoliv požadované zobrazení proměnného dopravního značení včetně provozních informací. Ovládání tohoto telematického zařízení probíhá stejně jako u hranolových značek dálkově po DIS z NDIC. Oproti hranolovým značkám jsou málo poruchové, jednoduché na údržbu a

umožňují směřování dopravního proudu do maximálně požadovaných směrů bez omezení. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena. Předpokládá se, že nastane doba, kdy VPPIZ budou ekonomicky výhodnější než hranolové dopravní značky. Pak se již na nově budovaných úsecích dálnic budou instalovat pouze VPPIZ, a na stávající úsecích dálnic, kde jsou hranolové značky instalovány, až uplyne jejich životnost, dojde k postupnému nahrazení. Dle názoru autora je toto směřování v rámci rozvoje telematických zařízení přirozeným krokem.



Zdroj: (10)

Obr. 8 Volně programovatelné proměnné informační značky

1.3.3 Proměnné dopravní značení (PDZ) a zařízení pro provozní informace (ZPI)

PDZ a ZPI jsou telematická zařízení, zobrazující informace o aktuální dopravní situaci řidičům přímo na dálnici formou piktogramu proměnné dopravní značky nebo textu na proměnné dopravní tabuli. Takto zobrazované informace jsou prostřednictvím technologií nejrychlejšími informacemi o nestandardní situaci, která může během provozu nastat. PDZ je elektronická vizualizační technologie pro informování řidičů v reálném čase. Primárně jsou určeny pro řízení dopravy na pozemních komunikacích, v tunelech a přemostění. Zařízení pro provozní

informace (ZPI) je telematické zařízení zobrazující informace o aktuální dopravní situaci řidičům na pozemní komunikaci formou textu na proměnné tabuli (11). Pokud dojde ke spojení PDZ a ZPI v jeden celek, nazýváme tento informační portál (IP) anglickým názvem Variable Message Sign (VMS) viz Obr. 9, což je nejčastější variantou používanou na dálnicích v České republice. Metodika rozmístování těchto IP je momentálně 10 – 15 km od sebe bez ohledu na důraz důležitosti nadcházející situace. Dle názoru autora je nutné rozmístění jednotlivých IP před každým sjezdem, mostem a tunelem zvažovat tak, aby doba na reakci řidiče byla dostatečná a zároveň nedošlo k zapomenutí předané informace. Nabízí se zde použití modelování dopravy s následnou simulací, podpořené reálnými nebo předpokládanými daty ze sledovaného úseku pro ujištění o správném umístění.



Zdroj: (12)

Obr. 9 Variable Message Sign (VMS)

Texty a volby piktogramů jsou na IP po DIS z NDIC přenášeny na základě obdržených informací z různých informačních zdrojů (detekční telematické zařízení, sledovací telematické zařízení, informace od Policie České republiky atd.). Texty na ZPI se dělí do čtyř skupin:

- předem plánované události (uzavírka, práce oprav a údržby, stavební práce),
- nepředvídatelné situace (nehoda, překážka provozu, odstavené vozidlo atd.),
- vliv povětrnostních podmínek (vítr, viditelnost, srážky, sjízdnosti),
- zvýšení intenzity provozu (silný provoz, tvorba kolon).

Pokud není na ZPI zobrazována některá z výše uvedených situací, jsou obvykle zobrazovány odhady dojezdových časů do vzdálených cílů.

Dálnice jsou osazovány také samostatnými PDZ viz. Obr. 10 a digitálními teploměry viz Obr. 11. Obvykle jsou umístěny nedaleko silničních meteorologických stanic (SMS – nejedná se o krátkou textovou mobilní zprávu, ale o zkratku silničních meteorologických stanic), z nichž jsou automaticky přenášeny na PDZ povely pro zobrazování výstražných symbolů související se stavem vozovky nebo meteorologickou situací (náledí, mlha atd.). Na digitální teploměr se automaticky přenáší informace ze SMS o teplotě vzduchu a teplotě povrchu vozovky. Podrobněji se SMS a jejich významu autor věnuje v kapitole 2 Inteligentní dopravní systémy (ITS)



Zdroj: (12)

Obr. 10 Samostatné PDZ



Zdroj: (12)

Obr. 11 Digitální teploměr

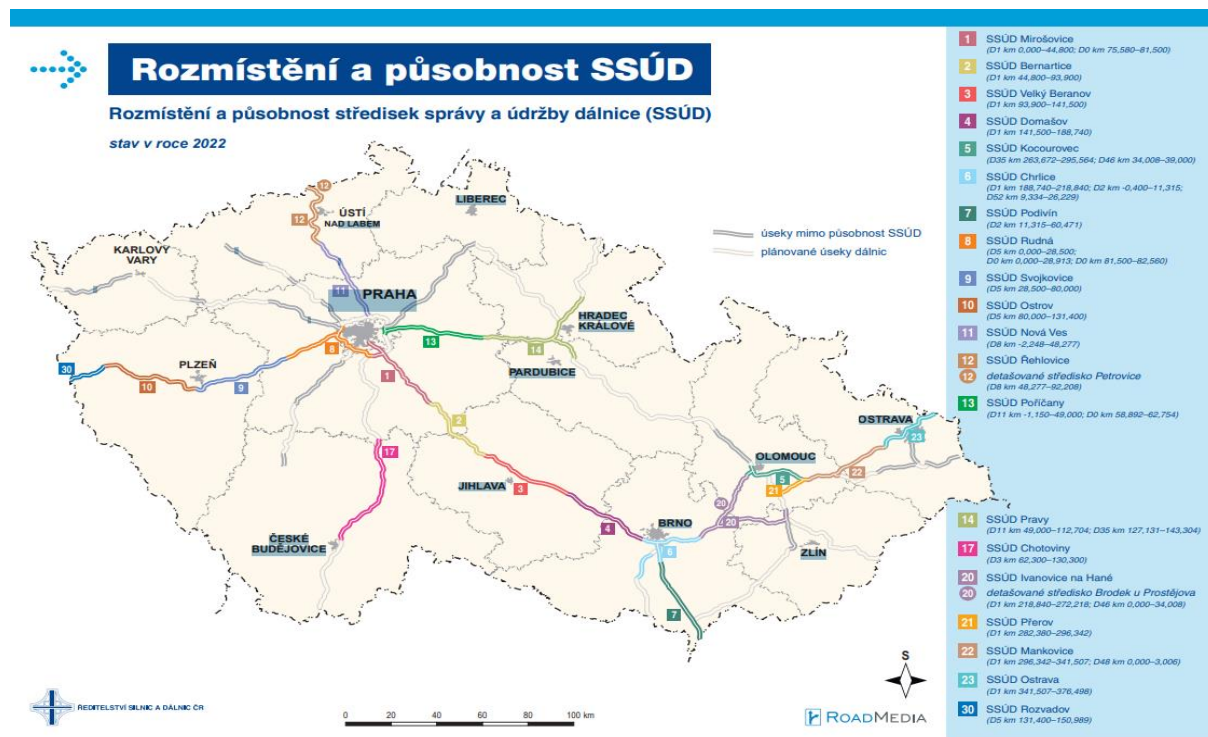
1.4 Provoz a údržba dálnic

Jako na každé pozemní komunikaci je pro zajištění provozu nutností mít zajištěnou kvalitní údržbu dálnic. Provoz a údržbu zajišťuje ŘSD prostřednictvím osmnácti Středisek správy a údržby (SSÚD). Rozmístění jednotlivých SSÚD je dle Technické studie pro umístění areálů SSÚD (6). Jednotlivá střediska, viz Obr. 12, vykonávají správu a údržbu na svěřeném úseku dálnice, a to všech jeho součástí včetně **inteligentních dopravních systémů (ITS)**. Dále pak je jejich povinností zabezpečovat informační službu o sjízdnosti svěřeného úseku a dbát na bezpečnost provozu. Práce střediska je rozdělena na letní a zimní období. Letní období je rozloženo od dubna do října a zimní období od listopadu do března. V létě probíhají zejména opravy vozovek, mostů, dopravních značek, nátěry ocelových konstrukcí, odvodnění, sekání trávy, čištění a úklid odpočívek, drobné zemní práce, impregnace betonových vozovek, zřizování vodorovného značení, čištění kanalizace atd. V zimním období je hlavní činností zajištění provozu, a to zejména pohotovosti na odklizení sněhu, náledí a námraz vozovek, které jsou z hlediska bezpečnosti provozu velmi nebezpečné. Proto je vyžadován nepřetržitý provoz. V zimním období je nejvíce ze systémů ITS využíván meteorologický systém. Tento systém SMS je rozmístěný po celé dálniční síti. Na základě vyhodnocení meteorologické předpovědi z SMS, z nichž jsou data přenášena prostřednictvím DIS na každé středisko SSÚD, je plánováno nasazování mechanismů pro odklizení sněhu, náledí a námraz vozovek. Pro tyto práce jsou používány speciální mechanismy a chemické materiály. Aby odklizení bylo co

nejefektivnější, musí být předem naplánováno. Základním prvkem pro plánování odklizení je délku úseku, který je možné ošetřit, a kapacita používaného mechanismu při průměrné dávce soli. U dálnic jde o liniový úsek v délce 25 – 30 km (tam i zpět 50 – 60 km) (3). Na základě těchto parametrů jsou sestaveny plány zimní údržby. Plán zimní údržby sestavuje provozní úsek ŘSD ČR společně s jednotlivými SSÚD. SMS stanice jsou obvykle instalovány společně s PDZ a ZPI. PDZ a ZPI slouží k zobrazování výstražného varování společně s informacemi o sjízdnosti dálnice z hlediska meteorologických podmínek, a to jak v zimním období, tak i v letním období. Autor se podrobněji zabývá systémem SMS v kapitole 2 Inteligentní dopravní systémy (ITS).

Na každém SSÚD je zřízeno dispečerské středisko, z kterého je za pomoci ITS sledován a řízen provoz dálnic. Dispečerské středisko je provozováno v nepřetržitém provozu s obsazením vedoucí dispečer a dva dispečeri. Vybavením dispečerského pracoviště se autor věnuje v kapitole 2. Inteligentní dopravní systémy (ITS).

Pro provoz a údržbu zařízení ITS, která jsou pod správou SSÚD, spolupracují jednotlivá střediska SSÚD s úsekem telematiky. Úsek telematiky (UT) zajišťuje pro střediska SSÚD rozvoj, provoz a přenos dat z ITS.



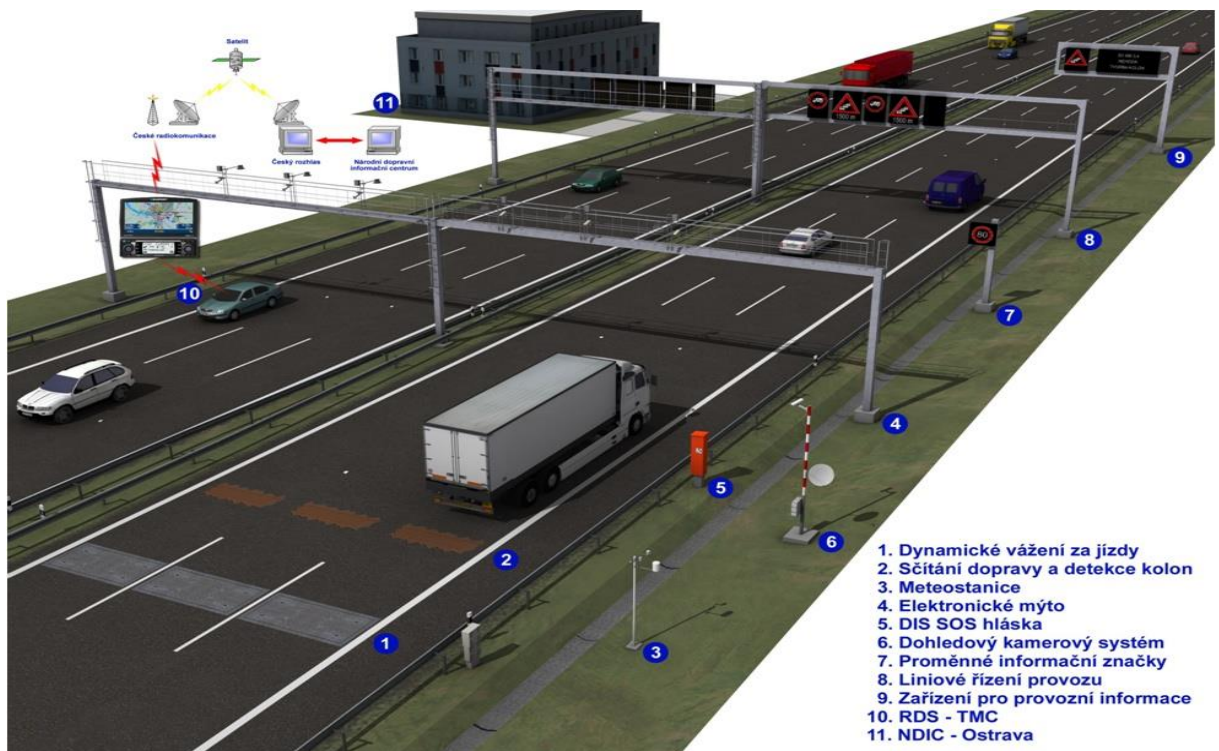
Zdroj: (3)

Obr. 12 Rozmístění a působnost SSÚD

1.5 Vybavení dálnic inteligentními dopravními systémy (ITS)

Inteligentní dopravní systém (ITS) je základním vybavením dálnice, které poskytuje dopravní řízení, informovanost, bezpečnost a koordinovanost na dálniční síti. Jsou to telematická zařízení (TZ), která lze rozdělit do čtyř skupin:

- TZ pro sběr dat a sledování charakteristik dopravy,
- TZ a systémy pro dohled a informace,
- TZ a systémy pro zabezpečení infrastruktury a nouzové prvky,
- TZ pro výběr poplatků za užití dálnice,
- TZ a systémy pro řízení dopravy.



Zdroj: (13)

Obr. 13 Vybavení dálnice ITS používaných v ČR

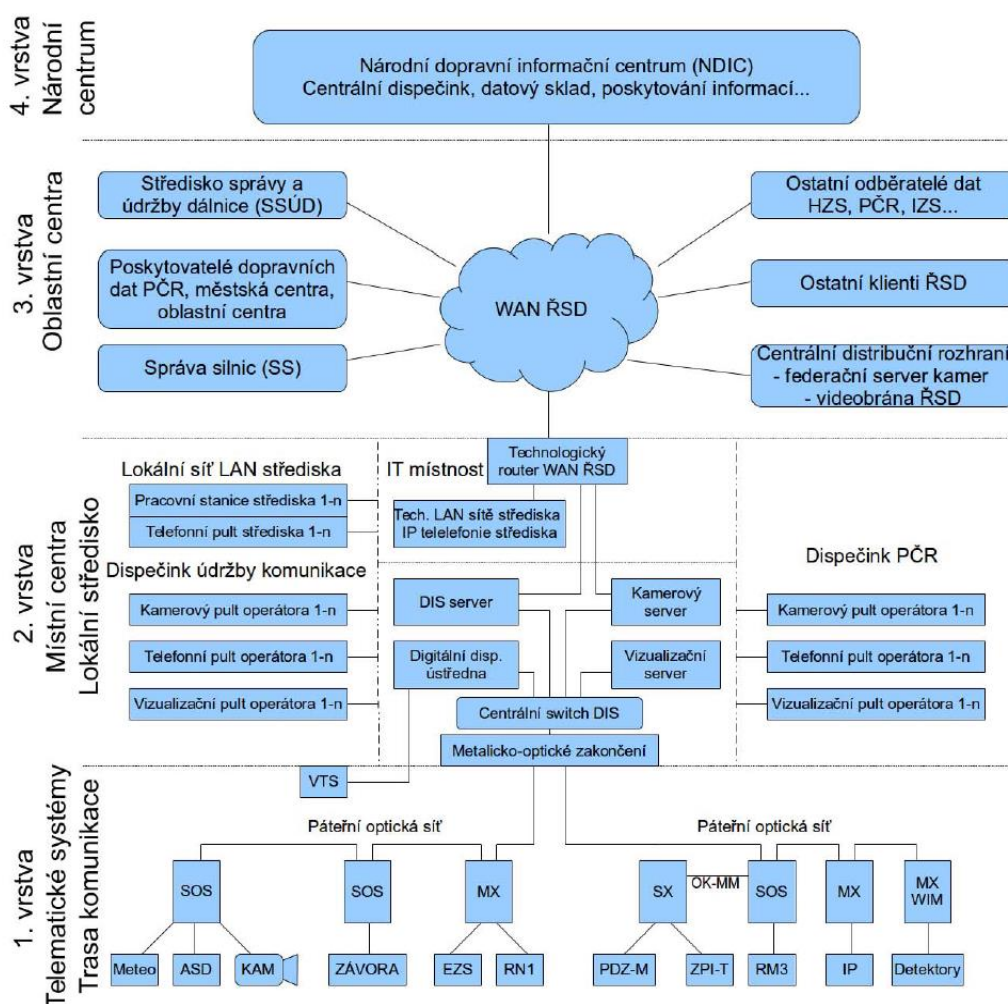
V České republice v souladu s dopravní politikou Evropské unie (14), se postupně budují inteligentní dálnice (C-Roads). Systém, který je pro tento účel budován se nazývá kooperativní inteligentní dopravní systém (C-ITS). C-ITS systém umožňuje komunikaci mezi vozidlovou jednotkou (OBU, z anglického názvu On-Board Unit) a jednotkou umístěnou v jiném vozidle

nebo na dopravní infrastruktuře silniční jednotkou (RSU, z anglického názvu Road Side Unit). Díky těmto jednotkám dochází k vzájemné spolupráci mezi účastníky provozu na dálnici a jednotlivými telematickými zařízeními. Vzájemně tedy všichni společně kooperují a vytváří tak inteligentní dálnici. Dle názoru autora je toto cesta, jakou bychom se měli v budování dálnic v České republice ubírat.

Podrobněji se autor jednotlivými telematickými zařízeními a systémy zabývá v kapitole 2. Inteligentní dopravní systémy (ITS).

2 INTELIGENTNÍ DOPRAVNÍ SYSTÉMY (ITS)

ITS umožňují v daném úseku dálnice průběžně sledovat a vyhodnocovat charakteristiky dopravního proudu (hustotu provozu, intenzitu provozu, průměrnou rychlost proudu vozidel, odstupy vozidel apod.), meteorologické podmínky (teplota vzduchu, teplota povrchu vozovky, srážky, viditelnost, bod mrznutí apod.), nebo například skladbu vozidel, jejich hmotnost, průjezd kradených automobilů atd. Všechna telematická zařízení jsou napojena na DIS, která je páteřní sítí na síti dálnic viz Obr. 14. Informace a data jsou ukládána a zpracovávána na serverech DIS. V NDIC pak dochází k distribuci informací a ke skladování dat. Prostřednictvím telematických technologií PDZ a ZPI jsou informace publikovány pro řidiče nebo je provoz jimi přímo řízen liniovým řízením dopravy (LŘD).



Zdroj: (6)

Obr. 14 Struktura ITS

2.1 Telematická zařízení pro sběr dat a sledování charakteristik dopravy

Telematická zařízení (TZ) sloužící pro sběr dat a sledování charakteristik jsou detekčními zařízeními, založenými na schopnosti detekovat projíždějící nebo stojící vozidlo za pomoci detektorů umístěných přímo ve vozovce (intrusivní detektory), nebo detekčních zařízení umístěných mimo vozovku (neintrusivní zařízení umístěná například na portálech). Mezi intrusivní detektory patří indukční smyčky a detektory. Mezi neintrusivní zařízení řadíme videodetekční zařízení, mikrovlnné detektory, radary a skenery. U intrusivních detektorů během průjezdu vozidla dochází ke změně vlastností v okolí indukční smyčky nebo detektoru, čímž dojde k zaznamenání vozidla. Indukční smyčky i detektory se instalují vždy ve dvojím provedení v jednom jízdním pruhu za sebou. Na základě takto instalovaných detektorů a smyček se určí skladba vozidel rozlišených podle délky a změří rychlost projíždějícího vozidla. Neintrusivní detektory využívají jiných vlastností, které budou popsány v jednotlivých kapitolách k těmto zařízením. Nasazení jednotlivých detekčních zařízení je dáno možností instalace na požadovaných úsecích dálnice. Tato zařízení se neustále vyvíjejí a stále není jednotný názor, jaká technologie je pro sběr dat a sledování charakteristik tou nejlepší. Dle názoru autora jsou tato zařízení nejdůležitější součástí celého ITS. Aby bylo možné plánovat a řídit dopravu na dálnicích, je nutností mít co nejpřesnější zařízení pro její detekci. Z hlediska tohoto je vývoj těchto zařízení velmi složitým a dlouhodobým procesem.

Základní charakteristiky dopravního proudu, které TZ pro sběr dat a sledování charakteristik detekují na dálnicích, jsou:

- intenzita dopravy,
- průměrná rychlost,
- počet a skladba vozidel,
- hmotnost vozidel.

Do skupiny TZ pro sběr dat a sledování charakteristik řadíme:

- automatické sčítače dopravy (ASD),
- vysokorychlostní vážení vozidel (WIM),
- systémy sledování obsazenosti parkovišť,
- intrusivní a neintrusivní detektory.

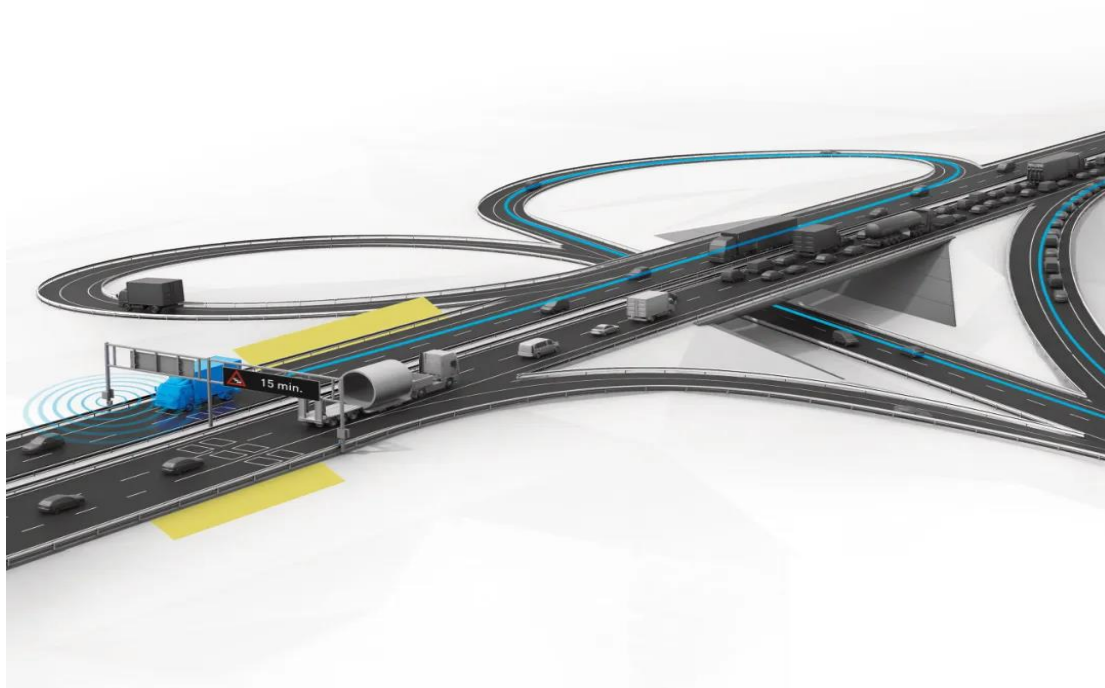
2.1.1 Automatické sčítače dopravy (ASD)

Automatický sčítač dopravy (ASD) je zařízení pro systematické sčítání dopravy a klasifikaci vozidel. Na dálnicích jsou tato zařízení instalována pro získávání podrobných komplexních a aktuálních informací o charakteru provozu na dálniční síti v České republice (tj. zajištění sběru dopravních dat pro účely monitorování stavu dopravy, zátěží pozemních komunikací, trendů vývoje dopravy atd.). Pro optimalizaci a řízení dopravy na dálnicích v České republice jsou ASD velmi důležitým TZ. Data poskytnutá z ASD se dále zpracovávají pro další plánování, a to jak pro účel zkapacitnění pozemních komunikací, tak nasazení TZ pro řízení dopravy. Zároveň mají usnadnit celostátní sčítání dopravy (CSD). CSD zadává ŘSD ČR v souladu s prováděním sčítání silniční dopravy na mezinárodních silnicích podle směrnice EHK OSN (15) každých 5 let.

