

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2020

Jiří Pfeifer

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Liniové řízení silniční dopravy na Pražském okruhu

Jiří Pfeifer

Bakalářská práce

2020

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jiří Pfeifer**
Osobní číslo: **D17268**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Technologie a řízení dopravních systémů**
Téma práce: **Liniové řízení silniční dopravy na Pražském okruhu**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Zásady pro vypracování

Úvod

1. Analýza stávajícího systému liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu
2. Návrh úprav systému liniového řízení
3. Zhodnocení návrhů úprav systému

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **30-40**
Rozsah grafických prací: **3-4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Zákon č. 361/2000Sb., o provozu na pozemních komunikacích ve znění pozdějších předpisů
Internetové stránky Sdružení pro dopravní telematiku [online]. Dostupné z: <http://www.sdt.cz>
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 bakalářské práce: **doc. Ing. Jaroslav Kleprlík, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **7. února 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. července 2020**

L.S.

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

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

Prohlašuji:

Tuto práci 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 27. 7. 2020

 Jiří Pfeifer

Poděkování:

Na tomto místě bych rád poděkoval doc. Ing. Jaroslavu Kleprlíkovi, Ph.D. za vedení této bakalářské práce, připomínky a odborné rady, kterým přispěl k jejímu vypracování.

ANOTACE

Předmětem bakalářské práce „Liniové řízení silniční dopravy na Pražském okruhu“ je analýza stávajícího systému liniového řízení silniční dopravy, návrh úprav systému a zhodnocení navržených úprav. V analýze je postupně rozebrána funkčnost stávajícího systému liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu. V návrhové kapitole, se pak bakalářská práce zabývá návrhy úprav systému, které vycházejí z provedené předchozí analýzy. V poslední kapitole je provedeno zhodnocení navrhovaných úprav.

KLÍČOVÁ SLOVA

dopravní značka, integrovaný záchranný systém, jízdní pruh, liniové řízení dopravy, portál, Pražský okruh, proměnné dopravní značení, řídicí centrum

TITLE

Line traffic control on the Prague ring road

ANNOTATION

The subject of the project „Line traffic control on the Prague Ring Road” is a partial analyst of existing system of linear traffic management, the proposal of system modifications and the evaluation of the proposed modifications. The analysis gradually analyzes the functionality of the existing system of line management of road traffic on the Prague ring road. In the design chapter, the bachelor’s thesis deals with proposals for system modifications, which are based on the previous analysis. The last chapter evaluates the proposed modifications.

KEYWORDS

road sign, integrated rescue system, traffic lane, line traffic control, portal, Prague ring road, variable traffic sign, control centre

OBSAH

Seznam obrázků.....	9
Seznam tabulek	10
Seznam zkratk.....	11
Úvod	12
1 Analýza stávajícího systému liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu	13
1.1 Dotčené území liniového řízení dopravy.....	13
1.2 Řídící centrum liniového řízení dopravy pro Pražský okruh	14
1.3 Analýza zajištěného servisu a údržby liniového řízení na Pražském okruhu.....	16
1.4 Analýza režů liniového řízení dopravy.....	17
1.4.1 Detekční rež.....	17
1.4.2 Řídící rež.....	18
1.5 Analýza přenosu aktuálních dopravních informací do provozu a regulace dopravy	20
1.5.1 Příprava dat.....	22
1.5.2 Režimy systému liniového řízení dopravy	23
1.5.3 Algoritmy detekce jednotlivých událostí	25
1.5.4 Priorizování.....	30
1.5.5 Sladění s ostatními řezy.....	38
1.5.6 Dynamická sekvence.....	39
1.6 Blokace automatických událostí.....	41
1.7 Analýza dalších systémových funkcí.....	42
1.7.1 Přenos a zpracování dat	42
1.7.2 Archivace dat.....	42
1.7.3 Výpadky	43
1.7.4 Kooperace s jinými systémy.....	43
1.8 Závěry analýzy	44
2 Návrh úprav systému.....	46
3 Zhodnocení úprav systému	52
Závěr	54
Seznam použitých informačních zdrojů.....	55
Seznam příloh.....	58