V rámci CSD jsou na dálnicích, bývalých rychlostních silnicích, silnicích I. třídy, II. třídy a vybraných silnicích III. třídy na území ČR prováděny průzkumy za účelem zjištění průměrných ročních intenzit dopravy a jiných souvisejících parametrů. V ČR se celostátní sčítání provádí pravidelně od roku 1959, s menšími odchylkami v pětiletých intervalech, od roku 1980 v letech končících na 0 a 5. CSD tak poskytuje nezbytné základní podklady pro potřeby silničního hospodářství, ať již se jedná o zpracování koncepce rozvoje sítě pozemních komunikací, plánu výstavby a oprav, plánování údržby, zpracování dokumentace staveb, řešení ochrany před nadměrným hlukem z dopravy atd. Během CSD v roce 2016 i 2020/21 bylo sčítání provedeno na necelých 6 500 sčítacích úsecích (SÚ) z celkového počtu 8 500 SÚ (na 1 200 SÚ se intenzity přebíraly a na 800 SÚ se nesčítalo a ani se intenzita nepřebírala), a využití jak automatického, tak ručního sčítání. V rámci CSD se pak rozlišuje 12 kategorií vozidel (10 kategorií těžkých motorových vozidel, kategorie osobních a dodávkových vozidel bez přívěsů i s přívěsy a kategorie jednostopých motorových vozidel) a cyklisté (6).

V souvislosti výše popsaného je důležité rozmístit ASD na dálnice ČR tak, aby sčítání dopravy bylo co nejkomplexnější a nejpresnější. Pro osazení ASD na dálnicích v ČR se uplatňují tato pravidla:

- pokrytí všech mezikřižovatkových úseků dálnic na území ČR,
- pokrytí všech hraničních přechodů ČR s okolními státy, jimiž dálnice prochází.



Zdroj: (16)

Obr. 15 Technologie celek ASD s PDZ a ZPI

Pro zajištění sběru dat (dopravních i provozních) neexistuje v současné době jednotný systém, který by zajišťoval monitoring funkčnosti všech ASD lokalit a současně ani neexistuje jednotný validační algoritmus pro zpracování dopravních dat. Získaná dopravní data jsou sjednocena až na úrovni jednotného systému dopravních informací (JSDI). Aktuální provozní data nejsou nyní v žádném systému zobrazována a ani nejsou složkami ŘSD uchovávána a monitorována.

Na základě výše popsaného je potřeba sběr dat zoptimalizovat, aby z jednotlivých lokalit ASD byla zpřístupněna komunikace s centrálním serverem ŘSD, kde budou data uchovávána a validována. Podrobněji se tímto návrhem autor zabývá v kapitole 3 Návrh nových funkcionalit a jejich využití.

Technologie ASD viz příloha A.

2.1.2 Vysokorychlostní vážení vozidel (WIM)

Váhy pro kontrolní vysokorychlostní vážení silničních vozidel za pohybu (WIM), viz Obr. 16, spadají dle vyhlášky č. 345/2002 Sb., Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu (17), do skupiny stanovených měřidel. To znamená, že je nutná jejich certifikace – schválení typu. Zařízení musí

mít certifikát o schválení typu měřidla vydaný Českým metrologickým institutem (ČMI), podle zákona č. 505/1990 Sb., Zákon o meteorologii (18), ve znění pozdějších předpisů a jeho prováděcí vyhlášky č. 345/2002 Sb.). Takovéto systémy jsou pak vhodným regulačním prvkem pro dopravu na pozemních komunikacích z důvodu ochrany silniční sítě před jejím poškozováním přetíženými nákladními vozidly.



Zdroj: (19)

Obr. 16 WIM System

V průběhu plánování výstavby pozemní komunikace je každá vozovka navrhována na patřičnou únosnost, která určuje životnost komunikace. Zhoršování stavu silničních komunikací a snižování jejich životnosti je mimo klimatických a dalších faktorů významně ovlivňováno také v důsledku přejezdu těžkých nákladních vozidel. Při přejezdu vozidel s nadměrnou hmotností dochází k výraznému zkracování životnosti vrstev pozemních komunikací a ke vzniku jejich poškození z důvodů, kterých je pak správce komunikace nucen vynaložit nemalé prostředky na její opravu v kratším časovém období, než je pravidelně plánovaná údržba.

Přetěžování nákladních vozidel s sebou nese i další aspekty, mezi ty nejdiskutovanější patří v dnešní době především bezpečnost silničního provozu, ale také jisté zvýhodnění oproti konkurenci ve smyslu nekalé hospodářské soutěže dopravce, který vědomě přetěžuje svá vozidla. Ochrana hospodářské soutěže může tedy být dalším z důvodů pro zavedení nástrojů vedoucích k omezení a pokud možno k odstranění přetížených vozidel z pozemních komunikací. Primární přínosy vysokorychlostního vážení jsou zejména snížení nákladů na opravu a údržbu silniční infrastruktury, nepřetržitá kontrola 24/7/365, snížení nákladů na vážení a zvýšení bezpečnosti silničního provozu.

Stanice WIM není vhodné umísťovat v úsecích častých akcelerací nebo předjíždění vozidel. Tyto úseky jsou zejména v blízkosti sjezdů a nájezdů na pozemní komunikaci. Ze stejných důvodů není vhodné stanice WIM umísťovat před úseky s omezenou rychlostí a po jejich skončení. Úseky pozemních komunikací s častými dopravními kongescemi nejsou pro výběr místa stanice WIM taktéž vhodné. Dobrou možnost instalace stanic WIM poskytují tunely v důsledku konstantní omezené rychlosti a minimálních předjížděcích manévřů. Další výhodou tunelů je poměrně stabilní teplota a ochrana stanice WIM před povětrnostními vlivy.

Nejdůležitějším krokem pro umístění WIM je projednání problematiky s jednotlivými účastníky provozování WIM (kraje, obce s rozšířenou působností a Policie ČR). Není jasně daná legislativa, která by jasně definovala, kdo zajišťuje provoz WIM a kdo bude přestupky evidovat a vybírat za ně pokuty. Díky těmto komplikacím je v současné době provozován velmi malý počet těchto vah.

Dle názoru autora, musí dojít k přijetí příslušného zákona či vyhlášky, kterou by byla jasně stanovena pravidla pro provozování WIM a výběr pokut. Jelikož je tento systém na začátku svého vývoje, a není jasně přijatá legislativa, která by stanovovala jasná pravidla pro provozování, tak se autor dále WIM již v další části diplomové práce nevěnuje.

2.1.3 Systémy sledování obsazenosti parkovišť

Systém sledování obsazenosti parkovišť na odpočívkách dálnicích poskytuje informaci pro řidiče nákladních vozidel o obsazenosti parkovišť. Za pomoci centrálního modulu inteligentního parkování nákladních vozidel (ITP), který je instalován na NDIC, je zajišťován sběr aktuálních dat o obsazenosti odpočívek, navádění na volné parkovací kapacity kamionů prostřednictvím proměnného dopravního značení a zpracování dopravních a provozních dat na NDIC.

Na jednotlivých odpočívkách jsou instalovány detektory obsazenosti na parkovacích místech pro nákladní dopravu. Obvykle se jedná o bezdrátové intrusivní detektory instalované do vozovky. Informace z těchto detektorů jsou přenášeny na přijímací jednotky s externí anténou. Přijímací jednotky jsou umístěné na stožáru veřejného osvětlení uprostřed stání odpočívky a dále pak napojeny do DIS viz Obr. 17. Součástí odpočívky jsou IP kamery namířené na jednotlivá stání, pro pořizování video streamů. Kamery slouží pro okamžitou vizuální a zpětnou kontrolu.



Zdroj: (20)

Obr. 17 Inteligentní parkovací systém ITP

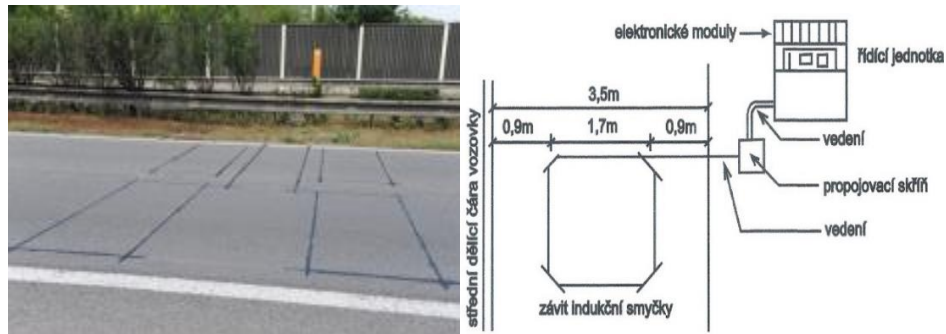
Výstavba inteligentního parkovacího systému je součástí evropské iniciativy, která si klade za cíl poskytnout jednotnou informační platformu pro řidiče nákladních vozidel. V rámci projektu URSA MAJOR Neo (UMneo) jsou vyvíjeny ITS služby pro zlepšení nákladní dopravy na Rýnsko-Alpském a Skandinávsko-Středozezemním koridoru hlavní sítě TEN-T spojující přístavy Severního moře, Porýní a Porúří, metropolitní oblasti v jižním Německu a severní Itálii a středozezemní přístavy po Sicílii. Cílem je poskytovat přímé uživatelské benefity řidičům mezinárodní nákladní dopravy (lepší parkování, navigace, bezpečnost, menší zpoždění a nejistota). Projekt má poskytnout v reálném čase kvalitní informace specificky určené řidičům nákladních automobilů, které v současnosti nejsou dostupné nebo jsou dostupné pouze v omezené míře. Vývoj nových služeb probíhá v úzké spolupráci s projektem UMneo za účelem zajištění harmonizace a interoperability se službami dalších členských států.

Dle názoru autora je systém sledování obsazenosti parkovišť praktickou ukázkou, jak lze efektivně využít rozvoj moderních technologií v rámci nákladní dopravy. Osazování odpočívek tímto systémem, by se mělo stát prioritou na celé síti dálnic v ČR. Je ale potřeba mít stále na mysli, že tento systém nevyřeší nedostatečnou kapacitu odpočívek na dálnicích v ČR, která je stále malá. Stává se pouze praktickým pomocníkem k efektivnímu řešení organizace parkování, k již vybudovaným parkovacím místům na odpočívkách. Návrhem dalších funkcionalit systému sledování obsazenosti parkovišť se autor zabývá v kapitole 3 Návrh nových funkcionalit a jejich využití.

Technologie sledování obsazenosti parkovišť viz příloha B

2.1.4 Intrusivní detektory dopravy

Intrusivní detektory dopravy jsou detektory zasahující do pozemní komunikace, tedy zabudované v nebo pod vrchní vrstvou vozovky. Nejrozšířenějším intrusivním detektorem jsou v České republice **indukční smyčky** viz Obr. 18, které se začaly u nás používat začátkem 60. let.



Zdroj: (21)

Obr. 18 Indukční smyčky

Výhodou tohoto typu detektoru je ověřená funkčnost a cena. Nevýhodou je narušení vozovky při instalaci a častá poruchovost.

Alternativou ke smyčkovým detektorům jsou intrusivní **magnetické detektory** (magnetometry) viz Obr. 19. Tyto detektory dělíme dle typu přenosu od detektoru k přijímací jednotce. Detektory s Wifi nebo Bluetooth spojením. Princip detekce je stejný.



Zdroj: (22)

Obr. 19 Magnetický detektor

Technologie intrusivních detektorů viz příloha C

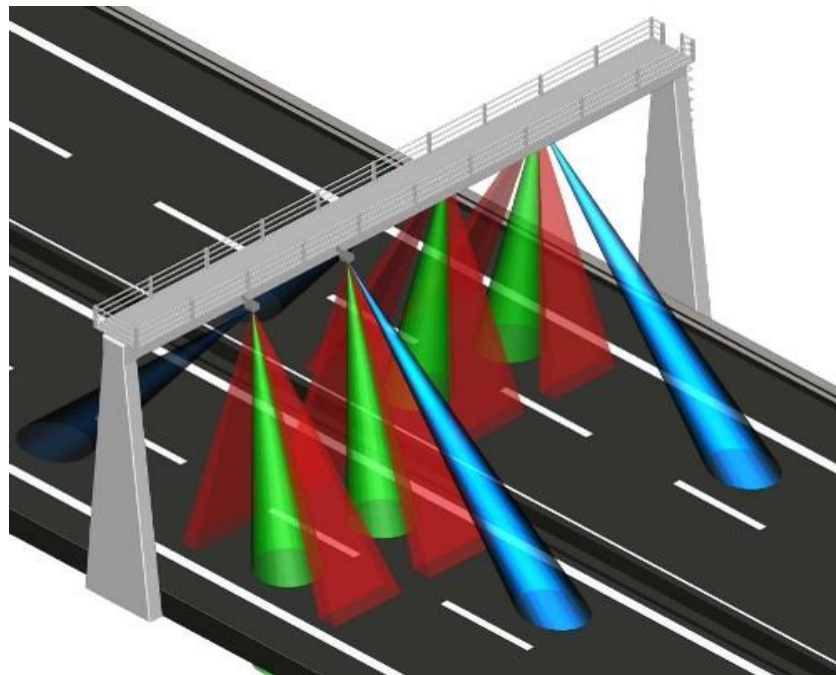
2.1.5 Neintrusivní detektory dopravy

Neintrusivní detektory dopravy jsou detektory, které se instalují bez zásahu do vozovky. Dle anglického slova non-intrusive, měřená veličina je snímána detektorem bez nutnosti zásahu do vozovky. Jejich hlavními výhodami jsou:

- Snadno se dají přemístit na jiný měřený úsek,
- neničí vozovku
- delší životnost

Funkce detektoru je bezdotyková. To znamená, že ke styku s měřeným objektem dochází prostřednictvím elektromagnetického či mechanického vlnění (23).

Nejčastějšími detektory používanými na dálnicích v České republice jsou pokročilé detektory využívající Dopplerův radar, ultrazvuk a pasivní infračervenou technologii viz Obr. 20. a systémy video-detekce viz Obr. 21.



Zdroj: (24)

Obr. 20 Dopplerův radar, ultrazvuk a pasivní infračervená technologie

Video-detekční systémy využívají analýzy obrazu k získání informací o přítomnosti vozidel ve sledovaném místě. Tuto informaci přenášejí po DIS na dopravně informační servery. Díky vytvoření tzv. virtuální smyčky (detekční zóny) nedochází k zásahu do vozovky.



Zdroj: (25)

Obr. 21 Dálniční video-detekční systém

Technologie neinrusivních detektorů viz příloha D

Dle názoru autora je detekce základem telematických zařízení pro sběr dat a následné řízení a harmonizaci dopravy. Na základě hodnot získaných z detekčního zařízení, a to jak intrusivního, tak neinrusivního typu, je založeno veškeré řízení dopravy. Proto je potřeba mít tyto hodnoty co nejpřesnější s co nejrychlejším přenosem získaných dat pro další zpracování. Bez detekčních zařízení by dnešní telematika, a to nejen na dálnicích v České republice, nemohla v žádném případě existovat.

U detekčních zařízení dochází k neustálému vývoji. ŘSD ČR stále testuje všechna dostupná zařízení na trhu tak aby, vlastní využití detekce bylo co nejefektivnější a odpovídalo všem požadavkům (parametrům), které jsou při sběru dat požadovány. V současné době není možné s jistotou určit, které zařízení je pro potřeby ŘSD tou správnou a ekonomicky výhodnou variantou. Do budoucna se jeví nejpravděpodobnější varianta, že veškerá detekce bude již probíhat přes palubní jednotku instalovanou ve vozidle. Touto problematikou se autor zabývá v kapitole 2.5.2 Kooperativní systémy (C-ITS)

2.2 Telematická zařízení a systémy pro dohled a informace

Dohledový systém je systémem, který přenáší obraz a data ze vzdáleného místa na dispečerské pracoviště. Jde tedy převážně o kamerový systém, který pomáhá dispečerovi za pomoci přenosu obrazu ke sledování dálnice v reálném čase, a na základě toho k rozhodování nad viditelnou vzniklou situací. Na českých dálnicích jde o dohled nad chováním dopravního proudu, případně o sledování meteorologických situací jako doplněk k silničním meteorologickým stanicím (SMS). Dalšími dohledovými systémy na našich dálnicích jsou systém k dodržování pravidel

silničního provozu (maximální rychlosti) a systém k dohledu nad aktuálními meteorologickými podmínkami. K dohledu na dodržování rychlosti se používá systém měření úsekové rychlosti (MÚK) a na dohled na meteorologickými podmínkami se používají silniční meteorologické stanice (SMS). Podrobněji se těmto systémům autor věnuje v kapitolách 2.2.1, 2.2.2 a 2.2.3.

Informační systém má za úkol včas informovat uživatele dálnice o vzniklé situaci před ním. Pro tento účel bylo zřízeno NDIC. NDIC viz Obr. 26, je centrálním technickým, technologickým, provozním i organizačním pracovištěm JSDI. Jde o operační pracoviště, které 24 hodin denně 7 dní v týdnu zajišťuje sběr, zpracování, vyhodnocování, ověřování a autorizaci dopravních informací a dopravních dat. NDIC provozuje na základě rozhodnutí Vlády ČR č. 590 ze dne 18.5.2005 a v souladu s §124 odst. 3 zákona č. 361/2000. Sb. ve znění pozdějších předpisů (3) Ředitelství silnicí a dálnic ČR. NDIC zahájilo činnost 1.11.2005. Nové prostory současného pracoviště byly slavnostně otevřeny 11.9.2008 za přítomnosti nejvyšších představitelů vlády ČR i Moravskoslezského kraje. Pracoviště je vybaveno nejmodernější informační a komunikační technologií včetně možnosti videokonferenčního spojení (sdílení obrazu, zvuku i datové plochy) pro společnou vzdálenou spolupráci a komunikaci s dalšími orgány, organizacemi a institucemi veřejné správy (26).

NDIC:

- kontroluje kvalitu a správnost předávaných dopravních informací a dopravních dat,
- kontroluje předávání informací od jednotlivých zapojených orgánů, organizací, institucí, osob a subjektů, a v případě neplnění jejich povinností nebo metodického postupu problém řeší,
- řeší konflikty v případě, že do systému přijdou o jedné události ve stejném časovém intervalu ze stejného místa, úseku nebo oblasti stejné nebo podobné dopravní informace a odpovídá za vydání sjednocené informace o této události,
- ve spolupráci s příslušnými orgány, organizacemi a institucemi provádí aktualizaci informací o události v závislosti na konkrétním vývoji situace v místě,
- sleduje životní cyklus vývoje událostí až do jejich ukončení a plného obnovení provozu,
- neautorizované nebo neúplné informace doplňuje o další atributy z dalších zdrojů a provádí jejich ověření,

- poskytuje dopravní informace a dopravní data všem odběratelům, zajišťuje provoz systémů pro publikaci a distribuci dopravních informací a dopravních dat,
- provozuje dílčí aplikace a systémy, řeší případné technické a technologické problémy,
- vede a spravuje archiv historických dat a dopravních informací atd.

Pracoviště NDIC není určeno pro přímou komunikaci s veřejností (26).



Zdroj: (26)

Obr. 22 Národní dopravní informační centrum (NDIC)

2.2.1 Kamerové systémy

Kamerový systém je dohledový systém, který je prioritně určen pro správu a údržbu dálnice, pro dohled nad provozem v reálném čase a sledování aktuálních meteorologických podmínek. Jako vedlejší produkt umožňuje sledování veřejnosti stavu dálnice na internetu na Dopravním portále ČR (www.dopravniinfo.cz). Na dálnicích se používají dva typy kamer:

- 1) Pevné viz Obr. 23 – umístěné na pevných (stabilních) místech. Většinou se již instalují otočné kamery s transfokací obrazu
- 2) Mobilní – umísťují se na přechodnou dobu. Většinou při uzavírkách.



Zdroj: (6)

Obr. 23 Dálniční pevná kamera

Všechny kamery, které jsou instalovány na dálnicích, jsou integrovány do Jednotného systému videoinformací. Informace z kamer využívají pracovníci NDIC, Policie ČR, Hasičského záchranného sboru ČR, Zdravotnické záchranné služby, správci dálnice. Dále pak jsou využívány uživateli z řad médií (rozhlas a televize).

Cílem je, aby kamerovým systémem byla pokryta celá dálniční síť. Díky tomu by bylo možné mít dohled na všech úsecích dálnic v reálném čase, a tím dojde k zjednodušení práce dispečera. Dispečer, pokud má možnost se kdykoli podívat na aktuální situaci, ať již během dohledu nebo na základě obdržené informace od některého z informačních systémů, má okamžitou představu o vzniklé situaci a podle toho i reaguje. Nemusí nikoho vyslat na místo pro ověření, zda se na inkriminovaném úseku něco děje nebo ne. Proto další kamerové systémy na dálnicích jsou postupně budovány v rámci nové výstavby a postupně doplňovány na již vystavěných úsecích.

2.2.2 Silniční meteorologické stanice (SMS)

Provoz SMS viz Obr. 24 je celoroční. Primárně slouží SSÚD pro zajištění sjízdnosti dálnic, a to hlavně v zimním období. V letním období slouží především k poskytování informací o meteorologické situaci ve vztahu k bezpečnosti silničního provozu (nárazový vítr, přívalové deště, mlhy, krupobití atd.). Dále SMS slouží uživatelům dálnice k informování prostřednictvím zobrazování provozních informací (ZPI) a digitálních teploměrů, a řízení dopravy prostřednictvím proměnného dopravního značení (PDZ) viz Obr. 24.



Zdroj: foto autor

Obr. 24 Silniční meteorologická stanice, PDZ a digitální teploměr

SMS jsou stacionární, tedy pevně instalovány na vybraném místě v blízkosti dálnice. Jednotlivé SMS musí být koncipovány, schváleny, certifikovány a homologovány dle příslušných předpisů jako SMS. Všechna elektrotechnická zařízení musí poskytovat krytí IP64, vozovková čidla pak IP 68. Všechna čidla musí respektovat ČSN EN 15518. SMS včetně všech periférií musí pracovat bezúdržbově za každých podmínek v rozsahu teplot -30° až 60° C. Funkce čidel musí být, pokud je to nutné, zajištěna i vyhříváním či jinými možnými způsoby (27).

Silniční meteorologické stanice se dělí podle funkce do tří základních skupin viz příloha B.

SMS je vždy tvořena vozovkovým čidlem viz Obr. 25, a zařízením, které dokáže integrovat připojená měřicí čidla a uchovat naměřené hodnoty. Pro zjednodušení a jasné označení tohoto prvku se používá anglické označení "datalogger". Nepostradatelnou součástí stanice je zařízení pro přenos dat, které přenese naměřená data z lokality na datový server. Další výbavu tvoří volitelná čidla či kamery připojené do dataloggeru (25).

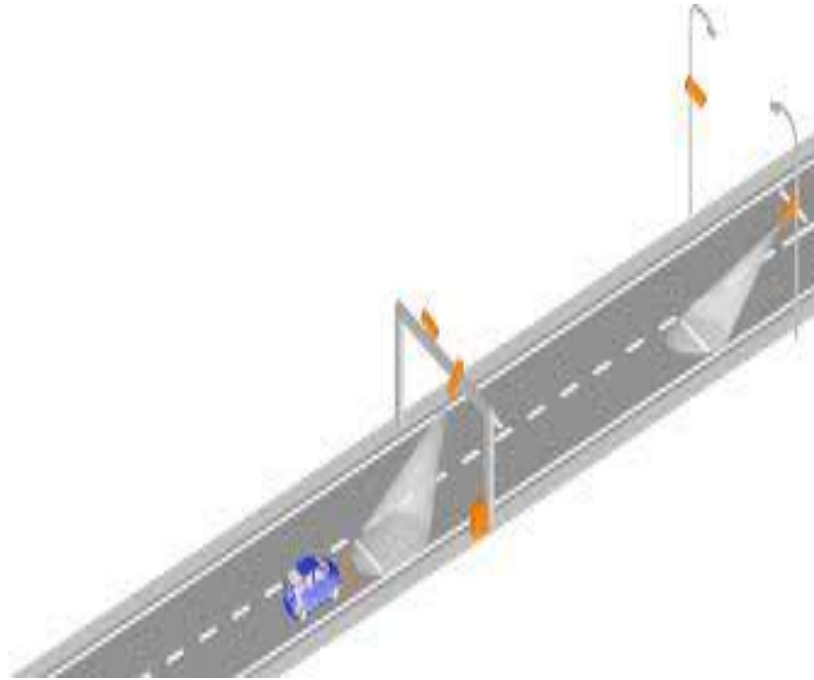


Zdroj: foto autor

Obr. 25 Vozovkové senzory

2.2.3 Měření úsekové rychlosti (MÚR)

Měření úsekové rychlosti (MÚR) je dohledový systém, který slouží zejména ke kontrole dodržování silničních pravidel, a to dodržování maximální rychlosti na dálnici. Detekční zařízení (intrusivní nebo neintrusivní) je umístěno na začátku a konci sledovaného úseku viz Obr. 26 a 27. Začátek a konec ohraničují monitorovací úsek, kterým vozidla projíždějí, a zaznamenávají jejich registrační značku, přečtenou optickým čtením. Dále je pak zaznamenán čas a průjezd a samozřejmě rychlost.



Zdroj: (29)

Obr. 26 Měření úsekové rychlosti (MÚR)



Zdroj: foto autor

Obr. 27 Začátek měření úsekové rychlosti (MÚK)



Zdroj: foto autor

Obr. 28 Konec měření úsekové rychlosti (MÚK)

Nejedná se o klasické a zřejmě nejznámější radarové měření, ale o výpočet rychlosti na základě časů průjezdů dvou bodů, kterými je ohraničen měřený úsek. Ten může mít několik metrů až několik kilometrů. Místo, kde začíná úsekové měření, je na silnici označeno vodorovnou čarou a někde poblíž této čáry lze najít kameru, která snímá projíždějící vozidla. Podobná kamera stojí i na konci měřeného úseku, opět zaznamená a rozpozná projíždějící vozidlo, porovná čas průjezdu s časem vjezdu do měřeného úseku a vcelku jednoduchým výpočtem určí rychlost. V případě odchylky od té maximální povolené si hned hříšníka, respektive jeho automobil, potažmo registrační značku vyfotí. Pak již následuje proces udělení a vymáhání pokuty. Z popisu měření vyplývá několik věcí. V prvé řadě, úsekové měření rychlosti pracuje s rychlostí průměrnou, nikoli okamžitou. To může být pro řidiče výhodné. I přesto, že jede rychleji, existuje pro něj šance, že se po zpomalení stále vejde do průměrné hodnoty, která je pod stanoveným maximem. Výhodu také mají motorkáři (motoroky, jak známo nemají přední registrační značku), nebo vozidla, jejichž poznávací značku cloní například jiné auto. V takovém případě je dokazování totožnosti ze strany příslušných orgánů poměrně obtížné. A takto tedy funguje (a pravda, někdy nefunguje) úsekové měření rychlosti (29).

Všechna MÚR jsou napojena do DIS a data ukládána na serverech ŘSD. Dle dohody mezi Policií ČR a ŘSD ČR o společném postupu při provozování systémů umožňujících měření úsekové rychlosti na komunikacích ve správě ŘSD, která stanovuje oprávnění a povinnosti stran při zajišťování obsluhy, provozu a údržby systémů umožňujících měření úsekové rychlosti instalovaných na komunikacích ve správě ŘSD, při pořizování obrazových záznamů těmito systémy, při zpracování osobních údajů v těchto obrazových záznamech obsažených a doprovodných informací, a to pro plnění úkolů policie stanovených právním předpisem, předává ŘSD obrazové záznamy a doprovodné informace o průjezdech všech vozidel, a to okamžitě po jejich pořízení, a obrazové záznamy a doprovodné informace nasvědčující podezření ze spáchání přestupku překročením nejvyšší povolené rychlosti na měřených úsecích Policii ČR, a to okamžitě po jejich automatizovaném vyhodnocení, na datové rozhraní, prostřednictvím Centrálního místa služeb s využitím webových služeb s šifrovaným datovým přenosem.

2.2.4 Zařízení pro provozní informace (ZPI)

Zařízení pro provozní informace slouží k zobrazování potřebných důležitých zpráv účastníkům provozu na dálnici. U nás se ZPI používá v kombinaci s PDZ. Tato kombinace se nazývá variable message sign (VMS, proměnný informační portál) viz Obr. 29.



Zdroj: (12)

Obr. 29 Variable Message Sign (VMS)

Na dálnicích mohou být VMS zobrazovány na informačních portálech viz Obr. 29, na informačních vozících viz Obr. 30 nebo na vozidlech.



Zdroj: (30)

Obr. 30 Informační vozík

Tato telematická zařízení publikují informace o aktuální dopravní situaci řidičům přímo na pozemní komunikaci formou piktogramu proměnné dopravní značky nebo textu na proměnné tabuli zařízení pro provozní informace. Automaticky publikované informace prostřednictvím těchto technologií jsou vůbec nejrychleji zveřejněnými informacemi o kritické události. Proměnná tabule zobrazuje text v rozsahu 3 řádků po 15 znacích. Text obsahuje informaci o staničení místa nebo úseku události, typ události a informace o rozsahu omezení nebo konkrétním opatření. Některé publikované textové informace na ZPI se doplňují s PDZ. Publikované texty na ZPI lze rozdělit do čtyř základních skupin:

- předem plánované události (uzavírka, práce oprav a údržby, stavební práce),
- nepředvídatelné situace (nehoda, překážka provozu, odstavené vozidlo atd.),
- vliv povětrnostních podmínek (vítr, viditelnost, srážky, sjízdnost),
- výšné intenzity provozu (silný provoz, tvorba kolon).

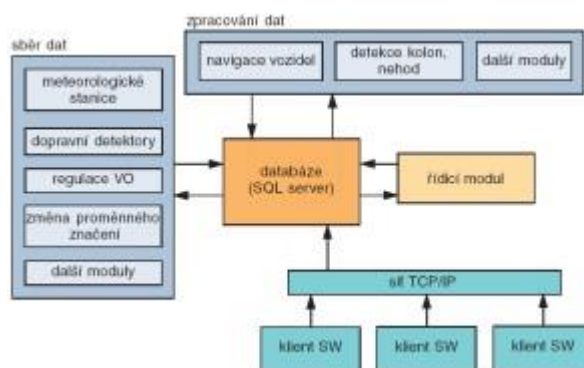
Na některých tabulkách jsou v klidových situacích publikovány odhady dojezdových časů do vzdálených cílů (travel time). Odhad travel time vzniká výpočtem podle určeného modelu a aktuálních dopravních dat. Z logiky věci se travel time může v závislosti na vývoji skutečné dopravní situace a možném vzniku nepředvídatelných omezujících událostí v průběhu cesty měnit (12). Všechny VMS jsou napojeny na DIS. Zadávání povelů pro zobrazení informace na ZPI nebo zobrazení dopravní značky na PDZ probíhá z NDIC.

Dle názoru autora jsou dohledové a informační systémy velmi užitečné a potřebné jak pro práci dispečerů, kteří sledují provoz na dálnicích, tak i pro včasnou informovanost řidičů o nečekaných událostech před nimi. Podrobněji se autor zabývá včasným předáváním informace uživateli dálnice v kapitole 3.3 Předání včasné informace uživateli o situaci před ním.

2.3 Telematická zařízení a systémy pro zabezpečení infrastruktury a nouzové prvky

2.3.1 Dálniční informační systém SOS

Dálniční informační systém SOS (DIS-SOS) viz Obr. 31, slouží jako páteří datový systém na dálniční síti pro sběr dat, archivaci, zpracování, zobrazení a distribuci dat z telematických systémů. Zároveň zajišťuje prostřednictvím SOS hlásek, které jsou na DIS připojeny a slouží také jako datové rozvaděče, hlasové propojení uživatele dálnice s operátorem integrovaného záchranného systému (IZS) nebo operátorem dopravy.



Zdroj: (31)

Obr. 31 Softwarová struktura DIS-SOS

Centrem DIS-SOS je síťový server. K síťovému serveru jsou za pomoci páteří optické sítě, která je vedena ve středovém pásu dálnice k datovým rozvaděčům umístěným v SOS hláskách nebo samostatných MX rozvaděčům, připojena všechna telematická zařízení.

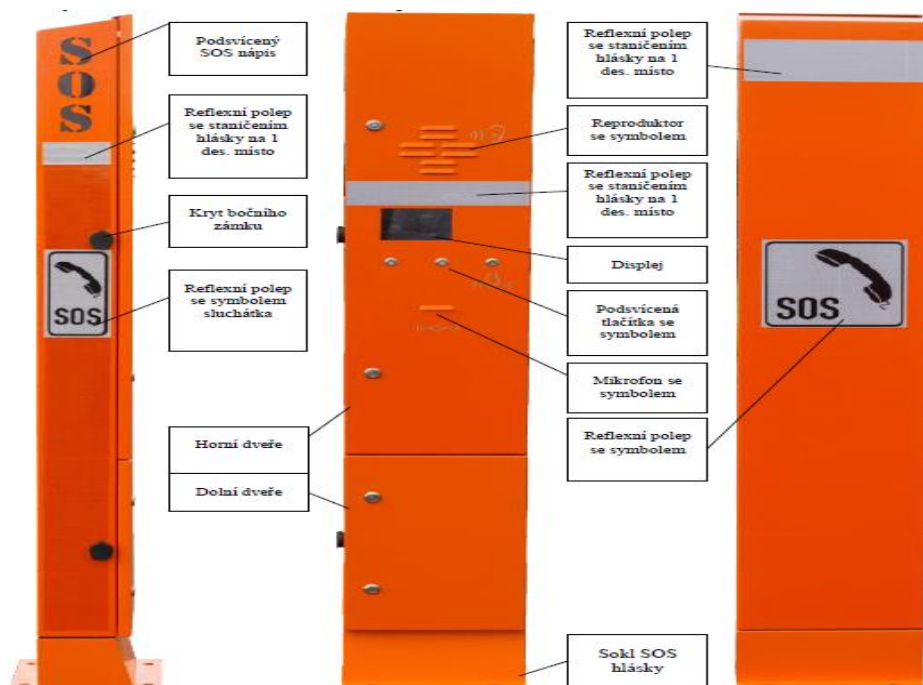
2.3.2 SOS hlásky

SOS hlásky na dálnicích v ČR dělíme na hlásky trasové viz Obr. 33 a na hlásky tunelové viz Obr. 32. Na dálniční síti slouží k uskutečnění hlasového spojení uživatele dálnice s operátorem stálé služby IZS nebo s operátorem dopravy.



Zdroj: (32)

Obr. 32 SOS hláska tunelová



Zdroj: (32)

Obr. 33 SOS hláska trasová

Hlásky tísňového volání (SOS) jsou na dálniční síti budovány postupně s výstavbou dopravní komunikace. V minulosti se jednalo spíše o systém sloužící k tísňovému volání a přenosu dat z meteorologických stanic po metalickém vedení. Nově s rozvojem optických sítí se instaluje nový digitální typ SOS hlásek, který současně slouží jako základní a nosný prvek dálničního informačního systému (DIS). Je tedy využívána jako datakoncentrátor, který slouží pro připojení a zajištění komunikační trasy pro další telematické systémy (6).

2.3.3 Rozvaděče DIS MX/SX

Rozvaděče MX/SX viz Obr. 34 jsou určeny k integraci telematických zařízení do DIS, která jsou umístěna ve větší vzdálenosti od SOS hlásek, nebo jejichž technologické a dispoziční vlastnosti nedovolují jejich instalaci do SOS hlásek. Rozvaděče lze umístit jak na betonový základ, tak na sloup nebo vestavět do zdi. Rozdíl mezi rozvaděčem MX a SX je ten, že rozvaděč MX je napojen přímo optickým kabelem na DIS a rozvaděč SX je napojen na rozvaděč MX nebo SOS hlásku. Rozvaděč SX je tak možné napojit metalickým kabelem. Mimo možnosti datového napojení je v rámci výbavy instalována elektrická výbava, která je uzpůsobena pro bezpečné napojení všech typů napájecích soustav. V rozvaděčích jsou instalovány záložní zdroje UPS pro případ výpadku elektrické energie. Zdroje UPS musí mít minimální kapacitu na 12 hodin provozu bez externího napájení. Všechny rozvaděče, tak jako všechna telematická zařízení jsou chráněny proti poškození či krádeži.



Zdroj: (32)

Obr. 34 Rozvaděč MX/SX

Dle názoru autora jsou systémy pro zajištění infrastruktury a nouzové prvky nezbytnou nutnou součástí, kterou musí být osazena celá dálniční síť. Budování systému SOS-DIS je správnou cestou pro splnění tohoto požadavku. Potřeba budovat systém DIS-SOS určitě je a měla by být jednou z hlavních priorit ŘSD ČR. S vývojem technologií, určitě dojde i k integraci do systému C-ITS.

2.4 Telematické systémy pro výběr poplatků za užití dálnice

Dálniční poplatky za užití dálnice v České republice byly zavedeny od ledna 2015 na základě zákona č. 134/1994 Sb., Zákon, kterým se mění a doplňuje zákon č. 135/1961 Sb., o pozemních komunikacích (silniční zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákon České národní rady č. 200/1990 Sb., o přestupcích, ve znění pozdějších předpisů (33). V současné době je upravuje zákon č. 13/1997 Sb., Zákon, kterým se mění a doplňuje zákon č. 135/1961 Sb., o pozemních komunikacích (silniční zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákon České národní rady č. 200/1990 Sb., o přestupcích, ve znění pozdějších předpisů (34).

Dálniční poplatek za užití dálnice dělíme na poplatek dle času a poplatek dle vzdálenosti (výkonový poplatek). Do roku 2007 existoval pouze časový poplatek. V roce 2008 se časový poplatek rozdělil. Rozdělení se týkalo odlišení poplatku dle váhy vozidla. U vozidel do 12 tun platil dále. Nad 12 tun se zavedl poplatek dle vzdálenosti (mýtné). V roce 2010 se mýtné začalo vztahovat i na vozidla nad 3,5 tuny.

2.4.1 Telematický systém pro úhradu a kontrolu časového poplatku (mýtné)

Časový poplatek platí pro všechna vozidla do 3,5 tuny s výjimkou vozidel osvobozených od poplatků. 1. prosince 2020 byla zavedena tzv. elektronická dálniční známka, která nahradila fyzickou známku lepenou za sklo vozidla. Nákup elektronických dálničních známek probíhá elektronicky na portálu edalnice.cz, na pobočkách České pošty, na vybraných čerpacích stanicích, případně v samoobslužných kioscích, které jsou umístěné v příhraničních oblastech. Systém kontroly elektronických dálničních známek je dvojitý. Mobilní a stacionární. V prvním případě jde o přenosné sady do vozidel policie a celníků. Ve druhém o kamery na vybraných dálničních branách. Obojí dělá totéž. Snímá registrační značku a vyhodnocuje, zda má řidič uhrazen dálniční poplatek či nikoliv. Zmiňované mobilní sady, tzv. „kufry“, jsou vybaveny tabletem, speciální kamerou a dalším příslušenstvím. Policie jich má k dispozici 43 a Celní správa 15. Nový systém kontrol elektronických známek znamená pro policisty zjednodušení práce, neboť nejsou odkázáni na manuální vkládání registračních známek do databází. V praxi

je mnohem jednodušší zjistit vozidlo, které neuhradilo dálniční poplatek, a tím i efektivnější postihování řidičů, kteří využívají dálnice bez zaplacení poplatku (35).

2.4.2 Telematický systém pro úhradu a kontrolu výkonového poplatku (mýtné)

Výkonový poplatek je placen vozidly nad 3,5 tuny. Od ledna 2021 jsou stanoveny nové sazby mýtného, které jsou členěny podle těchto parametrů:

- kategorie pozemní komunikace (dálnice, silnice I. třídy)
- kategorie motorového vozidla
- emisní třída motorového vozidla
- největší povolené hmotnosti vozidla nebo jízdní soupravy
- počet náprav vozidla nebo jízdní soupravy
- období dne

V prosinci 2019 byl uveden v České republice do provozu nový systém elektronického mýtného. Výběr mýtného je založen na satelitní technologii. Zaznamenává tedy polohu vozidla prostřednictvím elektronického zařízení přijímající signály systémů pro satelitní určování polohy, jako je známý systém GPS.

Popis technologie mýtného viz příloha C.

Platba mýtného může proběhnout v režimu předem nebo v režimu následného placení. Platbu v režimu předem lze předplatit na obchodním místě, přes zákaznickou samoobsahu, přes mobilní aplikaci nebo bankovním převodem na účet provozovatele systému. Elektronické zařízení (palubní jednotka) se vydává na základě zaplacení kauce a předplacení mýtného v minimální výši 1 000 Kč. Platbu v režimu následného placení lze provádět pouze na základě dohody s provozovatelem. Doplatek mýtného lze doplatit v obou režimech (36).

Dle názoru autora bylo zavedení dálničního poplatku rozumným a zcela nezbytným krokem pro další budování a rozvoj dálnic. Autor této diplomové práce věří, že vybrané poplatky jsou a budou efektivně k tomuto účelu využity.

2.5 Telematické systémy pro řízení dopravy

Telematické systémy pro řízení dopravy jsou ucelené systémy, které se skládají z několika telematických systémů. V České republice používáme dva takové systémy. Je to liniové řízení dopravy (LŘD) a kooperativní systém (C-ITS).

2.5.1 Liniové řízení dopravy (LŘD)

Liniové řízení dopravy je ucelený automatický systém, který za pomoci řídicího systému, detekčních a informačních řezů viz Obr. 35, harmonizuje dopravu.



Zdroj: (37)

Obr. 35 Portál liniového řízení dopravy

Detekční řez je tvořen smyčkovými detektory a informační řez je tvořen PDZ, které jsou umístěny na dopravních portálech. Oba systémy jsou napojeny na DIS, po které probíhá přenos dat. Řídicí systém získaná data z detekčních řezů vyhodnocuje a za pomoci PDZ dopravu řídí. LŘD má smysl instalovat na místa s vysokou dopravní intenzitou. Jediné místo v České republice, kde je provoz řízen za pomoci liniového řízení dopravy, je na silničním okruhu kolem Prahy (SOKP) na dálnici D0 a části dálnice D1. Dalším plánem je vystavět tento systém na dálnici D1 okolo Brna.

2.5.2 Kooperativní systém (C-ITS)

Smyslem kooperativních systémů je přinášet řidiči cílené, včasné a kvalitní informace o dění kolem něj, čímž může dojít k zvýšení bezpečnosti lidí pohybujících se na pozemních komunikacích či v jejich blízkosti. Kooperativní systém je založen na propojení všech účastníků provozu s všemi telematickými zařízeními komunikujících mezi sebou. Současně pak kooperativní systémy mohou zvyšovat plynulost dopravy a snižují její negativní vlivy na životní prostředí. V souhrnu vedou k bezpečnější, udržitelnější a čistější mobilitě.

V letech 2016 - 2017 vybudovalo ŘSD ČR mezi Mirošovicemi a Rudnou komplexní C-ITS systém, jehož páteří je 29 silničních jednotek (RSU), rovnoměrně rozmístěných podél dálnice (D1, D0 a D5) na portálech LŘD, ZPI a dalším telematickém vybavení. Zároveň bylo celkem 48 ks vozidel a mobilních vozíků ve správě SSÚD Mirošovice a SSÚD Rudná vybaveno vozidlovými jednotkami (RVU) (popřípadě palubní jednotka (OBU) v případě osobních vozidel). V rámci projektu C-ITS Mirošovice – Rudná byl zbudován také centrální C-ITS back office ŘSD (centrální server pro C-ITS), který zabezpečuje provoz C-ITS služeb a také obsluhu a správu všech prvků v C-ITS systému. Do tohoto back office jsou postupně napojovány i další C-ITS prvky nižší úrovně tak, jak jsou postupně budovány na dálniční a silniční síti ČR. Projekt „C-ITS koridor Mirošovice – Rudná“ (MIRUD) předcházel realizaci projektu C-ROADS CZ a byl zařazen do fáze implementace DT0 jako základní kámen projektu. MIRUD byl tedy budován dle tehdy platných specifikací a poznatků o C-ITS systémech. V rámci realizace projektu C-ROADS CZ pak vyvstala potřeba na konverzi stávajícího C-ITS systému dle potřeb a požadavků specifikací CROADS tak, aby byla zajištěna interoperabilita s ostatními pilotními lokalitami budovanými v rámci C-ROADS na území ČR, tak i s C-ITS systémy budovanými v okolních evropských státech. Zatímco C-ITS back office byl již úspěšně konvertován pro požadavky C-ROADS v dřívějších letech, upgrade infrastruktury (C-ITS jednotek) byl proveden právě v rámci tohoto projektu – Upgrade infrastruktury na kooperativním ITS koridoru Mirošovice – Rudná.

Dle názoru autora je ucelený telematický systém C-ITS budoucností v silničním řízení dopravy. Tento systém je v ČR využíván velice krátkou dobu. Podrobněji se autor věnuje vývoji a využití tohoto systému v kapitole 3 Návrh nových funkcionalit a jejich využití.

3 NÁVRH NOVÝCH FUNKCIONALIT A JEJICH VYUŽITÍ

Hlavním cílem této kapitoly je navrhnout nové funkcionality tak, aby telematické systémy byly pro bezpečnost a řízení dopravy efektivním a spolehlivým nástrojem, a zároveň pro uživatele jednoduchým a srozumitelným pomocníkem. Samozřejmostí je zjednodušení práce dispečerům a správám dálnic.

3.1 Dálniční informační systém DIS-SOS

Všechna telematická zařízení instalovaná na síti dálnic jsou napojena na dálniční informační systém (DIS). DIS je dálniční datová síť, na které má každé zařízení svoji unikátní IP adresu. Po síti je zajišťován přenos dat z koncového zařízení na DIS servery. Jedná se tedy o uzavřenou privátní celorepublikovou datovou síť ŘSD (WAN ŘSD).

V současné době není touto sítí pokryta celá dálniční síť. Postupně dochází k jejímu rozšiřování. Při rozšiřování DIS je důležitým prvkem rozmístování jednotlivých dispečerských pracovišť. V České republice jsou jednotlivá dispečerská pracoviště součástí budov SSÚD, která zajišťují servis a údržbu dálnic. To znamená i servis a údržbu telematických zařízení. V jednotlivých budovách SSÚD jsou umístěny serverovny a instalovány servery DIS. Celá strategie rozmístění jednotlivých serveroven a tím i dispečerských pracovišť probíhá v duchu rozvoje národní ICT a telematiky. Tato strategie se nazývá „Akční plán ke Strategii rozvoje inteligentních dopravních systémů 2022 – 2024 s výhledem do roku 2050“ (6).