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Pražský okruh	13
Obr. 2	Řídící centrum SOKP Rudná – hlavní pracoviště	15
Obr. 3	Řídící centrum SOKP Rudná – záložní pracoviště	15
Obr. 4	Indukční smyčka	17
Obr. 5	Portál LŘD se 2 pruhy	19
Obr. 6	Portál LŘD se 3 pruhy	19
Obr. 7	Okno pro definitivní potvrzení nových opatření	24
Obr. 8	Dopravní značka B 20a Nejvyšší dovolená rychlost.....	25
Obr. 9	Dopravní značka B 4 Zákaz vjezdu nákladních vozidel	26
Obr. 10	Dodatková tabulka E5 v kombinaci s B4 Zákaz vjezdu nákladních vozidel nad 3,5 t	26
Obr. 11	Dopravní značka A22 Jiné nebezpečí.....	28
Obr. 12	Šipka S 8c.....	29
Obr. 13	Varovné žluté světlo S 7	30
Obr. 14	Dopravní značka A 23 Kolona	32
Obr. 15	Dopravní značka A 27 Nehoda	33
Obr. 16	Dálniční SOS hláska.....	33
Obr. 17	Dopravní značka A 24 Náledí.....	34
Obr. 18	Dálniční a silniční meteohláska	35
Obr. 19	Dopravní značka A 8 Nebezpečí smyku	35
Obr. 20	Dopravní značka A 26 Mlha	36
Obr. 21	Dopravní značka A 15 Práce na silnici	37
Obr. 22	Vzdálený detektor pro detekci dopravního proudu.....	49

SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Základní rámec systému liniového řízení silniční dopravy na Pražské okruhu.....	21
Tab. 2	Kategorie rozlišitelných vozidel z detektorů a koeficienty JV	23
Tab. 3	Tabulka priorit	31

SEZNAM ZKRATEK

DIO – dopravně inženýrská opatření

DZ – dopravní značka

IZS – integrovaný záchranný systém

JP – jízdní pruh

LŘD – liniové řízení dopravy

NDIC – Národní dopravní informační centrum

PDZ – proměnné dopravní značení

PIT – proměnná informační tabule

ŘC SOKP – Řídící centrum silničního okruhu kolem Prahy

ŘSD ČR – Ředitelství silnic a dálnic České republiky

ŘS – řídicí systém

SOKP – Silniční okruh kolem Prahy

SSÚD – středisko správy a údržby dálnice

ZPI – zařízení pro provozní informace

ÚVOD

Hlavním cílem liniového řízení je harmonizování silniční dopravy. Není však jedinou funkcí. Tento řídicí systém řídí dopravu i s ohledem na další vlivy, jako je špatné počasí nebo jiné mimořádné stavy jako například vozidlo v protisměru nebo dopravní nehoda. Důležité je, aby byly všechny tyto strategie integrovány do jednoho komplexního systému.

Systém liniového řízení automaticky podle aktuálního stavu snižuje postupně rychlost nebo mění organizaci provozu v jízdách pružích tak, aby jízda v jízdách pružích byla co nejplynulejší a bezpečná. Liniové řízení je telematický systém, který je tvořen portály s proměnnými dopravními příkazovými nebo zákazovými značkami umístěnými nad vozovkou nebo vedle ní. Součástí jsou i detektory, které sledují charakteristiku dopravního proudu jako je hustota provozu, intenzita a průměrná rychlost.

Tato bakalářská práce se věnuje liniovému řízení využitelnému pro řízení silniční dopravy na Pražském okruhu jak pro nákladní, tak i osobní dopravu.