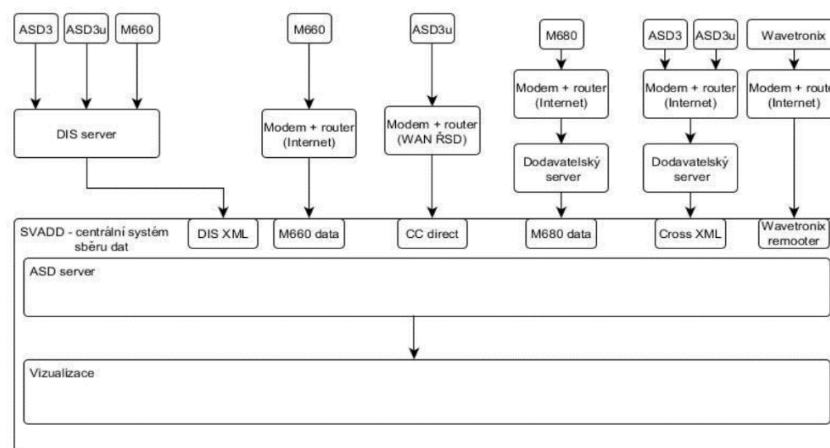
Dle názoru autora je vybudování DIS po celé síti dálnic důležitým krokem pro rozvoj inteligentních dopravních systémů (ITS). Proto se nesmí opakovat chyba, která se stala na železniční síti. Chybou byl prodej datové sítě do soukromého vlastnictví, a to formou prodeje společnosti ČD-Telematika a.s. Dle názoru autora této diplomové práce se jedná o strategicky a bezpečnostně důležité sítě, které by měli být výhradně ve vlastnictvím státu a nebyly předmětem obchodu případných spekulantů.

3.2 Optimalizace sběru dat z ASD

Z hlediska sběru dopravních dat, je nejlépe použitelný jako modelový případ optimalizace a sběr dat z ASD. Autor této práce se tedy při optimalizaci zabývá pouze touto technologií. U ostatních technologií by měla být provedena optimalizace stejným způsobem. Cílem je zajištění optimálního způsobu sběru dat ze všech technologií ASD (různých výrobců i generací sčítačů), a případně dalších systémů poskytujících související dopravní i provozní data. Požadovaným optimálním stavem ve vyčítání a zpracování dat z ASD je pak jednotný systém, který poskytuje

rozšířenou sadu dat dopravních i provozních a tato data jsou transformována k centrálním prvkům s co nejmenší latencí tak, aby je bylo možné plnohodnotně využít i v dalších telematických oblastech spadajících např. do oblasti řízení dopravy a predikcí. Zároveň je v rámci optimalizace třeba vytvořit v co nejvyšší míře přímou komunikační cestu mezi technologií a centrálním sběrným místem.

Pro zajištění sběru dat (dopravních i provozních) neexistuje v současné době jednotný systém, který by zajišťoval monitoring funkčnosti všech ASD lokalit a současně ani neexistuje jednotný validační algoritmus pro zpracování dopravních dat. Získaná dopravní data jsou sjednocena až na úrovni JSDI. Aktuální provozní data nejsou nyní v žádném systému zobrazována a ani nejsou složkami ŘSD uchováována a monitorována. Jednotlivé lokality ASD jsou pak pro ŘSD ČR provozovány, spravovány a udržovány, na základě veřejnou soutěží vybranými soukromými společnostmi (servisními organizacemi). Servisní organizace v pravidelných intervalech informují samostatné oddělení inteligentních dopravních systémů (SOIDS) ŘSD ČR o stavu jednotlivých lokalit a vykonaných servisních a údržbových činnostech. Tyto procesy však nejsou v současné době prováděny v „on-line“ režimu a nejsou integrovány do jednotného systému. Servisní organizace pak provádí v rámci jejich činností základní validaci dopravních dat (za účelem zjištění jejich správnosti, celistvosti a kompletnosti) dle požadavků ŘSD ČR, která však, jak už bylo uvedeno výše, není jednotná. Validovaná dopravní data jsou dále předávána do systému JSDI (NDIC) v Ostravě, kde mají jednotlivá oddělení ŘSD ČR možnost přístupu k těmto datům pomocí webového rozhraní modulu „Aplikace pro dopravní inženýry (ADI)“. Obecné schéma současného sběru dat z AZD viz Obr. 36.



Zdroj: (6)

Obr. 36 Současný stav sběru dat z lokalit ASD

Z výše uvedeného je tedy zřejmá potřeba ŘSD ČR zaměřit se na jednotnost správy jednotlivých lokalit ASD a jednotnost sběru dopravních dat a jejich validaci, kdy finálním řešením bude realizace jednotného systému v přímé správě ŘSD ČR. Významným krokem pak musí být zajištění přímé komunikace mezi jednotlivými ASD a centrálním serverem ŘSD (v rámci ŘSD WAN) v otevřeném, strojově čitelném formátu, a to tak, aby data byla předávána bez nutnosti jejich předzpracování na parciálních serverech servisních organizací.

3.2.1 Typy telematických zařízení určených pro sčítání dopravy

V současnosti je na síti silnic a dálnic spravovaných ŘSD ČR umístěno téměř 500 kusů automatických sčítačů dopravy různých výrobců poskytujících data sloužící pro sledování dopravních zátěží. Jednotlivá zařízení dle principu detekce je možné dělit na následující kategorie:

- Indukční smyčky
- Radarové sčítače
- ASIM
- Lasery (infračervené detektory)

Návrh na optimalizaci má za cíl řešit úpravu stávajících ASD, vedoucí k optimalizaci způsobu sběru dopravních dat. Na základě již použitých ASD je nutné řešit úpravy u těchto typů technologií:

- ASD3u (výrobce CROSS Zlín a.s.)
- Marksman M680 (výrobce Golden River)
- WIN systémy (používané taktéž ke sčítání dopravy)

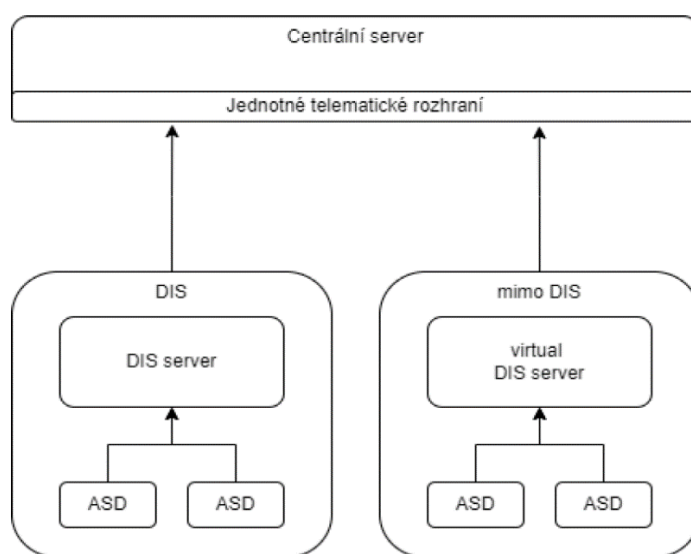
Popis jednotlivých technologií viz příloha A.

Starší technologie smyčkových sčítačů typu ASD3 a M660, které jsou na dopravní síti ve správě ŘSD ČR hojně zastoupeny jsou obnovovány na modernější typy, a tedy v případě těchto typů ASD není v rámci optimalizace sběru dat plánovat žádné činnosti.

3.2.2 Cíl návrhu optimalizace sběru dat z ASD

Cílem optimalizace sběru dat z ASD je v co největší míře sjednotit způsob sběru dat včetně zavedení jednotného telematického rozhraní sloužícího k přenosu dat mezi centrální

telematickou infrastrukturou a distribuovanou serverovou technologií DIS servery, sloužící pro obsluhu samotných zařízení umístěných na silniční a dálniční síti ve správě ŘSD ČR. Zároveň dojde u všech zařízení komunikujících přes sítě mobilních operátorů, pokud již nebylo provedeno dříve, k přechodu do uzavřené mobilní sítě ŘSD (APN). Architektura systému sběru dat je založena na hierarchickém modelu, kdy správu technologií a sběr dat v jednotlivých oblastech zajišťují DIS servery. Pro sjednocení způsobu obsluhy technologií nacházejících se mimo datovou síť DIS je nutné vytvořit virtuální DIS server, do kterého budou integrována zařízení mimo síť DIS.

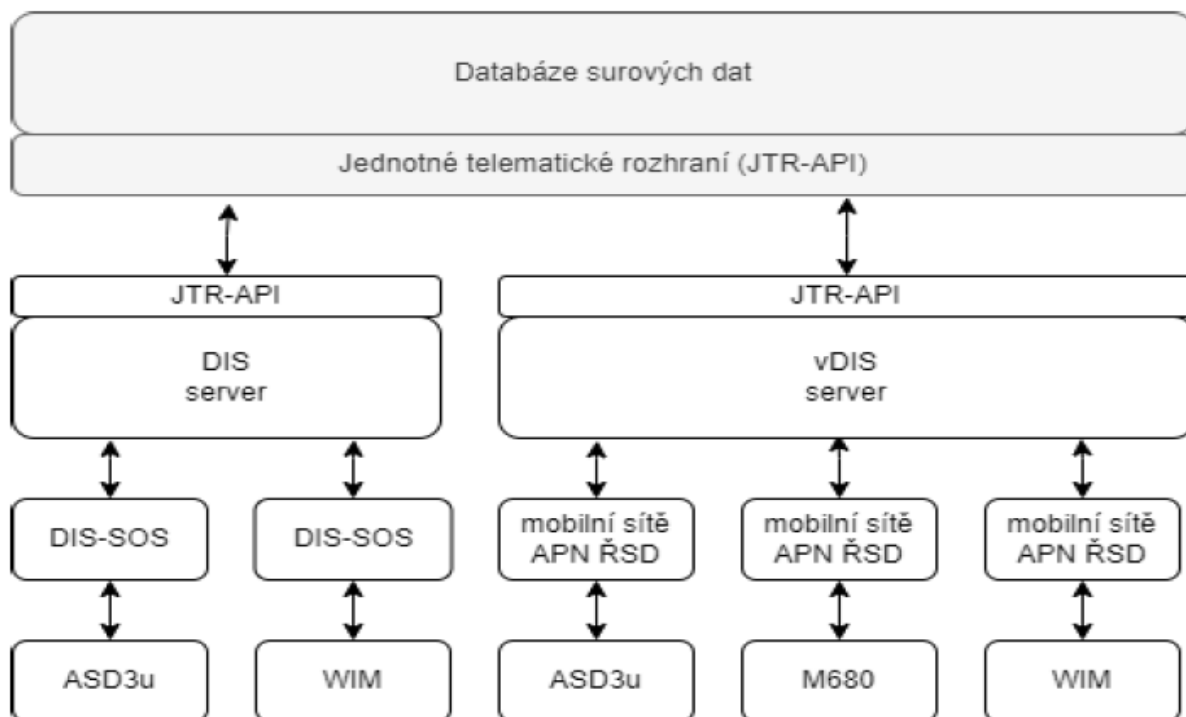


Zdroj: Autor s využitím (6)

Obr. 37 Obecná architektura optimalizovaného prostředí sběru dat

Technické parametry sběru dat jako je frekvence odesílání dat bude nastavena podle možností jednotlivých technologií, ideálně pak v rozsahu od 30 sekund do 1 týdne. Cílem je však mít u nově instalovaných zařízení data v režimu on-line. Hlavní je však, aby veškeré technologie poskytovaly jednotný datový rozsah dopravních dat. Upravená zařízení musí obsahovat vnitřní logiku, která bude hlídat nestandardní stavy, a v případě že nebude možné navázat spojení s telematickým zařízením a data se nepodaří nadřazenému systému doručit, bude opakovaně proveden pokus o přenos dat, aby byla eliminována možnost jejich ztráty. Pro zařízení, která nejsou v tuto chvíli integrována do sítě DIS-SOS vznikne samostatný virtuální DIS server, který bude tato zařízení v sobě integrovat. Architektura a struktura serveru bude totožná s DIS servery umístěnými v rámci sítě DIS-SOS.

Součástí návrhu je zpracování implementační studie, která popisuje postup optimalizace u jednotlivých typů zařízení, úpravy FW/SW technologií ASD, pokud je to nutností. Zároveň musí dojít na distribuovaných datových systémech (DIS servery) k implementaci jednotného telematického rozhraní, skrze které budou veškerá dopravní i provozní data dále předávána na centrální server k jejich dalšímu zpracování. Cílový stav, který je detailněji popsán níže, je znázorněn viz Obr. 38.



Zdroj: Autor s využitím (6)

Obr. 38 Cílový stav sběru dat z lokalit ASD

3.2.3 Návrh způsobu a četnosti vyčítání dat

Cílem návrhu je v maximální možné míře sjednotit způsob sběru dat z odlišných technologií. Z toho důvodu je navrženo a na centrálních prvcích implementováno nové rozhraní (jednotné telematické rozhraní), které v maximální míře poskytuje možnost pro přenos odlišných dopravně-provozních dat a jejich variant. Nelze však opominout, že v oblasti technologie ASD je mnoho variant technologií a umístění včetně rozdílů z pohledu datového spojení a napájení elektrickou energií. Z toho důvodu se musí definovat tři hlavní kategorie technologií ASD u kterých se na základě parametrů definuje četnost vyčítání dat:

I. kategorie: zařízení umístěná na dálnicích disponující stálou přípojkou elektrické energie a integrovaná do sítě DIS poskytující kapacitní datové připojení k WAN ŘSD.

- frekvence vyčítání intervalových hodinových dat 1x za hod
- frekvence vyčítání dat vozidlo za vozidlem (VBV) 1x za 30 s

II. kategorie: zařízení umístěná mimo DIS disponující stálou přípojkou elektrické energie. Datová konektivita je zprostředkována pomocí mobilních sítí.

- frekvence vyčítání intervalových hodinových dat 1x za hod
- frekvence vyčítání dat VBV 1x za hod

III. kategorie: ostatní zařízení, která nedisponují stálou přípojkou elektrické energie. Datová konektivita je zpravidla řešena pomocí mobilních sítí. Zařízení jsou napájena alternativními zdroji (VO, fotovoltaický ostrovní systém apod.). Frekvence vyčítání dat bude stanovena individuálně dle možností konkrétní lokality (např. 1x denně v době provozu VO v nočních hodinách apod.). Frekvence vyčítání dat v této kategorii bude v rámci této zakázky definována v rámci implementační analýzy Dodavatelem a odsouhlasena Objednatelem.

3.2.4 Úpravy a implementace jednotlivých technologií

V případě technologie typu ASD3u musí dojít k úpravě SW/FW sčítače tak, aby poskytoval definovaná dopravní a provozní data směrem k nadřazenému prvku, kterým bude fyzický, případně virtuální DIS server. Zároveň musí dojít u zařízení umístěných mimo DIS k rekonfiguraci síťového nastavení, aby nově komunikoval sčítač pomocí mobilních dat v rámci uzavřené APN ŘSD ČR.

Požadovaná dopravní data:

- Klasifikace vozidla (8+0)
- Hodinové zátěže
- VBV

Minimální atributy intervalových dat:

- Počet vozidel v dané klasifikační třídě
- Průměrná rychlost vozidel v dané klasifikační třídě

Minimálně atributy dat typu VBV:

- Datum
- Čas
- Číslo jízdního pruhu
- Směr
- Délka vozidla
- Rychlost vozidla
- Časový odstup čel po sobě následujících vozidel
- Kategorie vozidla (základní 8+0)

Minimální množina požadovaných provozních dat:

- Aktuální čas sčítače
- Lokalita ID / Název
- SIM (ICCID, tel. číslo, IP), IMEI, APN
- LAN (IP, MAC)
- Detektor (sériové číslo, číslo FW)
- Stav / porucha detektoru
- Stav / porucha smyček
- Stav / výpadek sčítání
- Stav / porucha napájení
- Stav / porucha konektivity

Požadavek na vzdálené ovládání technologie:

- Reset sčítače/detektoru
- Reset smyček

- Nastavení času sčítače
- Aktualizace firmware
- Zálohování konfiguračního souboru
- Nahrání konfiguračního souboru po resetu systému
- Vymazání datového úložiště

V případě technologie typu M680 musí dojít k úpravě SW/FW sčítače tak, aby poskytoval získaná dopravní a provozní data metodou PUSH (tlačení dat) směrem k nadřazenému prvku, kterým bude fyzický, případně virtuální DIS server. Zároveň musí dojít u zařízení umístěných mimo DIS k rekonfiguraci síťového nastavení, aby nově M680 komunikovaly pomocí mobilní datové sítě v rámci uzavřené APN ŘSD ČR.

Požadovaná dopravní data:

- Klasifikace vozidla (8+0)
- Hodinové zátěže
- VBV

Minimální atributy intervalových dat:

- Počet vozidel v dané klasifikační třídě
- Průměrná rychlost vozidel v dané klasifikační třídě

Minimálně atributy dat typu VBV:

- Datum
- Čas
- Číslo jízdního pruhu
- Směr
- Délka vozidla
- Rychlost vozidla

- Časový odstup čel po sobě následujících vozidel
- Kategorie vozidla (základní 8+0)

Minimální množina požadovaných provozních dat:

- Aktuální čas sčítače
- Lokalita ID / Název
- SIM (ICCID, tel. číslo, IP), IMEI, APN
- LAN (IP, MAC)
- Detektor (sériové číslo, číslo FW)
- Stav / porucha detektoru
- Stav / porucha smyček
- Stav / výpadek sčítání
- Stav / porucha napájení
- Stav / porucha konektivity

Požadavek na vzdálené ovládání technologie:

- Reset sčítače/detektoru
- Reset smyček
- Nastavení času sčítače
- Aktualizace firmware
- Zálohování konfiguračního souboru
- Nahrání konfiguračního souboru po resetu systému
- Vymazání datového úložiště

Stávající technologie ASD7-WIM a UnicamWIM (vybudované před rokem 2018-2019) neumožňují při současném SW nastavení předávat dopravní data v podobě hodinových agregovaných zátěží pro 8 kategorií vozidel, dle současných požadavků ŘSD ČR, a ani napřímo

komunikovat pomocí univerzálního API. U těchto WIM systémů, které jsou aktuálně provozovány již jen v počtu několika málo kusů, nebudou v rámci optimalizace sběru dat plánovány žádné činnosti, resp. úpravy. U nových WIM systémů musí dojít k úpravě SW/FW tak, aby bylo zajištěno poskytování požadovaných dopravních a dat. Provozní data systému WIM jsou již v tuto chvíli přenášena na nadřazené prvky a není třeba řešit úpravu technologií jako takových. V případě požadavku třetích stran (PČR, státní správa, ORP) na přímý přístup k technologii, bude zřízen přístup do sítě ŘSD pomocí VPN s patřičným oprávněním.

Požadovaná dopravní data:

- Klasifikace vozidla (8+0)
- Hodinové zátěže
- VBV

Minimální atributy intervalových dat:

- Počet vozidel v dané klasifikační třídě
- Průměrná rychlost vozidel v dané klasifikační třídě

Minimálně atributy dat typu VBV:

- Datum
- Čas
- Číslo jízdního pruhu
- Směr
- Délka vozidla
- Rychlost vozidla
- Časový odstup čel po sobě následujících vozidel
- počet náprav
- celková hmotnost vozidla
- informace o přetížení vozidla

- validita měření
- Kategorie vozidla (základní 8+0)

3.2.5 Vybudování virtuálního DIS serveru

Sčítače dopravy nacházející se mimo síť DIS-SOS jsou s centrálními prvky zpravidla propojeny sítěmi mobilních operátorů a napojeny na technologické servery dodavatele. V rámci unifikace způsobu vyčítání dat bude vytvořen virtuální DIS server se SW vybavením shodným s DIS servery umístěnými na jednotlivých SSÚD. V rámci optimalizace přenosu dat bude vytvořen Software v prostředí DIS serveru, včetně mapové vizualizace a do tohoto prostředí se integrují všechny ASD nacházející se mimo síť DIS-SOS. Způsob vyčítání dat bude shodný jako v rámci sítě DIS-SOS s tím rozdílem, že budou odlišně nakonfigurované frekvence vyčítání, a to z toho důvodu, že některé z lokalit ASD nedisponují trvalou přípojkou elektrické energie.

3.2.6 Implementace jednotného rozhraní na straně DIS serverů

DIS servery slouží jako distribuovaná páteřní síť pro sběr a obsluhu zařízení. Dopravně provozní data jsou z technologií ASD sbírána a přenášena do vnitřních databází DIS serverů. Zde dochází k základnímu zpracování a vizualizaci stavu technologií. V rámci optimalizace sběru dat musí dojít na straně DIS serveru k implementaci jednotného telematického rozhraní (JTR). Rozhraní bude sloužit pro přenos dopravně-provozních dat z technologie ASD směrem k nadřazeným centrálním prvkům. Toto rozhraní bude implementováno na všechny stávající lokality DIS serverů, umístěných v rámci technologií jednotlivých SSÚD a zároveň na nově vzniklém virtuálním DIS serveru integrujícím zařízení umístěné mimo síť DIS-SOS.

3.2.7 Jednotné komunikační rozhraní pro sběr dat z ASD

Na určeném serveru bude zpřístupněno jednotné programové rozhraní (API) pro monitoring, základní správu a sběr dat z ASD. Toto rozhraní bude implementováno na distribuovaných DIS serverech tak, aby bylo zajištěno průběžné zasílání dopravních a provozních dat z technologií ASD směrem na centrální prvek. Z centrálního prvku si již budou moci jednotliví uživatelé data dle potřeby stahovat.

Z hlediska telematiky je automatická detekce pro sběr dat nejdůležitější součástí. Proto je potřeba tento sběr dat mít co nejpřesnější, nejefektivnější a uživatelsky lehký a dosažitelný. Data získaná z ASD jsou dále využívána pro správné nastavování řídicích systémů v dopravě jako vstupy pro vytváření modelových situací a při plánování uzavírek. Dále jsou tato data využívána pro celostátní sčítání dopravy.

3.3 Detekce jízdy v protisměru

Jako jedním z bezpečnostních prvků navrhuje autor této diplomové práce osazení dálnic systémem detekce jízdy v protisměru jako doplňující prvek pro již zmíněnou značku „Stop-protisměr“ viz Obr. 39 v kapitole 1.3.1 Neproměnné svislé dopravní značení. Značení touto značkou by mělo vést k omezení situací, kdy se dezorientovaný řidič dostane do protisměru v nájezdu na dálnici. I přesto, že by měly být nájezdy na dálnice a rychlostní komunikace, stejně jako sjezdy na těchto silnicích, dostatečně touto značkou označeny, stává se, že se řidič dostane do protisměru. Když už tato situace nastane, je nutností co nejdříve inkriminované vozidlo zjistit (detekovat) a za pomoci všech informačních prostředků viz Obr. 39, informovat jak samotného řidiče vozidla, tak ostatní uživatele dálnice o nebezpečné situaci.



Zdroj: (38)

Obr. 39 Značka STOP-PROTISMĚR

Informaci o jízdě v protisměru lze předat několika způsoby. Zobrazením na VMS viz Obr. 40, nebo prostřednictvím informačních médií. Určitě by bylo vhodné zobrazovat na ZPI informaci v cizím jazyce. Autor této diplomové práce se domnívá, že na ZPI by měla být varovná informace, která je zobrazena v češtině, souběžně zobrazena i v angličtině. Angličtina je oficiálním celosvětovým jazykem a předpokládá se, že je nejvíce mezi obyvateli všech kontinentů rozšířena. Může se stát, že se v protisměru ocitne občan jiného státu nehovořící

českým jazykem. V takovém případě by měly být zobrazeny oba nápisy najednou. Není totiž možné v této krizové situaci přepínat mezi jednotlivými výstražnými oznámeními v různých jazycích, a to z hlediska co nejkratšího časového momentu, kdy se řidič na nápis zaměří. Co se týče médií, tak by mohla informace být předávána i v několika jazycích za sebou.



Zdroj: (38)

Obr. 40 VMS – jízda v protisměru

3.3.1 Frekvenční modulovaný kontinuální radar (FMCW Radar).

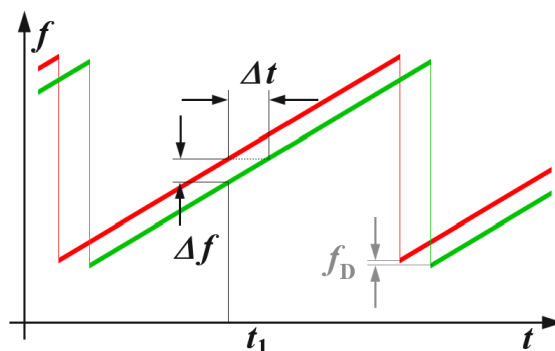
Systémů, které detekují jízdu v protisměru, je celá řada. Návrhem autora této práce je systém založený na radarové technologii, viz Obr. 41. Princip měření je pomocí frekvenčně modulovaného kontinuálního radaru (FMCW Radar). FMCW radar je speciální typ radarového senzoru, který vyzařuje nepřetržitý vysílací výkon jako jednoduchý radar s kontinuální vlnou (CW-Radar). Na rozdíl od CW radaru může FMCW radar během měření měnit svou provozní frekvenci. Což dle názoru autora této diplomové práce je nutností pro funkční detekci jízdy v protisměru. Princip je popsán níže.



Zdroj: (39)

Obr. 41 FMCW Radar – jízda v protisměru

Jednoduchá radarová zařízení s kontinuálními vlnami bez frekvenční modulace mají tu nevýhodu, že nemohou určit cílový rozsah, protože postrádají časovou značku nezbytnou k tomu, aby systém mohl přesně načasovat vysílací a přijímací cyklus a převést jej na rozsah. Takový časový odkaz pro měření vzdálenosti stacionárních objektů ale může být generován pomocí frekvenční modulace přenášeného signálu. Při této metodě je přenášen signál, který pravidelně zvyšuje nebo snižuje frekvenci. Když je přijat signál ozvěny, tato změna frekvence dostane zpoždění Δt (posunem běhu) jako technika pulzního radaru. V pulzním radaru však musí být doba běhu měřena přímo. V radaru FMCW se místo toho měří rozdíl ve fázi nebo frekvenci mezi skutečně vysílaným a přijatým signálem, viz Obr. 42 (40).



Zdroj: (40)

Obr. 42 FMCW Radar – graf rozsahu systému

Kde:

t čas [s]

f frekvence [Hz]

FMCW radar dokáže zachytit a sledovat až 128 vozidel současně s pokrytím až 4 pruhů. Výhodou je neintrusivní instalace, zaznamenávání údajů o každém vozidle (klasifikace, směr jízdy, pozice vozidla, rychlost) a flexibilní definice pruhů.

3.3.2 Implementace detekce jízdy v protisměru

Důležitým prvkem při instalaci systému detekce jízdy v protisměru na dálnicích v České republice je jejich vhodné umístění. Autor této diplomové práce se domnívá, že by kritéria pro umístění tohoto systému měla být dvě. Prvním a zároveň hlavním kritériem by měla být četnost výskytu těchto událostí. ŘSD ČR si o těchto výskytech vede evidenci. Proto pokud se tato událost vyskytne více než dvakrát za krátké časové období (půl roku) na stejném úseku, mělo by dojít k implementaci tohoto systému. V druhém případě by měla být instalace prováděna z preventivních důvodů. Autor této diplomové práce se domnívá, že u tohoto kritéria by se mělo vycházet z povahy předpokládané nebo již známé intenzity dopravy a skladby dopravního proudu. Ideálním případem by bylo osadit systém detekce jízdy v protisměru před nebo za každým nájezdem dálnice.

3.4 Sledování obsazenosti parkovišť na odpočívkách

V České republice nyní máme vyřešenou jednu ze dvou funkcionalit systému. Vyřešenou je navádění na volná parkovací místa za pomoci PDZ a ZPI. Tou druhou, která není v České

republike řešena je přenos informace o volných parkovacích místech samotnému řidiči nákladního automobilu za pomoci webového rozhraní nebo mobilní aplikace.

3.4.1 Doplnění modulu provozních a cestovních informací (TTI)

Návrhem autora této diplomové práce je doplnění systému obsazenosti parkovišť o modul provozních a cestovních informací pro kamiony (TTI) viz Obr. 18. Tento modul by poskytoval informace pro kamiony v reálném čase. Dynamická data o parkování by se předávala do modulu TTI, který by současně získával další dostupná dopravní data relevantní pro nákladní silniční dopravu. Připravená data by byla vhodným způsobem prezentována uživatelům prostřednictvím webového rozhraní a mobilní aplikace. Řidič kamionu by na svůj mobilní telefon dostával konkrétní informaci o obsazenosti odpočívky, na které má naplánovaný odpočinek. Dopravce musí při přepravách, na které se vztahuje nařízení (ES) č. 561/2006 o době řízení, přestávkách a době odpočinku (41) nebo Evropská dohoda o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě AETR zajistit, aby řidič dodržoval bezpečnostní přestávku, denní dobu odpočinku, týdenní dobu odpočinku a dobu řízení. Odpočívky slouží pro dodržování bezpečnostní přestávky a denní doby odpočinku. Bezpečnostní přestávka je doba, během níž nesmí řidič řídit ani vykonávat žádnou jinou práci, a která je určena výhradně k jeho zotavení. Po 4,5 hodinách řízení musí mít řidič nepřerušenu přestávku nejméně 45 minut, pokud mu nezačíná doba odpočinku. Tato přestávka může být nahrazena přestávkou v délce nejméně 15 minut, po níž následuje přestávka v délce nejméně 30 minut. Denní doba odpočinku je tzv. nedělený odpočinek. V průběhu každých 24 hodin musí mít řidič odpočinek nejméně 11 po sobě následujících hodin, který smí být zkrácen na nejméně 9 po sobě následujících hodin nejvýše třikrát mezi dvěma týdenními dobami odpočinku nebo tzv. dělený odpočinek, ve dnech, ve kterých se odpočinek nezkracuje, smí být čerpán ve dvou oddělených částech během 24 hodin, přičemž první z těchto částí musí trvat nejméně 3 po sobě následující hodiny a druhá nejméně 9 po sobě následujících hodin. V takovém případě se minimální doba odpočinku prodlužuje na 12 hodin. Jsou-li ve vozidle nejméně dva řidiči, musí mít každý z nich denní odpočinek nejméně 9 po sobě následujících hodin za každé období 30 hodin (42). I když se jedná o funkcionalitu, která je již vyvinuta, tak není v ČR implementována. Autor této diplomové práce si je jist, že tato aplikace by byla usnadněním v plánování odpočinků řidičů, a to z hlediska snadnější informovanosti o obsazenosti odpočívky, na které řidič plánuje zastavit. Nicméně je stále velkou otázkou, jak zajistit dostatečnou kapacitu a počet odpočívek. Pokud toto nebude zajištěno, budeme neustále čelit při vykonávání povinných přestávek a odpočinků přeplněnosti stávajících odpočívek a benzínek na dálnicích včetně parkování mimo vyhrazená

místa. Návrhem, jak tuto otázku řešit, se autor zabývá v následující kapitole v rámci návrhu rezervačního systému.

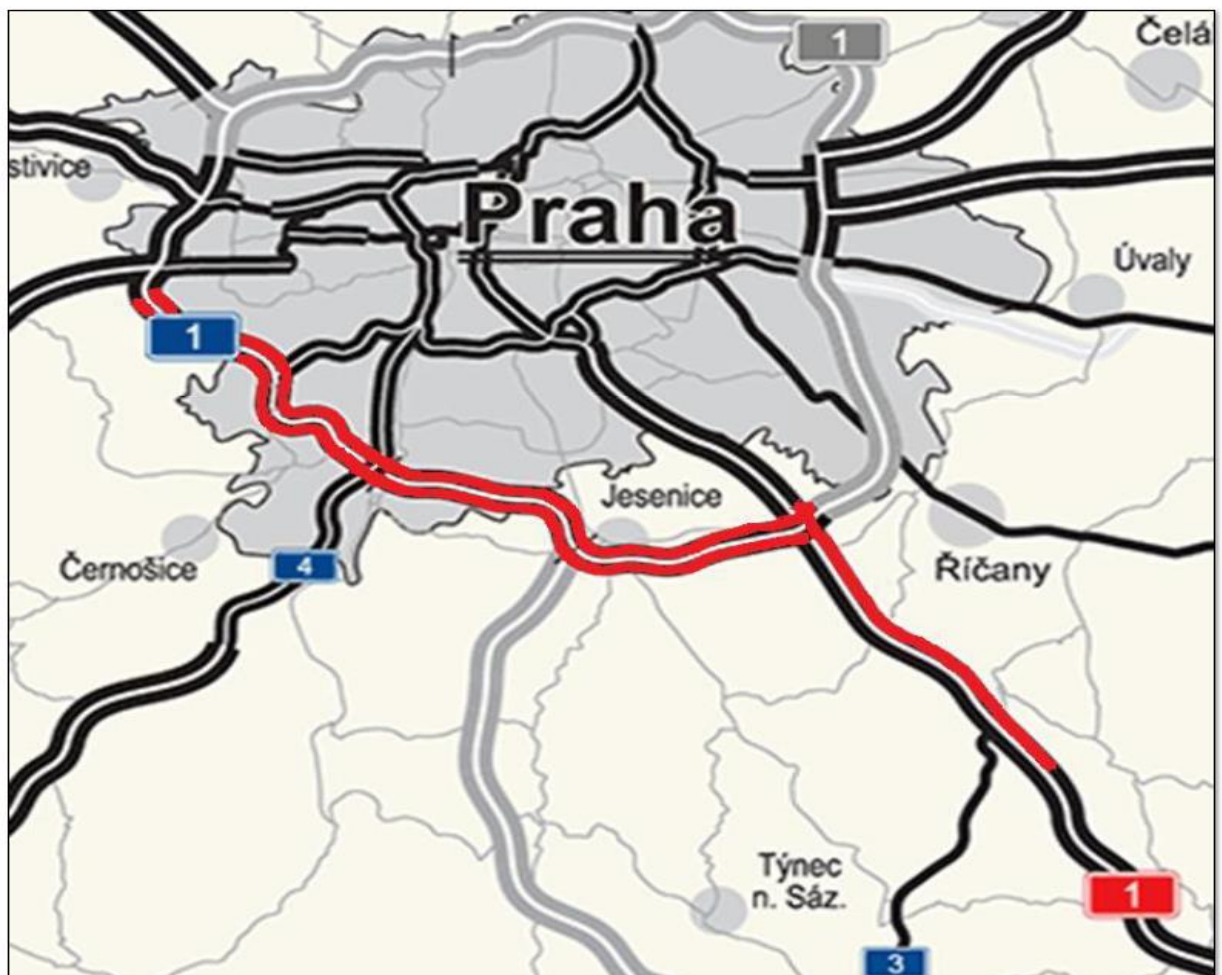
3.4.2 Rezervační systém

Dalším návrhem autora této diplomové práce je doplnění systému obsazenosti parkovišť o rezervační systém, ve kterém by si mohl jak řidič, tak i dispečer u předem plánovaných cest rezervovat místo na odpočívkách k parkování. Každé parkovací místo by se doplnilo o rezervační proměnnou značku. Je na zvážení, zda by se na proměnné značce zobrazoval nápis rezervováno nebo byl tento nápis doplněn i o registrační značku automobilu, který má místo rezervován. Dále by došlo k rozšíření softwaru o modul rezervace. Samotná rezervace by byla placenou službou. Vytvoření takového softwaru musí předcházet analýza, ve které by došlo ke zpracování dat s cílem porovnat počet vytvářených rezervací s počtem volných míst. To znamená, s jakou pravděpodobností dosáhne kamion vytyčeného cíle, který si předem naplánoval a kde rezervaci provedl nebo provede. Vstupní data pro tuto analýzu by bylo možné získat od samotných dopravců, kteří dálnice v ČR využívají, společně s porovnáním z databází ŘSD z ASD, které dovedou kategorizovat jednotlivé druhy dopravy (rozpoznat, zda se jedná o nákladní nebo osobní automobil). Takto bude možné si udělat přehled nad opravdu uskutečněnou kamionovou dopravou v určitém období na určitém úseku. Získaná data by byla použita pro samotný výpočet možných rezervací na určité odpočívce za určité období. Analýza by prokázala, zda je momentální kapacita parkovišť na odpočívkách dostatečná, a ukázala by, zda je možné takový systém momentálně vůbec v podmínkách ČR na dálnicích vytvořit. Další využití analýzy autor této diplomové práce spatřuje při plánování budování odpočívek.

Rezervační systém by měl za cíl usnadnit práci jak řidiči kamionu, tak práci dispečerů při plánování tras a tím spojených povinných odpočinků a bezpečnostních přestávek. Nicméně zde nastává otázka, jak zajistit, že řidič ve stanovený čas na rezervované místo dorazí, a tím neporuší žádné z pravidel o vykonávání bezpečnostních přestávek a dob odpočinků. Jedním z řešení by mohl být časový limit. Tento limit by udával časový úsek, jak daleko lze dopředu místo rezervovat, a po jakou dobu na rezervovaném místě setrvat. Dále by bylo vhodné v rámci rezervačního systému sledovat i polohu vozidla, které má udělanou rezervaci. Řidič nebo dispečer by tak mohl být informován, zda je rezervované místo ještě v jeho dojezdu. Pokud by již rezervované místo nebylo v jeho dojezdu, byl by systémem vyzván k rezervaci místa, kam může ve svém limitu ještě dojet. Původní rezervace by se automaticky po rezervaci nového místa zrušila.

3.5 Návrh úprav a nových funkcionalit liniového řízení dopravy (LŘD)

Liniové řízení dopravy (LŘD) v České republice je jediné provozováno na Silničním okruhu kolem Prahy (SOKP) na dálnici D0 a části dálnice D1 viz Obr. 43, označeno červeně. Tento systém byl vyvinut a implementován roku 2010. Zkušební provoz probíhal do roku 2012 a ostrý provoz byl tedy zahájen v roce 2013. Jelikož se jedná, jak již bylo zmíněno, o první instalaci a provoz v Česká republice, je zcela přirozené, že musí proběhnout úprava tohoto systému, a to zejména na základě získaných zkušeností s jeho provozem, technologických možností a změn podmínek na provozovaném úseku (zejména zvýšení intenzity dopravy). Tyto úpravy mají jeden cíl. Vylepšit funkčnosti LŘD, což znamená vylepšení provozování a obsluhy tohoto systému. Autorovi návrhy na úpravy a nové funkcionality tedy vychází z provedené analýzy provozu tohoto stávajícího systému.



Zdroj: (6)

Obr. 43 Současně liniové řízení na SOKP

Autor této diplomové práce se jako zaměstnanec ŘSD účastní rozvoje tohoto systému. Na základě provedeného dlouhodobého pozorování funkčnosti systému a celkové koncepce dalšího rozvoje systému LŘD, která byla vytvořena v letech 2018 – 2020, je nutné provést celkový upgrade systému. Upgrade systému obsahuje jak úpravu řídicího softwaru s doplněním nových funkcionalit, tak doplnění jednotlivých hardwarových součástí.

3.5.1 Model s následnou simulací

V první řadě, k čemuž u stávajícího systému před instalací nedošlo, je nutné vytvořit model s následnou simulací. Tento model musí být vytvořen s dostatečným předstihem před samotným provedením upgradu stávajícího LŘD. Časový prostor bude využit pro potřebu výzkumu, spočívající v simulaci možných nastalých situací v dopravním proudu. To znamená zjištění příčin vznikajících kongescí a dalších případných nestandardních situací s následnými opatřeními vedoucími k odstranění těchto anomálií. Autor této diplomové práce navrhuje vytvořit model po jednotlivých úsecích. Úseky by kopírovaly mezikřižovatkové úseky společně s nájezdy a výjezdy. Data pro vytvoření modelu budou poskytnuta ze stávajícího systému LŘD a z ASD. Lze využít i kamerový systém, který je na D0 instalován. Na základě zjištěných výstupů z modelu bude vytvořena technická specifikace pro následný upgrade LŘD s využitím pro budoucí instalace.

Autor upozorňuje, že z modelových situací může vyplynout, že v současné době je kapacita stávající komunikace nedostatečná. ŘSD ČR s touto variantou počítá. Proto již v úseku mezi sjezdy D5 (exit 23) a Barrandov (exit 16), kde je tato situace zjevná, zahajuje projekční práce na zkapacitnění tohoto úseku.

3.5.2 Doplnění detekce na nájezdech a sjezdech

V další řadě je potřeba znát intenzity dopravy na přilehlých komunikacích, a to zejména na všech sjezdech a nájezdech na dálnici. Autor této diplomové práce navrhuje doplnění systému LŘD o detekci na již zmiňované komunikace. U sjezdů a nájezdů je vytváření kongescí nejčastější. V tomto případě dle názoru autora této diplomové práce postačí osazení detekčního zařízení (intrusivního detektoru) na začátku sjezdu a na konci nájezdu. Vhodné detekční zařízení autor této diplomové práce navrhuje otestovat na jedné dálniční křižovatce. Jiná situace je ovšem na spojnici s dálnicí D5. Na dálnici D5, kde je intenzita dopravy jako na příjezdové a odjezdové komunikaci na D0 nejvyšší, navrhuje autor stávající LŘD rozšířit, jak o detekční řezy, tak o řídicí portály. Z předchozích zkušeností autora této diplomové práce, z kterých čerpá, je rozšíření potřebné minimálně v úseku exit 1 až exit 10. Detekční řezy společně

s řídicími portály musí být rozmístěny po celé této délce v rozmezí 1 – 1,5 km od sebe, a to ve směru k D0. Samozřejmostí je, že i pro tento úsek bude rozhodující výstup z modelu.

3.5.3 Nové funkcionality

V poslední řadě je potřeba provést u stávajícího LŘD úpravy funkcionalit, dle získaných zkušeností během provozu, které budou využity pro budoucí instalace. Autor této diplomové práce se domnívá, že vhodnými úpravami stávajícího systému LŘD jsou:

- změna sběru vstupních dat,
- úpravy stávajících událostí,
- vytvoření nových událostí.

Změna sběru vstupních dat spočívá v nové instalaci vhodně zvolené technologie pro sběr dat a doplnění detekce na sjezdech a nájezdech na všech dálničních křižovatkách, kde je doprava řízena LŘD. V současné době probíhá sběr dat za pomoci technologie indukčních smyček. Tato technologie dle názoru autora této diplomové práce není zcela vyhovující. Momentálně se na stávajícím úseku LŘD na D0, který je dopravou extrémně zatížen, projevuje její velká poruchovost. Poruchovost je způsobená změnou vlastností materiálu použitého pro samotnou indukční smyčku. Díky vysokému zatížení dochází k deformaci použitého materiálu, což má za následek změnu vlastnosti tohoto materiálu a tím i změnu hodnot potřebných pro samotné měření. Tato změna se po překročení rozsahu požadovaných hodnot vyhodnotí jako porucha. Příklad z měření indukčních smyček, kterého se autor této diplomové práce zúčastnil, a byl zjištěn nevyhovující stav, je uveden v Tab. 2.

Tab. 2 Měření indukčních smyček na D0 21,8 km

Dálnice: D0	km: 21,8		Požadované hodnoty
Směr dopravy	D1		
smyčka číslo	1	2	
R_{iz} [M Ω] (napětí 500 V)	> 500	< 1	> 20
R_s [Ω] (při 1kHz)	0,6	0,8	max 4,0
měřicí přístroje: UT501A (R_{iz}), DT-9931 (R_s)			měřil: Pfeifer

Zdroj: Autor

Kde:

R_{iz} izolační odpor [$M\Omega$]

R_s měrný odpor [Ω]

Z Tab. 2 vyplývá, že hodnoty kontrolního měření smyčky č. 1 jsou vyhovující. Smyčka č. 2 nespĺňuje požadované hodnoty pro izolační odpor vůči zemi, musí se tedy vyměnit. Tady nastává velká komplikace. Výměna se musí řádně naplánovat s ohledem na probíhající dopravu. Jelikož se jedná o intrusivní detektor, výměna je možná pouze zásahem do vozovky. Naplánování takového zásahu trvá 2 – 3 měsíce. V zimním období není vůbec možný a během období nefunkčnosti smyčky není sběr dat zajištěn, tudíž řízení provozu LŘD není plně možný. Je tedy nutné najít systém, který zajistí sběr dat v požadovaném rozsahu a kvalitě, nebude poruchový při extrémním zatížení a nebude náročný na servis, údržbu, případně jeho výměnu. Autor této diplomové práce doporučuje otestovat dostupné technologie z řad mikrovlnných detektorů, radarů a wifi detektorů. Otestování by mělo proběhnout na detekčním řezu v zastoupení všech možných a doporučených technologií. Jedním z faktorů, které je potřeba vzít na zřetel, je i fakt, že po dosažení implementace C-ITS již tyto technologie nebudou v takové míře potřeba. Předpokladem je, že sběr dat pro LŘD bude probíhat prostřednictvím kooperativního systému C-ITS. Autor této práce se domnívá, že je toto je správná cesta.

Úpravy stávajících událostí spočívá v nastavení vzniklých událostí na základě meteorologických podmínek a nestandardních situací, jako jsou havárie či uzavírky. Momentálně jsou v LŘD meteorologická data přijímána z každé SMS umístěné na D0 a D1, což má za následek rozdílnost mezi jednotlivými přenesenými daty z SMS. Během provozu bylo zjištěno, že takto přenášená data jsou pro potřebu LŘD nevyhovující a vedou k zmatečnému řízení. Autor této diplomové práce na základě získaných zkušeností během provozu stávajícího systému LŘD navrhuje implementaci meteorologického modulu, který by vyhodnocoval (porovnával a průměroval) informace z jednotlivých SMS a ty přiřazoval do předem určených skupin řídicích portálů. Takto by bylo zajištěno, že na krátkém úseku by nedocházelo k několika událostem najednou.

Jako **nové události** navrhuje autor této diplomové práce doplnit LŘD o událost boční vítr, hlukovou zátěž, nebezpečí vzniku kolony a dodržování rozestupu vozidel. Událost **boční vítr** by znamenala pouze rozšíření přenosu dat z SMS. Přenos by probíhal po sloučených skupinách, tak jak je popsáno výše v úpravě stávajících událostí. Událost **hluková zátěž** by vyžadovala

rozšíření LŘD o externí zařízení na měření hluku. Zařízení by byla rozmístěna na základě hlukového měření. Měření musí být provedeno specialistou. ŘSD ČR těmito specialisty disponuje, takže měření je možné provést interními kapacitami. Na základě tohoto měření a doporučení specialistů by se externí zařízení pro měření hluku instalovala na místa jimi určená. Samotná událost by byla zobrazována na PDZ, a to omezením rychlosti při překročení hlukové úrovně. Autor této diplomové práce doporučuje doplnit portál LŘD o dodatkovou LED tabulku, na které by bylo možné zobrazit nápis „OMEZENÍ HLUKU“. Událost **nebezpečí vzniku kolony** by vznikla na základě predikce vývoje dopravní situace. To znamená na základě získaných dlouhodobých opakujících se denních událostí, souvisejících s vysokou intenzitou dopravy. Data lze získat jak ze systému ASD, tak ze stávajícího systému LŘD. I když principem LŘD je v co největší míře těmto stavům předcházet, tak se autor této diplomové práce domnívá, že pro psychologii řidiče je tato událost, která by se zobrazovala na ZPI, událostí potřebnou. Událost **dodržení rozestupu vozidel** je z pohledu autora této diplomové práce již standardní informací, která by měla být samozřejmostí pro každého účastníka provozu. Nicméně k nedodržování rozestupu mezi jednotlivými vozidly dochází poměrně často. Návrhem tedy je doplnit tuto událost a zobrazovat průběžně na IP.

3.6 Kooperativní inteligentní dopravní systém (C-ITS) - rozvoj

Jak již bylo uvedeno v kapitole 2.5.2, je C-ITS stále ve fázi rozvoje. Dle názoru autora této diplomové práce by se měl C-ITS v budoucnu stát hlavním řídicím a informačním systémem v řízení silniční dopravy. S jeho postupným rozvojem zcela přirozeně dojde k zániku některých dnes využívaných telematických technologií anebo k jejich využití v rámci komplexnosti C-ITS. Aby mohlo dojít k naplnění podstaty kooperativního systému, musí být každý dopravní prostředek vybaven tzv. vozidlovou jednotkou.

3.6.1 Legislativní rámec

Pro rozvoj takového systému musel vzniknout legislativní rámec. To jak na nadnárodní (evropské) úrovni, tak na národní. Tato legislativa určuje rámec nasazení a použití. Rámec na nadnárodní úrovni je dán evropskou směrnicí 2010/40/EU, Směrnice o zavádění ITS (43) a sdělením o spolupracujících ITS, COM (2016) 766 (44). V České republice je to legislativa v oblasti ITS, která zahrnuje řadu dokumentů. Autor této diplomové práce považuje za nutnost na legislativní rámec upozornit, protože nasazení tohoto systému se dotkne každého z nás.

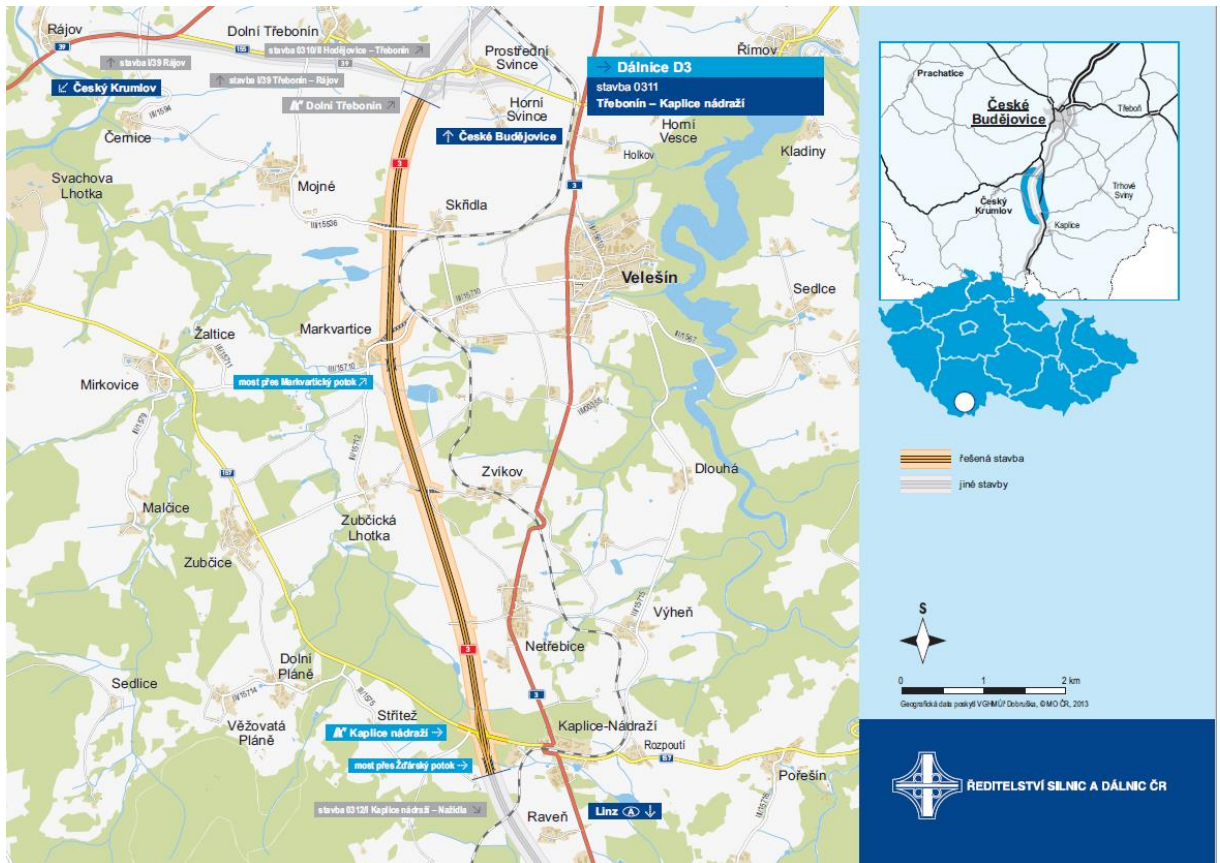
3.6.2 Rozvoj pilotního projektu

Pilotním a zatím jediným projektem je projekt MIRUD. Systém C-ITS v rámci tohoto projektu byl vybudován v letech 2016 – 2017 mezi Mirošovicemi a Rudnou. Projekt obsahoval osazení RSU na infrastruktuře s centrální stanicí C-ITS BO společně s instalací RVU a OBO jednotek do vozidel ŘSD. Tento projekt byl až do konce roku 2020 v testovacím (studijním) provozu. 1.1.2021 pak plynule přešel do pilotního provozu, ve kterém si ŘSD ČR dále vyhranilo právo na možnost realizace změn a rozšíření/rozvoj C-ITS systému. V rámci implementační studie rozvoje C-ITS systému na kooperativním koridoru Mirošovice – Rudná byly identifikovány vhodné technologie umožňující detekování mimořádných dopravních událostí. Při využití těchto dodatečných technologií, stejně jako při optimalizovaném využití stávající datové základny aktuálně provozovaného C-ITS systému ŘSD ČR, je viditelný potenciál pro zvýšení přínosů ITS služeb, především z pohledu vyloučení potenciálně nebezpečných dopravních situací a snížení počtu dopravních nehod. V rámci pilotního projektu je navrženo, že bude realizována instalace 3 typů dodatečných technologií umožňující sběr bodových a úsekových dopravních dat (ASD, laserový skener, ANPR kamery), dojde k zapojení nejmodernějších kamerových technologií využívaných ŘSD ČR pro dohled nad komunikacemi (kamery Bosch MIC poslední generace) do datové základny C-ITS systému a bude otestováno využití maximálního množství informací, které jsou již v současné době obsaženy v automaticky generovaných a nepřetržitě vysílaných zpráv typu zpráva o spolupráci (CAM - Cooperative Awareness Message) přímo v jednotce RSU na lokalitě. Vyhodnocení pilotního provozu pak umožní určit spolehlivost detekce mimořádných dopravních událostí, včetně generování odpovídajících typů C-ITS událostí, a povede k doporučení dalšího směru rozvoje C-ITS systému ŘSD ČR jako celku.

Autor této diplomové práce považuje C-ITS jako komplexní ITS pro silniční dopravu, který sám o sobě je novým návrhem, kam se silniční doprava v rámci ITS ubírá a dále ubírat bude. Cílem rozvoje tohoto systému je sjednocení řízení dopravy v celé EU, s čímž se autor této diplomové práce zcela ztotožňuje. Základem je však vybavení vozidel OBU jednotkami. Plánem evropské unie je mít OBU jednotky v 95 % vozidlech do roku 2035. Pokud se to takto podaří, budeme moci již informace o dopravních proudech získávat z tohoto systému.

4 NÁVRH ROZSAHU APLIKACE NA DÁLNICÍCH V ČR

V kapitole Návrh rozsahu aplikace na dálnicích v ČR budu aplikovat prvky ITS na vybraném úseku dálnice. Pro tento účel jsem vybral dálnici D3 v úseku Třebonín – Kaplice nádraží, konkrétně stavba 0311 Třebonín – Kaplice nádraží viz Obr. 44.



Zdroj: (6)

Obr. 44 Dálnice D3 stavba 0311 Třebonín - Kaplice

4.1 Dopravní význam stavby 0311 Třebonín – Kaplice nádraží

Stavba „D3 0311 Třebonín – Kaplice nádraží“ nahradí stávající silnici I/3, která je v mnoha úsecích pro stávající automobilový provoz nevyhovující. Má nevyhovující směrové i výškové uspořádání, přičemž je stávající trasa v kolizi s urbanistickými vztahy v území – prochází jednotlivými obcemi, které se řadí mezi nejvíce nehodová místa. Křižovatky jsou vesměs bez odbočovacích a připojovacích pruhů s častým omezením rozhledových poměrů a omezením předjíždění. Část úseku zároveň prochází ochranným pásmem vodárenské nádrže Římov se zákazem ošetřování chemickými prostředky v zimním období.

Dálnice D3 Praha – Tábor – České Budějovice – státní hranice měří 170,1 km. V současné době je v provozu úsek Nová Hospoda - Tábor - Veselí nad Lužnicí - Bošilec - Ševětín - Borek - Úsilné. Tato stavba řeší pokračování dálnice D3 jižním směrem od úseků Úsilné - Hodějovice - Třebonín. Dálnice D3 je v celé součásti mezinárodní silnice E55 Helsingborg–Berlín–Praha–Salzburg–Benátky–Kalamata. Je také součástí globální sítě TEN-T evropského dopravního koridoru, který spojuje severní a jižní Evropu (6).

4.2 Umístění a popis stavby 0311 Třebonín – Kaplice nádraží

Stavba je jednou ze souboru staveb dálnice D3 mezi Č. Budějovicemi a Rakouskem. Přípravovaná stavba měří 8577 m. Stavba navazuje na již budovanou stavbu „D3 0310/II Hodějovice–Třebonín“ (zahájena v 03/2019). Na konci stavby navazuje plánovaná akce „D3 0312/I Kaplice nádraží – Nažidla“.

Stavba začíná v km 150,973 za budovanou MÚK Třebonín s přeložkou silnice II/155. Odtud trasa pokračuje v zářezu v levostranném oblouku přes zemědělské pozemky. V km 151,497 je navržen obloukový nadjezd polní cesty. Trasa je vedena západně od obce Skřídla, kde je navržen jednopolový most přes silnici III/15536 Mojně–Skřídla.

Dálnice vede na jih v přímém směru a poté se přibližuje po náspu k železniční trati. V km 153,040 bude vybudován třípolový most přes lokální biokoridor. Dálnice klesá v mírném zářezu a v levostranném oblouku podchází nadjezd přeložky silnice III/15710 Markvartice–Velešín. Pětípolovým mostem D3 překonává v km 154,350 místní komunikaci a vodoteč. Východně vede dálnice od Markvartic. Následně trasa stoupáním 3,25 % v přímé po náspu míjí východně Zubčickou Lhotu. V km 155,460 přechází dálnice čtyřpolovým mostem místní komunikaci a vodoteč. V km 155,930 kříží dálnice přesýpaným mostem místní komunikaci Zubčická Lhota – Zvíkov. Následuje zářez, ve kterém se zmírňuje stoupání na 0,91 %.

Další větší dálniční most bude vybudován v km 157,110 přes biokoridor a polní cestu Netřebice–Střítež. Jedná se o čtyřpolový most. Trasa je vedena v zářezu a v pravostranném oblouku okolo Netřebic. V km 157,670 přechází dálnici obloukový nadjezd místní komunikace Netřebice–Střítež.

Přes les se dálnice dostává k MÚK Kaplice nádraží s přeložkou silnice II/157. Křižovatka je navržena jako prstencovitá s okružním pásem o poloměru $R = 50$ m ve spodní úrovni. Větve jsou navrženy na návrhovou rychlost 50 km/h. Budou zde realizovány dva dálniční mosty přes okružní pás, které jsou navrženy jako jednopolové délky 43 m.

Za křižovatkou trasa vede skrz les po náspu v levostranném oblouku k mostu přes Žďárský potok v km 159,437, který je s délkou 153 m nejdelším mostem stavby.

Stavba končí za MÚK Kaplice nádraží a mostem přes Žďárský potok v km 159,512, kde navazuje stavba „D3 0312/I Kaplice nádraží – Nažidla“. Zprovoznění stavby 0311 bude tranzit převeden v úseku MÚK Krasejovka – Kaplice nádraží z doporučené trasy po silnici I/3 na dálnici D3 a silnici II/157. Úsek MÚK Krasejovka – MÚK Třebonín by neměl být do doby zprovoznění této stavby využíván pro tranzitní dopravu. Zároveň silnice I/3 bude převedena v tomto úseku do silnic II. tříd jako II/603 (6).

4.3 Prvky ITS pro stavbu 0311 Třebonín – Kaplice nádraží

Před samotnou aplikací prvků ITS je potřeba nejdříve zjistit, jaká telematická zařízení se při výstavbě nově budovaných dálnic používají, respektive jaká je metodika nasazení prvků. Touto problematikou se autor této diplomové práce obšírněji zabýval v kapitole 2 Inteligentní dopravní systémy (ITS). Další metodickou pomůckou pro nasazení ITS jsou směrnice a pokyny pro výstavbu a požadavky na provedení a kvalitu na dálnicích a silnicích ve správě ŘSD ČR (PPK-ITS). Tyto dokumenty jsou dostupné na webových stránkách ŘSD ČR. Dle již zmíněné metodiky budou aplikovány na tento úsek dálnice tyto telematické systémy:

- Dálniční informační systém (DIS)
- SOS hlásky
- Automatické sčítače dopravy (ASD)
- Meteostanice (SMS)
- Kamerový dohled
- Informační portály a zařízení pro provozní informace
- Kooperativní systém (C-ITS)

4.4 Aplikace prvků ITS pro stavbu 0311 Třebonín – Kaplice nádraží

4.4.1 Dálniční informační systém (DIS)

DIS je základním prvkem systému ITS na dálnicích v ČR. Je tedy zcela logické, že aplikace tohoto systému je prvním krokem z hlediska výstavby telematických systémů pro nově budovaný úsek dálnice D3 0311, respektive pro výstavbu všech nově budovaných dálnic v ČR.

Jelikož se jedná o navazující úsek pro pokračování dálnice D3, bude rozšiřování systému DIS provedeno napojením na již vybudovaný DIS z předchozí výstavby. Prostřednictvím DIS se zajišťuje přenos dat ze všech telematických zařízení po celé síti dálnic v ČR, tudíž musí být zajištěn i z nově budovaného úseku dálnice. Výstavbu DIS lze rozdělit do tří fází:

- Instalace kabelových kanálů, prostupů a komor
- Pokládka kabelového vedení
- Systémová integrace

Kabelové kanály, prostupy a komory

Pro pokládku nové sítě DIS na vybraném úseku je nejdříve nutné realizovat instalaci kabelových kanálů, prostupů a komor. Ty slouží k pokládce hlavního optického kabelového vedení a zároveň k propojení mezi jednotlivými prvky této sítě. První fází je zřízení páteřního kabelového kanálu ve středním dělicím pásu (SDP). Z SDP je pak trasa rozbočena k jednotlivým SOS hláskám (sloužícím i jako datový a napájecí rozvaděč) nebo k rozvaděčům MX za pomoci komor a příčných kabelových prostupů. Kabelové komory mají tu výhodu, že při správném dimenzování (musí se počítat i s prostorovou rezervou) je možné kdykoli v budoucnu kabelový rozvod rozšířit, a to bez zemních prací. Dle názoru autora této diplomové práce je správné dimenzování důležité pro budoucí instalace.

Kabelové vedení

V této fázi instalace probíhá položení (zatažení) kabelového vedení do již připravených kabelových kanálů, prostupů a komor. Do trasy jsou instalovány jak silové kabely pro rozvod napájení jednotlivých zařízení, tak sdělovací a optické kabely pro přenos dat. Optické kabely umožňují rychlejší přenosovou rychlost. Cílem by tedy mělo být pokrytí celé dálniční sítě těmito kabely. Zakončení kabelů je realizováno v SOS hláskách a rozvaděčích MX.

Systémová integrace

Jak již bylo zmíněno výše, zakončení jednotlivých kabelů je provedeno v SOS hláskách a rozvaděčích MX. Tyto prvky slouží na DIS jako datové rozvaděče. Do rozvaděčů jsou instalovány servery a switche pro integraci všech telematických zařízení na nově vybudovaném úseku. Po napojení na stávající systém DIS dojde k rozšíření o nově vybudovaný úsek a tím i k zajištění přenosu dat na centrální prvek ITS.

4.4.2 SOS hlásky

SOS hlásky jsou nasazovány na dálniční tahy z důvodů zvyšování bezpečnosti provozu a pro větší operativnost zásahu při řešení krizových a havarijních situací v dopravě. Hlásky primárně umožňují z trasy dálnice hlasovou komunikaci s operačním pracovníkem. Hlásky dále umožňují (jak již bylo několikrát zmíněno) sběr dat z nejrůznějších technologických zařízení dálnice a jejich přenos na dohledové centrum.

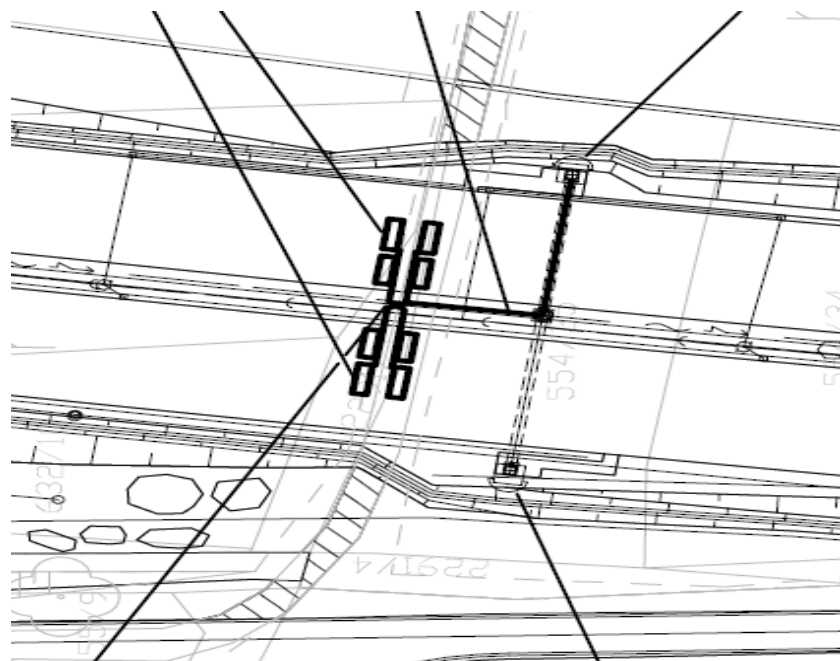
SOS hlásky jsou obvykle instalovány na nově budovaném úseku ve vzdálenostech cca 2 km v obou směrech dálnice. Není žádným způsobem specifikováno, zda je to takto správně nebo není. Dle názoru autora této diplomové práce by bylo vhodné provést revizi umístění SOS hlásek po delším provozu (cca 5 let), a to na základě známých dat z provozu. Tato data by nám upřesnila, kde by bylo vhodné ještě hlásky doplnit. Revizi lze provést hned na již provozovaných úsecích. U nově budovaných úseků dálnic by autor této diplomové práce doporučoval zachovat stávající metodiku společně s podmínkou revize po pětiletém provozu.

Na pravé straně dálnice se instaluje SOS hláska hlavní, na níž je napojena SOS hláska vedlejší umístěná na levé straně dálnice. Levou a pravou stranu dálnice rozlišujeme tak, že u stoupajícího staničení je pravá strana a u klesajícího staničení je levá strana. Hlavní hlásky se od vedlejších liší systémem napojování na páteřní datové rozvody a od toho odvozenou výbavou. Hlavní hláska je napojena optickým kabelem (OK-DIS). Vedlejší hláska je metalickými kabely napojena na protilehlou hlavní hlásku. Hlásky jsou umístěny v páru vstřícně proti sobě. Důvodem jsou ekonomické úspory, a to jak na optickém kabelu, tak na vybavení. Metalický kabel a jeho zakončení je cca o 80% levnější. Má ale omezené použití. Lze ho použít do 80 m délky. V případě, kdy není možné umístit hlásky proti sobě, a kabelová vzdálenost mezi hlavní a vedlejší hláskou je větší jak 80 m (zpravidla rozdíl staničení do 50 m), jsou obě hlásky hlavní a budou napojeny optickým kabelem OK DIS. V řešeném úseku D3 0311 jich tedy bude instalováno 8 ks. Přenos z SOS hlásek bude zajištěn na zařízení umístěné v dohledovém centru SSÚD (z dispečerské digitální ústředny (DDÚ), centrálního datového serveru DIS-SOS a vlastních dohledových pracovišť s vizualizací a servisním dispečerským pultem). Ovládání a přenos dat bude komunikačně řešen po OK-DIS dálničního DIS. V rámci integrace SOS hlásek do DIS musí dojít k softwarovým úpravám na systému zajišťujícím provoz a funkčnost hlásek. Hlásky dle PPK-ITS budou opatřeny nápisem s údajem provozního staničení (km), podsvíceným nápisem SOS a symbolem telefonního sluchátka. Z boku budou hlásky polepeny oranžovou reflexní fólií. Vlastní skelet zařízení bude zhotoven z chemicky odolného nerezů s kvalitní povrchovou úpravou odolnou proti poškození, splňující požadované

normy a krytí. Skelet bude rozdělen na dvě samostatné uzamykatelné části s různými zámky. Jednotlivé SOS hlásky budou začleněny do systému DIS-SOS, kde budou zobrazovány jejich stavy a ovládací funkce (6).

4.4.3 Automatické sčítače dopravy (ASD)

Ve smyslu PPK-ITS ŘSD je požadavek na vybudování jako součást systému DIS v tomto úseku i zařízení ASD. Sčítač dopravy poskytuje informace o počtu a typu projíždějících vozidel a o jejich rychlosti v daném místě mezikřižovatkového úseku. ASD se na dálnicích umísťují do všech mezikřižovatkových úseků. Řídicí jednotka sčítače se umísťuje do vedlejší hlásky systému SOS, tedy do hlásky levé. Autor této diplomové práce navrhuje umístění ASD někde mezi 152 – 158 km. Součástí instalace ASD je i instalace vlastních 8 ks sčítacích smyček ve vozovce obou jízdních pásů D3 v navrženém stanovišti. Pro tento účel slouží na webových stránkách ŘSD ČR výkres opakovaného řešení viz Obr. 45. Po dokončení instalace ASD se provede jeho integrace do systému DIS a zprovoznění. Následně je požadováno geodetické zaměření. Geodetické zaměření je důležité pro celkový přehled a evidenci stanovišť ASD. Všechna nainstalovaná ASD jsou zanesena do geografické mapy přístupné z webových stránek ŘSD ČR. Geodetická zaměření se používají i pro zanesení stanoviště do vizualizace pro potřebu servisních a provozních zásahů.



Zdroj: Autor s využitím (6)

Obr. 45 Umístění stanice ASD

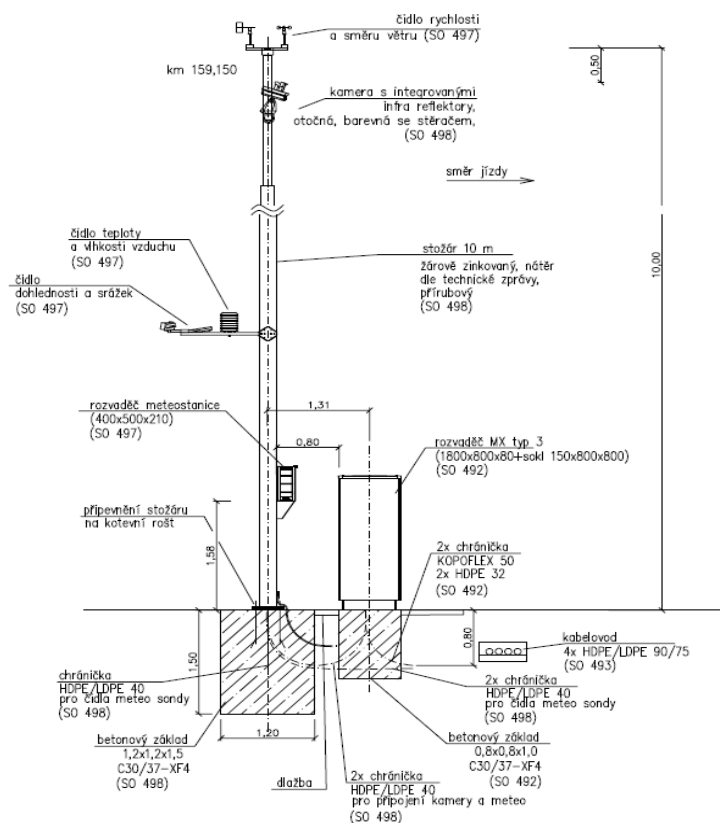
Požadované parametry detektoru a přesnost měření:

Informace o průjezdu vozidla požadované pro každý jízdní pruh:

- Datum průjezdu vozidla
- Čas průjezdu vozidla
- Identifikace jízdního pruhu
- Určení směru jízdy
- Časový odstup čel po sobě následujících vozidel [s]
- Obsazenost smyčky
- Délka vozidla
- Rychlost vozidla
- Kategorie vozidla
- Indikace vzniku kolony

4.4.4 Meteostanice SMS

Pro výstavbu meteostanice na dálnici je nejlepší místo blízko mostních objektů, které jsou pro řidiče nejvyšším rizikem při nepřízní počasí. Je tedy na místě vybrat stanoviště v blízkosti mostního objektu v km 157,110 pro monitorování klimatické a předpovědní situace v této oblasti. Účelem zřízení meteostanice je získávání údajů o stavu vozovky a počasí v místě, kde existuje zvýšené riziko zhoršené sjízdnosti komunikace vlivem náhlé změny povětrnostních podmínek a namrzání vozovky. Stanice bude umístěna vpravo ve směru staničení na 10 m stožáru kamerového systému ve vodotěsném rozvaděči s mřížovým krytem chránícím proti vandalismu. Vše v souladu s PPK-ITS. Jeho uchycení bude ve výši cca 2 m na nosném stožáru. Vnější snímače budou umístěny ve výšce na stožáru na nosné konstrukci (viz čidlo teploty, vlhkosti vzduchu, čidlo množství a druhu srážek). Dále zde budou umístěna čidla (senzory) ve vozovce – na předmostí i na mostním objektu. Výstavbou bude zajištěno hlášení získaných dat na dispečink zimní údržby ŘSD a zejména do systému CMIS, příp. vybrané informace na dispečink PČR. Meteodata musí být přístupná pro systém SOS. Meteostanice musí být integrovaná do systému DIS a umožnit předávání dat v otevřeném formátu ve spektru TCP/IP systému DIS na dispečinky.



Zdroj: (6)

Obr. 46 Typové umístění meteostanice

4.4.5 Kamerový dohled

Předmětem návrhu aplikace je instalace kamerového dohledu CCTV (Closed Circuit Television, uzavřený televizní okruh) a jeho začlenění do systému DIS-SOS. Kamerový dohled je nasazován z důvodů dohledu nad dopravně komplikovanými částmi dálnice a provozně důležitými partiemi pro potřeby údržby a zajištění provozuschopnosti komunikace a také získání vizuálního přehledu o dopravní vytíženosti a stavu dopravy v místech, kde existuje zvýšené riziko vzniku dopravních problémů. Tato místa jsou vytipována dle předchozích zkušeností z minulých výstaveb společně s požadavky dispečerů na přehlednost dálnice. Převážně se jedná o místa zvýšeného rizika tvorby náledí a kongescí. Kamerový systém umožní v určených místech sledování provozu a zjištění aktuálního stavu povrchu vozovky. Kamery neslouží k identifikaci snímaných vozidel a osob. Systém kamerového dohledu se skládá ze zařízení na trase (videokamery, stožáry, kamerové rozvaděče MX, hlásky SOS) a ze zařízení umístěných v datových centrech ŘSD. Videosignál z trasy je směrován prostřednictvím systému DIS-SOS nebo pronajaté přenosové trasy do sítě WAN ŘSD, kde dochází k distribuci do centrálního distribučního rozhraní, kde dojde k jeho archivaci podle podmínek správce

systemu. Zpracování videosignálu je realizováno ve federačním videoserveru, který v případě této stavby nahrazuje lokální videoserver obvykle umístěný na středisku údržby. Systém umožňuje manuální volbu obrazu z libovolné kamery nebo automatický provoz přepínání v závislosti na definovaných stavech a událostech. Dále pak vzdálený přístup ze sítě investora. Řízení přístupových práv je požadováno ve třech úrovních (pasivní uživatel, aktivní uživatel, správce systému) a zabezpečeno uživatelskými hesly. Systémy kamerového dohledu v síti ŘSD ČR musí být vzájemně propojitelný na bázi TCP/IP tak, aby byl v celku vytvořen jeden kompaktní systém nejen na úrovni SSÚD, ale i celé republiky. Prostřednictvím aplikací v CDR (centrálním distribučním rozhraní) ŘSD ČR bude umožněn přenos videosnímků na nadřazená centra dohledu ŘSD a dalším účastníkům videodohledu (NDIC atd.). Videosignál z kamer, ovládání a přenos dat budou v budoucnu integrovány do výhledového střediska údržby, s kterým je počítáno v rámci výstavby dálnice D3. Systém MX skříní, kromě přenosu vlastních ovládacích povelů, bude do DIS-SOS předávat telemetrické a alarmní informace (přenos různých provozních a poruchových stavů jako je ztráta obrazu, ztráta napájení, ztráta komunikace, atd.).

Kamery budou dodány v požadovaném standardu ŘSD ČR PPK-ITS:

Barevné kamery (den/noc) budou v provedení se ZOOM objektivem a s integrovanou stabilizací obrazu. Kamery budou umístěny v krytu se stěračem, s polohovací hlavicí a s vyhříváním. Kamery budou nezálohované a budou napájeny Hi PoE injektorem, který má napětí Electrical Input Voltage 100 to 240 VAC, 50/60 Hz Output Voltage 54-57 VDC (nominal). Napájení bude vedeno stejným kabelem jako videosignál a ovládání. Příslušný rozvaděč (MX, hláska) bude dovybaven PoE injektorem, který zajistí napájení kamerového setu (kamera + IR přísvit). Kamery budou instalovány tak, aby mohly dohlížet do obou směrů dálnice s možností sledování povrchu vozovky. Mechanické připevnění kamer musí splňovat požadavky ochrany proti odcizení. Šrouby a matice budou ve speciálním provedení, aby nebylo možné kameru demontovat, bez použití speciálního nářadí, do 20 min.

IR přísvit bude tvořen infračervenými (IR) osvětlovacími jednotkami instalovanými na společném kamerovém krytu a budou se otáčet společně s kamerou. Napájení bude realizováno jako společné s kamerou po ethernetovém kabelu

Minimální požadavky na IR přísvity:

- LED diody s vysokou účinností

- vyzařovací úhel 60°
- vlnová délka 850 nm (případně jiná dle typu kamery)
- dosvit min. 60 m
- přepínání režimu den/noc kamerou, interní fotobuňkou
- provozní teplotní rozsah –25°C až 50°C
- krytí alespoň IP 55

Kamery budou se umístí na 10 m stožáru v zesíleném provedení pro dostatečně stabilní upevnění, zabraňující vzniku chvění působením povětrnostních vlivů. Protikorozní ochrana stožáru bude v souladu s předpisem ŘSD.

Od kamery bude videosignál sveden kabelem do rozvaděče MX. Přenos digitalizovaného videosignálu a řídicích a signalizačních dat v síti DIS-SOS zajistí metalicko-optický Gigabit Ethernet (GE) přepínač. Z důvodu ochrany přenosového zařízení před přepětím budou na vstupu do rozvaděče MX instalovány přepěťové ochrany (SPD - Surge Protection Device). Přepínače budou podporovat kruhovou topologii a budou kompatibilní s běžně používanými přepínači ŘSD. Přepínač bude vybaven minimálně šesti metalickými Fast Ethernet (FE) porty 10/100/1000 Base-TX (konektor RJ-45) pro připojení k síti DIS a také vybaven dvěma optickými porty 1000Base-LX (konektor LC) pro připojení na vlákna sítě CCTV (6).

4.4.6 Informační portály a zařízení pro provozní informace

Informační tabule ZPI/PDZ poskytují řidičům aktuální dopravní informace s cílem ovlivnit jeho chování, a přispět tak k bezpečnosti silničního provozu. Dle názoru autora této diplomové práce je vhodné rozmístění celkem 2 informační portály, a to v dostatečné vzdálenosti od sjezdu nebo nájezdu, po jednom na každé straně dálnice.

Provedení ZPI/PDZ může být např. plno-maticová tabule, která bude umožňovat zobrazovat nejen texty dopravních informací, ale také dopravní značky, symboly apod. Důvodem je také srozumitelnost pro zahraniční řidiče, zejména řidiče nákladních vozidel. Informační portály a ZPI/PDZ jsou také součástí řízení klimatického rizika nejen na daném úseku, ale i na celé dálnici. To znamená, že podávají informaci o změně počasí na celém úseku dálnice.

Proměnné dopravní značení pro zobrazení informací o dění na komunikaci upozorňuje účastníka provozu na možná nebezpečí (nehody, kolony, povětrnostní podmínky ... atd.) s

rozblikáním varovných žlutých světel v horních rozích a doplňujícími informacemi o délce krizového úseku v dolní části. Zobrazované informace jsou poskytovány z detekčních systémů ve směru jízdy tak, aby účastník mohl včas reagovat na vzniklou situaci. Značka umožňuje obousměrnou komunikaci pro možnost kontroly správně zobrazovaného stavu, či zdali nemá vadné body. V případě výpadku komunikace se značka po daném časovém intervalu sama nastavuje do základního klidového stavu a nezobrazuje žádnou vizuální informaci. Jednotlivé provozní stavy značky jsou zobrazeny na příslušném dohledovém středisku.

Zařízení pro provozní informace (ZPI) na polo/portál je proměnné dopravní zařízení pro zobrazení provozních informací účastníkům silničního provozu. Jedná se o velkoplošnou proměnnou dopravní značku složenou ze světelných bodů LED, které tvoří maticový display. Každý světelný bod je samostatně řízen a dohlížen centrální jednotkou tak, aby bylo možno zobrazit potřebné textové informace. V kombinaci s výše uvedenou PDZ se jedná o účinný systém varování řidičů před nestandardní dopravní situací. Značka umožňuje obousměrnou komunikaci pro možnost kontroly správně zobrazovaného stavu, či zdali nemá vadné body. V případě výpadku komunikace je možné, aby se značka po daném časovém intervalu sama nastavila do základního klidového stavu, kdy nezobrazuje žádnou vizuální informaci. Jednotlivé provozní stavy značky jsou zobrazeny na příslušném dohledovém středisku NDIC.

4.4.7 Kooperativní systém (C-ITS)

Jak již bylo uvedeno v kapitole 3.6 Kooperativní inteligentní dopravní systém (C-ITS) - rozvoj, tak již probíhá jeho pilotní provoz, a tudíž se musí s tímto systémem počítat u nově vznikajících projektů a doplňovat na již vybudované dálniční síti ČR. Z tohoto důvodu autor této diplomové práce proto navrhuje aplikaci C-ITS i na tomto úseku. C-ITS by měl zajistit vzájemnou spolupráci a informovanost jak uživatelů dálnice D3, tak samotných telematických systémů instalovaných na téže dálnici. Princip a fungování tohoto systému je popsán v kapitole 2.5.2 Kooperativní systém (C-ITS).

4.5 SSÚD Kaplice

Pro správu a údržbu řešeného úseku je plánována výstavba nového areálu SSÚD dálnice D3 – SSÚD Kaplice. V SSÚD Kaplice bude umístěn DIS společně s dispečerským pracovištěm pro řízení a dohled na dálnici D3. Součástí SSÚD bude i areál dálničního oddělení policie (DO PČR) a areál Integrované záchranné služby (IZS) zahrnující hasičskou záchrannou stanicí (HZS) a zdravotní záchrannou službu (ZZS) (6).

V tomto objektu budou tedy zpracovávána veškerá data přenesená z hlásek tísňového volání, silničních meteorologických stanic, automatických sčítačů dopravy, kamerového systému a informačních a telematických technologií na stavbě dálnice D3. Z toho vyplývá požadavek na výstavbu dispečerského a řídicího centra pro vybavení a dohled hlásek SOS a dále technického vybavení pro sběr údajů z SMS a kamerového systému k monitorování povětrnostní situace a vyhodnocení dat ze sčítačů dopravy. Dispečink pro uvedenou výstavbu tedy bude zřízen v provozní a administrativní budově ŘSD na SSÚD Kaplice, zajišťující provoz a údržbu na dálnici D3.

Dispečerské zařízení pro systém DIS-SOS představuje realizaci řídicí centrály – dispečerské datové ústředny (DDÚ) a datového serveru, vše umístěné v technologické místnosti SSÚD. Zařízení bude umístěno ve skříni 19” konstrukce. DDÚ bude napojena na vnější kabelové rozvody. Pro tento účel bude vystavěna skříň kabelových ukončení, vč. ukončení optotrubek.

Na DDÚ budou zřízeny prioritní dispečerské tzv. “horké” telefonní linky, s maximální předností a zálohováním. Tyto linky budou sloužit omezenému okruhu osob (policii a provozu ŘSD) a bude možné jejich přepojení na linky zvláštní důležitosti (záchranná služba, hasiči, servis), případně přesměrování hovoru z hlásky vše dle PPK-ITS.

Na ústřednu DDÚ a server bude napojen server vizualizace. Vizualizace DIS-SOS a bude přístupná na dispečinku SSÚD a PČR. SW bude navržen tak, aby poskytoval obsluhu ucelený přehled o systému a všech připojených perifériích. Veškeré ovládání je možné provádět pomocí “myši” a zkrácenými povely z klávesnice.

DDÚ bude napojena na vyhrazené linky ISDN (data + telefon. linky) VDS. Datové toky DIS-SOS budou směřovány na datový server DIS, v případě meteodat pak do sítě centrálního meteosystému ŘSD a na NDIC. Jednotka PC METEO pracuje samostatně a monitoruje povětrnostní situaci na rychlostní silnici v koordinaci s centrálním meteosystémem ŘSD. Předností meteosystému je skutečnost, že vzhledem k pravidelné komunikaci centra se specializovaným pracovištěm ČHMÚ v Praze Komořanech se získává plošná předpověď sjízdnosti komunikací. Využitím dat z termálního mapování lze doplnit (případně korigovat) získané naměřené údaje z meteostanic k získání specializované předpovědi sjízdnosti pro zimní údržbu silnic a dálnic. Podmínkou je zadání dat z termálního mapování dané komunikace do systému. Po datových linkách veřejného operátora bude server DIS napojen do sítě WAN ŘSD a na centrální dohledový dispečink NDIC ŘSD ČR, na který budou posílány vybrané informace

a budou zde archivována data z telematických aplikací a dále systematicky zpracovávána pro statistické potřeby (např. data z ASD).

Dispečerské PC budou umístěny na dispečinku SSÚD. Budou napojeny do DIS. Nebudou tedy z hlediska bezpečnosti napojeny na lokální síť. V případě DIS-SOS jde o nezávislý systém nejvyšší důležitosti (bezpečnost a zdraví osob, ochrana majetku). Napájení veškerých ITS a dispečerského pracoviště bude ze zálohované sítě NN 230 V / ~50 Hz v síti TN-S, s provozem sítě z UPS a dále zálohované z diesel agregátu. Takto zabezpečené napájení umožní inteligentní vypnutí nepotřebných zařízení při výpadku proudu a zároveň zajistí provoz důležitých zařízení po dobu výpadku.

ZÁVĚR

Inteligentní dopravní systém je aktuální a nedílnou součástí silniční dopravy. Řízení dopravy za pomoci ucelených telematických systémů je řešením pro plynulost, efektivitu, a hlavně bezpečnost dopravy. Ze skutečně získaných aktuálních dat, které nám systémy poskytují, můžeme dopravu regulovat v reálném čase, anebo plánovat pro čas budoucí.

Zajištění plynulého a bezpečného provozu na dálnicích v České republice je jednou z hlavních priorit. Díky této prioritě dochází k neustálému rozvoji ITS, do něhož jsou investovány nemalé finanční prostředky. Rozvoj ITS musí být koordinovaný, efektivní, harmonizovaný a musí mít stanoven strategický cíl. Strategický cíl byl stanoven vládou ČR akčním plánem ke Strategii rozvoje inteligentních dopravních systémů 2022–2024. Tento plán podrobně popisuje, jakým směrem se bude ITS v České republice ubírat a kam bude směřovat.

Důležitou součástí je i spolupráce na mezinárodní úrovni. Zejména v nákladní dopravě, kde jsou systémy využívány pro výběr poplatků za užití komunikace a řešení dopravních přestupků. V současné době se o sjednocení systémů vedou jednání na nadnárodní (Evropské) úrovni.

V první kapitole této diplomové práce se autor věnuje popisu dálnic provozovaných v České republice. Popis zahrnuje jak samotné označování dálnic, tak i princip provozu. Závěr této kapitoly je věnován správě a údržbě dálnic s rozdělením na jednotlivá SSÚD.

V druhé kapitole je proveden rozbor telematických zařízení používaných pro zajištění provozu a řízení dopravy. Autor se věnuje rozboru podle rozdělení do pěti základních skupin. Telematická zařízení pro sběr dat a sledování charakteristik dopravy, telematická zařízení a systém pro dohled, telematická zařízení a systémy pro zabezpečení infrastruktury a nouzové prvky, telematické systémy pro výběr poplatků za užití dálnice a telematická zařízení pro řízení dopravy.

Třetí kapitola je věnována návrhům nových funkcionalit a jejich využitím při provozování dálnice. Prvním návrhem je optimalizovat sběr dopravních dat z ASD. Tento návrh sjednocuje sběr dat na centrální telematický prvek s využitím DIS. Druhý návrh se zabývá doplněním detekce směru jízdy v protisměru jako dalšího bezpečnostního prvku na dálnici s využitím informačních panelů, ZPI, PDZ a dostupných médií. Třetí návrh by měl usnadnit práci řidičům při vyhledávání místa k povinným odpočinkům a denním přestávkám. Autor této diplomové práce navrhuje doplnění systému obsazenosti odpočívek o rezervační systém jednotlivých parkovacích míst na odpočívkách. Rezervační systém by byl doplněním systému obsazenosti o

modul rezervace. K tomuto modulu by uživatelé přistupovali z mobilní aplikace, kterou by bylo možné rezervace provádět. Posledním návrhem jsou pak návrhy na úpravu stávajícího řídicího systému pro harmonizaci dopravy LŘD.

Čtvrtá a zároveň poslední kapitola se věnuje aplikaci telematických zařízení na vybraný úsek dálnice společně s jejich využitím.

Cílem této diplomové práce, definovaným v úvodu, bylo provedení rozboru stávajících telematických zařízení na dálnicích v České republice. Na základě provedeného rozboru navrhnout nové funkcionality a úpravy systémů, které by vedly ke zlepšení funkčnosti ITS jako celku. V závěru pak byla provedena aplikace ITS na zvoleném dálničním úseku.

Vedlejším cílem bylo vytvoření podkladu pro studijní materiál, věnující se komplexně problematice ITS na dálnicích. Tato problematika nebyla příliš zpracovaná, proto jsou jednotlivé systémy popsány včetně technických popisů.

Cíle této diplomové práce byly tak splněny.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

1. Ministerstvo dopravy: Ročenka dopravy 2019 [online]. [cit. 2022-02-22]. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2019/rocenka/htm_cz/cz19_511000.html
2. AUTO.CZ: V roce 1920 jezdilo v ČSR 3400 osobních aut, loni 5,5 milionu [online]. [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/v-roce-1920-jezdilo-v-csr-3400-osobnich-aut-loni-5-5-milionu-123952>
3. Úplné znění zákona č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu). Praha: Armex Publishing, 2019. Edice kapesních zákonů. ISBN 978-80-87451-61-8.
4. Mapa české dálniční sítě. Ceskedalnice.cz [online]. [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: <http://www.ceskedalnice.cz/dalnicni-sit/>
5. PRÁŠIL, Michal. Dálnice 1967-2007. Vydání druhé, opravené a doplněné. Nákladem vlastním, 2007.
6. ŘSD ČR: Ředitelství silnic a dálnic ČR [online]. [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/>
7. Vyhláška č. 294/2015 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-294>
8. Ceskedalnice.cz: Dálniční značení v Česku [online]. 18. 2. 2016 [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: <http://www.ceskedalnice.cz/odborne-info/dopravni-znaceni/>
9. Značky Praha: Hranolové dopravní značky [online]. [cit. 2022-02-24]. Dostupné z: <https://znacky-praha.cz/produkty-a-sluzby/hranolove-dopravni-znacky>
10. Swarco: Volně programovatelné proměnné informační značky [online]. [cit. 2022-02-24]. Dostupné z: <https://www.swarco.com/cs/produkty/promenne-dopravni-znaceni/z-p-i/volne-programovatelne-promenne-imformacni-znacky>
11. ChanGroup: Proměnné dopravní značky PDZ a zařízení pro provozní informace ZPI [online]. [cit. 2022-02-24]. Dostupné z: <https://www.changroup.cz/changroup/index.php/promenne-dopravni-znacky>
12. DOPRAVNIINFO.CZ: PDZ a ZPI [online]. [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: <https://portal.dopravniinfo.cz/telematicke-aplikace/promenne-dopravni-znacky-pdz-a-zarizeni-pro-provozni-informace-zpi>

13. DOPRAVIINFO.CZ: Telematické systémy [online]. [cit. 2022-02-24]. Dostupné z: <https://portal.dopravniinfo.cz/telematicke-aplikace/obecne-informace>
14. Parlament EU: Dopravní politika EU [online]. [cit. 2022-02-24]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/cs/sheet/123/spolecna-dopravni-politika-obecne-zasady>
15. Směrnice EHK [online]. [cit. 2022-03-03]. Dostupné z: <http://mezinarodni-predpisy.tuv-sud.cz/cs/predpisy/ehk-osn-integrované-ceske-preklady/>
16. CROSS: ASD [online]. [cit. 2022-03-03]. Dostupné z: <https://www.cross-traffic.com/cz/ridici-jednotka-crosscount/>
17. Zákony pro lidi: Vyhláška č. 345/2002 Sb. [online]. [cit. 2022-03-07]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-345>
18. Zákony pro lidi: Zákon č. 505/1990 Sb., Zákon o meteorologii [online]. [cit. 2022-03-07]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1990-505>
19. WIM System: Dynamic High Speed Wim System [online]. [cit. 2022-03-07]. Dostupné z: <https://m.made-in-china.com/product/Dynamic-High-Speed-Wim-System-with-Axle-for-Truck-Scale-783110122.html>
20. Intertraffic: Tinynode SA [online]. [cit. 2022-03-07]. Dostupné z: <https://company.intertraffic.com/?a=nrKid4ZQgN8/xSohby0gaQUwannhYk2islJvS/KjzUBI1E16fGUvO3xHAnr3ABYgbMSoRY+LY8w4O/9wUZ1jCQ==>
21. Intrusivní detektory [online]. [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <https://zolotarev.fd.cvut.cz › mzd › ctrl>
22. Sensys Networks: Magnetický detektor [online]. [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: <https://sensysnetworks.com/products/flexmag>
23. Neintrusivní detektory [online]. [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: <https://zolotarev.fd.cvut.cz › mzd › ctrl>
24. Swarco: Dopravní detektor [online]. [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: <https://www.swarco.com/cs/produkty/detekce-senzory/pro-scitani-dopravy/dopravni-detektor-tdc3>
25. DOPRAVIINFO.CZ: Videodetekce [online]. [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: <https://portal.dopravniinfo.cz/telematicke-aplikace/dohledovy-kamerovy-system>

26. DOPRAVNIINFO.CZ: NDIC [online]. [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: <https://portal.dopravniinfo.cz/informacni-a-ridici-centra-dopravy/narodni-dopravni-informacni-centrum>
27. DOCPLAYER: Silniční meteorologické stanice a Proměnné dopravní značení - meteo [online]. [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/104622254-Silnicni-meteorologicke-stanice-a-promenne-dopravni-znaceni-meteo.html>
28. Pro Bohuslavice: Ankety [online]. [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://probohuslavice.cz/ankety/12-bezpecnost/8-usekove-radar-pro-mereni-rychlosti-v-bohuslavicich>
29. HAREX: Jak funguje úsekové měření [online]. [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://www.dopravniznaceni.com/jak-funguje-usekove-mereni>
30. ELTODO: Informační vozík na D1 [online]. [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: <https://www.eltodo.cz/informacni-voziky-na-d1/>
31. AUTOMA: Dálniční informační systém DIS SOS [online]. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: https://automa.cz/cz/casopis-clanky/dalnicni-informacni-system-dis-sos-2002_10_28583_1827/
32. Požadavky na provedení a kvalitu na dálnicích a silnicích ve správě ŘSD ČR: PPK-ITS [online]. 2018 [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/web/technicke-predpisy/PPK-a-dopravni-znaceni>
33. Zákony pro lidi: zákon č. 134/1994 Sb. [online]. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-134>
34. Zákony pro lidi: zákon č. 13/1997 Sb. [online]. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994134?text=z%C3%A1kon%20C4%8D.%2013%2F1997>
35. Garáž.cz: Jak se kontroluje platnost elektronických dálničních známek [online]. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/jak-se-kontroluje-platnost-elektronicky-dalnicnich-znamek-21005590>
36. Czechtoll: Systém elektronického mýtného [online]. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://www.czechtoll.cz/sem/>
37. DOPRAVNIINFO.CZ: Liniové řízení dopravy [online]. [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: <https://portal.dopravniinfo.cz/telematicke-aplikace/liniove-rizeni-provozu>

38. CT24: Pozor, auto v protisměru! [online]. 2012 [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/1184612-pozor-auto-v-protismeru-rsd-testuje-varovny-system>
39. CROSS: Inteligentní řešení dopravních systémů [online]. [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: <https://www.cross-traffic.com/cz/>
40. Radartutorial: FMCW Radar [online]. [cit. 2022-03-24]. Dostupné z: <https://www.radartutorial.eu/02.basics/Frequency%20Modulated%20Continuous%20Wave%20Radar.en.html>
41. EUR-Lex: Nařízení (ES) č. 561/2006 o době řízení, přestávkách a době odpočinku [online]. [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/LSU/?uri=celex:32006R0561>
42. Ministerstvo dopravy ČR: Režim řidičů [online]. [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: [https://www.mdcz.cz/Zivotni-situace/Silnicni-doprava/Mezinarodni-osobni-doprava-\(2\)/Legislativa-a-casto-kladene-dotazy/Rezim-ridicu](https://www.mdcz.cz/Zivotni-situace/Silnicni-doprava/Mezinarodni-osobni-doprava-(2)/Legislativa-a-casto-kladene-dotazy/Rezim-ridicu)
43. EUR-Lex: Directive 2010/40/EU [online]. [cit. 2022-04-05]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32010L0040>
44. EUR-Lex: COM (2016) 766 [online]. [cit. 2022-04-05]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52016DC0766>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A	Technologie ASD	99
Příloha B	Technologie sledování obsazenosti parkovišť	102
Příloha C	Technologie intrusivních detektorů	104
Příloha D	Technologie neintrusivních detektorů	106
Příloha E	Technologie SMS	108
Příloha F	Technologie mýtného	109

Příloha A Technologie ASD

Nejpoužívanější technologií ASD tvoří v současné době automatické sčítače dopravy na bázi indukčních smyček. Jak již bylo zmíněno, jedná se o intrusivní detektory s indukčními smyčkami umístěnými ve vozovce, kdy je k detekci silničních vozidel využíváno principu elektromagnetické indukce. V menších počtech jsou pak využívány neinrusivní radarové detektory pracující na mikrovlnné technologii, lasery, případně další typy detektorů. Stávající technologie ASD je možné rozdělit dle systémového řešení na následující celky:

- jednoduchý technologický celek,
- základní technologický celek
- rozšířený technologický celek.

Jednoduchý technologický celek – sčítač dopravy umožňující detekci vozidel s uložením intervalových dat. ASD předává informace pouze o počtu vozidel, proto je jeho použití vhodné zejména pro případy doplnění pokrytí kompletních tahů pozemních komunikací, nebo pro zachování kontinuity sběru dat či případné zahuštění detekčních technologií i na silnicích nižších tříd.

Základní technologický celek – standardní ASD (automatický sčítač/detektor dopravy) umožňující sčítání a přesnou klasifikaci vozidel do 8 skupin (intervalové/VBV) a poskytující další základní informace jako rychlost, délka vozidla, rozestupy, aj.

Rozšířený technologický celek – pokročilé ASD umožňující rozšíření sbíraných dat o některou z následujících dopravně-inženýrských a/nebo meteorologických informací:

- sčítání a přesná klasifikace vozidel do min. 13 skupin (resp. v souladu s CSD),
- počet náprav,
- informace o překročení hmotnostního limitu (celková hmotnost),
- informace o hmotnosti (okamžitá hmotnost vozidla/soupravy, na nápravu/skupiny),
- meteorologické údaje – teplota vzduchu, teplota vozovky, množství srážek, povětrnostní podmínky, stav povrchu vozovky, aj.,
- přehledové monitorování dopravy, příp. stavu vozovky,

- detekce a rozpoznání RZ vozidla.

Jednotlivé lokality ASD (základní/rozšířené technologické celky) je v odůvodněných případech možno doplnit o PDZ/ZPI z důvodu ovlivnění nebo regulace dopravního proudu (např. nákladních vozidel), případně zvýšení bezpečnosti (při překročení rychlosti, nebezpečných meteorologických podmínkách - PDZ-M, atd.) na místně nebo meteorologicky rizikových úsecích. Jednotlivými technologiemi, o které je možné ASD rozšířit se autor zabývá v následujících kapitolách. Pro účely sběru dat a sčítání dopravy na dálnicích se využívají základní technologické celky – standardní ASD.

V současné době je sběr dat z jednotlivých lokalit ASD zajištěn prostřednictvím komunikace mezi sčítačem/komunikační jednotkou a jednotlivými provozními servery (dále v textu nazývanými jako „parciální“ servery) pomocí:

- TCP/IP komunikace (metalické/optické vedení, GPRS / 3G / LTE).

Přenosové cesty / Komunikační sítě lze rozdělit do následujících kategorií:

- pevné sítě v rámci ŘSD WAN (metalické/optické kabelové trasy),
- sítě mobilních operátorů (uzavřené APN do ŘSD WAN)
- sítě mobilních operátorů (internet)

Napájení lokalit je pak zajištěno pomocí:

- pevné přípojky k elektrické energii,
- trakčních akumulátorů bez nutnosti pravidelné výměny (dobíjených v rámci nezávislého ostrovního fotovoltaického systému, nebo připojených k sloupu VO),
- trakčních akumulátorů s nutností jejich pravidelné výměny.

Automatické sčítače dopravy typu ASD3u jsou smyčkové detektory nasazené v rámci sítě ŘSD ČR jak v lokalitách integrovaných v DIS, tak samostatně stojící, kdy datové spojení je zajištěno mobilními datovými sítěmi. Technologie sčítače typu ASD3u poskytuje komunikaci na bázi TCP/IP. V současnosti zařízení typu ASD3u integrované do sítě DIS poskytují na DIS server následující dopravní data:

- 5minutové agregované zátěže pro 8 kategorií vozidel

- hodinové agregované zátěže pro 8 kategorií vozidel

Sčítače umístěné mimo DIS komunikují pomocí modemu, který vytváří datový most mezi technologií a dodavatelským serverem, ze kterého jsou zařízení obsluhována. Ze zařízení jsou vyčítána následující dopravní data:

- 5minutové agregované zátěže pro 8 kategorií vozidel
- hodinové agregované zátěže pro 8 kategorií vozidel

Automatické sčítače dopravy typu Marksman M680 jsou smyčkové detektory nasazené v rámci sítě ŘSD ČR výhradně mimo síť DIS. Všechna zařízení typu M680 jsou v současnosti datově obsluhována pomocí mobilních datových sítí. Technologie poskytuje datovou konektivitu na bázi TCP/IP. Komunikace v této chvíli neprobíhá v uzavřené/privátní síti ŘSD ČR, ale je přesměrována na dodavatelský server společnosti, která je pověřena sběrem a vyhodnocením dat. Z ASD M680 jsou vyčítána následující dopravní data:

- hodinové agregované zátěže pro 8 kategorií vozidel

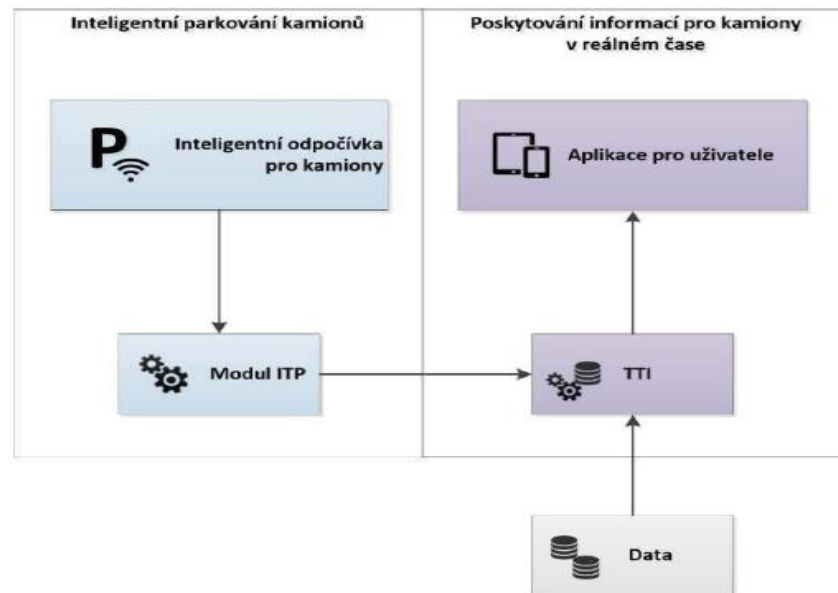
Technologie WIM systémů jsou navrženy pro dynamické vážení vozidel za jízdy a jsou provozovány zejména za účelem monitoringu nákladní dopravy a přetížených vozidel na pozemních komunikacích. Technologie je vybavena rozhraním poskytujícím dopravní data v obdobném rozsahu jako u standardního sčítače na bázi indukčních smyček, nicméně WIM systémy vybudované před rokem 2018-2019 (ASD7-WIM, UnicamWIM) neumožňují předávání dopravních dat v podobě hodinových agregovaných zátěží pro ŘSD ČR standardně požadovanou klasifikaci 8 + 0. U těchto starších WIM systémů nejsou v rámci optimalizace sběru dat plánovány žádné činnosti. Novější WIM systémy (CrossWIM) již umožňují klasifikaci každého detekovaného vozidla i dle uživatelsky definovaného klasifikačního schématu, kterým je v případě ŘSD ČR klasifikace 8 + 0.:

Příloha B Technologie sledování obsazenosti parkovišť

Implementace by se měla soustředit na dvě hlavní části:

- Inteligentní parkování kamionů (Technologie a lokální systém na daných odpočívkách a centrální modul ITP, který je instalován na NDIC)
- Poskytování informací pro kamiony v reálném čase - modul provozních a cestovních informací pro kamiony (TTI) – tento modul není zatím v ČR implementován. Autor navrhuje tento modul doplnit do implementací. Dále se tímto návrhem autor zabývá v kapitole 3 Návrh nových funkcionalit a jejich využití.

Níže viz Obr. 18, je zobrazen základní funkční koncept systému, z kterého jsou patrné výše popsané dvě části projektu URSA CZ.



Zdroj: Autor s využití (6)

Přehledové funkční schéma URSA CZ

Z pohledu cílů projektu by tyto dvě části měli tvořit dohromady jeden funkční celek.

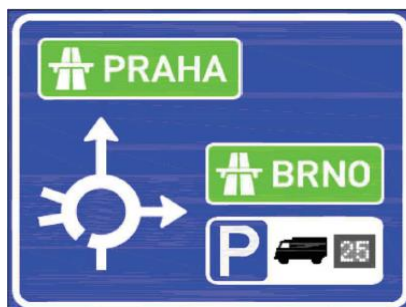
- sběr aktuálních dat o obsazenosti odpočívek,
- navádění na volné parkovací kapacity kamionů prostřednictvím ZPI-P (Informace o počtu volných míst na následující odpočívce viz Obr. 19, a ZPI-N (Navigační značka) viz Obr. 20,

- zpracování dopravních a provozních dat v modulu ITP.



Zdroj: (6)

Informace o počtu volných míst ZPI-P

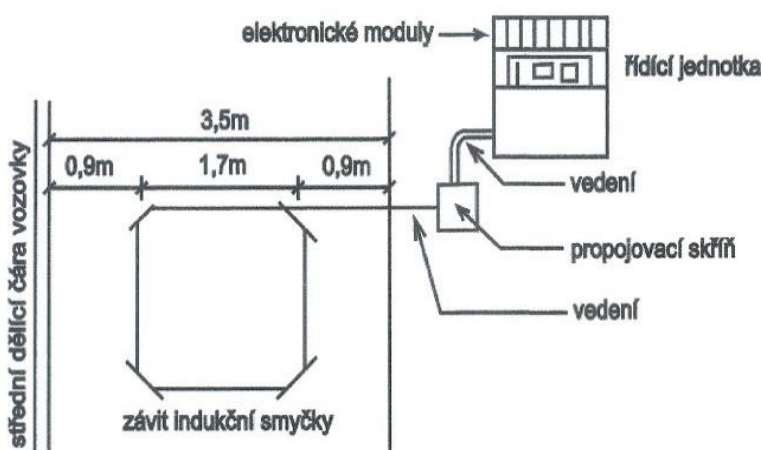


Zdroj: (6)

Navigační značka ZPI-N

Příloha C Technologie intrusivních detektorů

Indukční smyčka je detektor pracující na bázi elektromagnetické indukce a tvoří indukční část oscilátoru. Při průjezdu nebo přítomnosti vozidla nad smyčkou se sníží její indukce. To zvýší frekvenci oscilátoru (21). Pro měření intenzity, obsazenosti, přítomnosti a rychlosti vozidla se používá jedna smyčka nebo kombinace dvou smyček. Samotný detektor zabudovaný do vozovky je z izolovaného metalického vodiče. Skládá se z jednoho nebo více závitů. Tento detektor je pak připojen přes propojovací skříň do řídicí jednotky.



Zdroj: (21)

Indukční smyčka

Detektory vyhodnocují jednu nebo více změn vyvolaných přítomností vozidla. Změny vycházejí ze změny indukčnosti cívky:

- změna amplitudy (přítomnost vozidla – menší amplituda),
- posun fáze díky přítomnosti vozidla,
- změna kmitočtu (přítomnost vozidla – vyšší kmitočet).

Výhodou tohoto typu detektoru je ověřená funkčnost a cena. Nevýhodou je narušení vozovky při instalaci a častá poruchovost.

Alternativou ke smyčkovým detektorům jsou intrusivní **magnetické detektory** (magnetometry). Tyto detektory dělíme dle typu přenosu od detektoru k přijímací jednotce. Detektory s Wifi nebo Bluetooth spojením. Princip detekce je stejný.



Zdroj: (22)

Magnetický detektor

Magnetický detektor měří hustotu siločar magnetického pole země. Při průjezdu vozidla jeho kovová masa v prostoru senzoru zvýší hustotu siločar magnetického pole. Detektor tedy detekuje změnu v hustotě siločar magnetického pole jako přítomnost vozidla. Masa kovu ve vozidle zdeformuje siločáry tak, aby procházely skrze ni. Po stranách vozidla dochází ke snížení a pod/nad vozidlem ke zvýšení hustoty siločar (21). Pro měření obsazenosti a přítomnosti vozidla se detektory osazují samostatně. Pro měření intenzity a rychlosti vozidel se instalují ve dvojím provedení za sebou. Výhodou tohoto detektoru je snadná instalace a malá poruchovost. Nevýhodou je maximální životnost baterie (10 let). Po této životnosti musí dojít ke kompletní výměně detektoru.

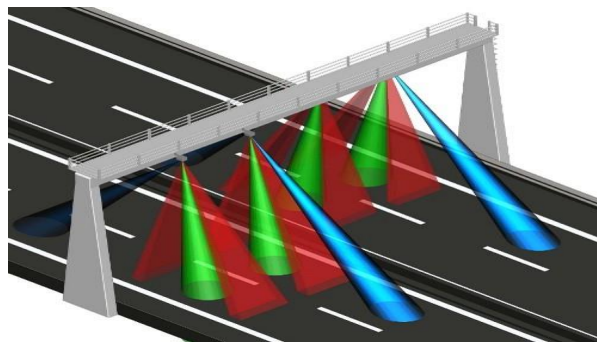
Příloha D Technologie neintrusivních detektorů

Technologie neintrusivních detektorů lze rozdělit na:

- pasivní detektory hluku (zvuku),
- ultrazvukové detektory,
- mikrovlnné detektory,
- aktivní infračervené detektory,
- pasivní infračervené detektory,
- kombinované detektory,
- video-detekce (zpracování obrazu),
- detektory ve vozidle.

Nejčastějšími detektory používanými na dálnicích v České republice jsou pokročilé detektory využívající Dopplerův radar, ultrazvuk a pasivní infračervenou technologii a systémy video-detekce.

Detektory využívající Dopplerův radar, ultrazvuk a pasivní infračervenou technologii jsou speciálně navrženy pro různé aplikace pro sběr dat a řízení dopravy tam, kde se v minulosti používaly indukční smyčky. Detektory měří rychlost každého vozidla pomocí Dopplerovského posunu odražené mikrovlnné frekvence. Systém ultrazvukových senzorů skenuje výškový profil projíždějícího vozidla a pásy pasivních infračervených paprsků získávají údaje o poloze vozidla ve sledovaném jízdním pruhu (24).



Zdroj: (24)

Dopplerův radar, ultrazvuk a pasivní infračervená technologie

Video-detekční systémy využívají analýzy obrazu k získání informací o přítomnosti vozidel ve sledovaném místě. Tuto informaci přenášejí po DIS na dopravně informační servery. Díky vytvoření tzv. virtuální smyčky (detekční zóny) nedochází k zásahu do vozovky.



Zdroj: (6)

Dálniční video-detekční systém

Příloha E Technologie SMS

Referenční SMS informuje o stavu úseku vozovky v přibližné délce 20 km. Tento druh stanic není stavěn na potenciálně nebezpečném místě s výraznou nehodovostí, ale naopak na typickém místě pro daný úsek. Pomocí údajů z více referenčních SMS se plánují zásahy pro širší udržovanou oblast. V případě dálničních komunikací je vzdálenost referenčních SMS zkrácena přibližně na 10 km.

Lokální SMS monitoruje kratší úseky, cca do 3 km délky. Lokální SMS je vždy umístěna přesně na místo, které bylo při analýze silniční sítě vyhodnoceno jako rizikové z pohledu častého výskytu nepříznivých povětrnostních podmínek anebo zde dochází (docházelo) k nehodám zapříčiněným zimními podmínkami. Pokud je lokalita nehodově významná, je pro argumentaci použita statistika nehodovosti nebo alespoň dobrozdání referátu dopravní policie. V praxi je možno nalézt i případy, že SMS lokální může být použita zároveň i jako SMS referenční. Tento případ dobře vystihuje například mostní konstrukce, kde dochází k námraze nejdříve. Při setrvalém poklesu teplot tato SMS indikuje brzký nástup zhoršených jízdních vlastností i na ostatních částech komunikace. Zejména tato situace platí při použití více vozovkových čidel, a to na mostní konstrukci i mimo ni. V tomto případě může být stanice lokální, informuje o nebezpečné lokalitě mostní konstrukce, i referenční, informuje o stavu povrchu mimo mostní konstrukci.

Doplňková SMS se instalují na místa, která mají potvrdit hypotézu změny stavu povrchu, ale nepřísluší jim rozhodovací pozice. Mohou se instalovat jako lokální či referenční SMS, ale udávají pouze doplňkovou informaci o dané lokalitě.

Příloha F Technologie mýtného

Systém elektronického mýtného využívá hybridní elektronická zařízení integrující následující technologie:

- satelitní technologii pro určování polohy – zabezpečuje sběr údajů o využívání zpoplatněných úseků silnic a dálnic
- GSM/GPRS technologii pro komunikaci v rámci mobilních sítí – slouží pro přenos údajů mezi elektronickým zařízením a dalšími informačními subsystémy v rámci systému elektronického mýtného
- mikrovlnnou DSRC technologii pro komunikaci na krátké vzdálenosti – kontrola platících subjektů v rámci procesu kontroly výběru mýtného

Systém elektronického mýtného je složitý informačně-komunikační technologický komplex, který se skládá z několika informačních subsystémů a z řady specifických aplikací, které zajišťují všechny provozní procesy spojené s výběrem mýtného a kontrolou výběru mýtného. Vozidla, na která se výběr mýtného vztahuje, musí být před vjezdem na zpoplatněné úseky zaregistrována do elektronického systému, a zároveň musí být vybavena správně nainstalovaným elektronickým zařízením tzv. palubní jednotkou. Elektronické zařízení je dopravcům propůjčena proti složení kauce. Elektronické zařízení obsahuje aktuální geografické informace o úsecích silnic a dálnic, které podléhají mýtné povinnosti, a umožňuje jejich detekci (tzv. GEO model). Během jízdy sleduje informace o poloze vozidla pomocí globálního navigačního satelitního systému a porovnává je s údaji uloženými v GEO modelu. Ve chvíli, kdy algoritmus elektronického zařízení zaznamená jízdu vozidla po zpoplatněném úseku, vytvoří v souladu s platnou legislativou záznam o této skutečnosti, tzv. mýtnou událost. Mýtné události jsou pomocí technologie GSM/GPRS odesílány do centrálního informačního systému, kde se na základě údaje o délce a typu použitého úseku a příslušné sazby mýtného pro danou kategorii motorového vozidla vypočítá cena mýtného. Kontrolu výběru mýtného zabezpečuje provozovatel systému ve spolupráci s Celní správou. Mikrovlnná (DSRC) technologie elektronického zařízení umožňuje komunikaci se speciálním subsystémem zajišťujícím kontrolu výběru mýtného. Zabezpečuje také kontrolu plnění povinnosti úhrady mýtného a dalších povinností vyplývajících ze zákona o pozemních komunikacích, dokumentaci mýtných incidentů a řešení mýtných přestupků. Kontrolní stanice nebo hlídková vozidla vytvoří záznam o průjezdu vozidla, který obsahuje údaje z elektronického zařízení, fotografie, laserovým

systemem zjištěnou kategorii vozidla a počet náprav. Záznam se následně v aplikaci na to určené kontroluje a dochází ke kontrole údajů získaných kontrolní stanicí s údaji evidovanými v centrálním systému. Zjištěné nesrovnalosti (tzv. mýtné incidenty), které zachytí, se automaticky odesílají do centrálního registru, kde jsou rozříděny a opětovně prověřeny. Potvrzené incidenty jsou klasifikovány jako mýtné přestupky, řešené dále v souladu s platnou legislativou (36).

Platba mýtného může proběhnout v režimu předem nebo v režimu následného placení. Platbu v režimu předem lze předplatit na obchodním místě, přes zákaznickou samoobsluhu, přes mobilní aplikaci nebo bankovním převodem na účet provozovatele systému. Elektronické zařízení (palubní jednotka) se vydává na základě zaplacení kauce a předplacení mýtného v minimální výši 1 000 Kč. Platbu v režimu následného placení lze provádět pouze na základě dohody s provozovatelem. Dopltek mýtného lze doplatit v obou režimech.