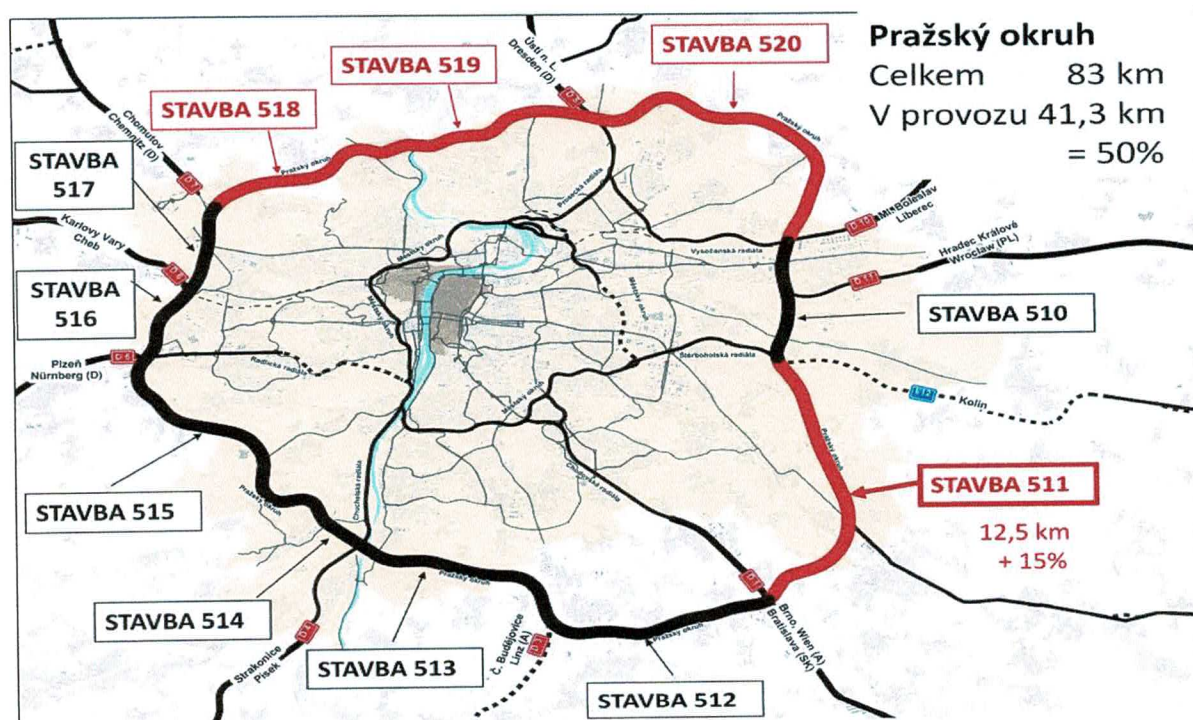
Cílem této bakalářské práce je provést analýzu stávajícího liniového řízení na Pražském okruhu, navrhnout úpravy systému a předložené návrhy zhodnotit.

1 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO SYSTÉMU LINIOVÉHO ŘÍZENÍ SILNIČNÍ DOPRAVY NA PRAŽSKÉM OKRUHU

Tato kapitola bakalářské práce se zabývá analýzou systému liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu. Analýza je provedena na dotčeném území liniového řízení dopravy (LŘD) uvedeném v podkapitole 1.1.

1.1 Dotčené území liniového řízení dopravy

Analýza liniového řízení dopravy (LŘD) v této bakalářské práci, je provedena pro rychlostní místní komunikaci v úseku mezi D1 a D5 obousměrně a pro dálnici D1 v úseku Mirošovice – Silniční okruh kolem Prahy (SOKP) vlevo, viz obr. 1. Zaoberá se funkcí jednotlivých portálů LŘD při unikátních dopravních stavech stavby. Jednotlivými dopravními stavbami jsou silniční okruh kolem Prahy (SOKP) 512 (D1 – Jesenice – Vestec), SOKP 513 (Vestec – Lahovice), SOKP 514 (Lahovice – Slivenec), SOKP 515 (Slivenec – Třebonice), viz obr. 1. Analýza, návrh úprav a zhodnocení úprav systému řeší tedy LŘD dopravy na rychlostní místní komunikaci SOKP od staničení -5,415 po 21,810 km v obou směrech a na dálnici D1 ve staničení 21,990 až 10,200 vlevo. Liniové řízení je řešeno pomocí nastavovaných symbolů na řezech LŘD.



Zdroj: [1]

Obr. 1 Pražský okruh

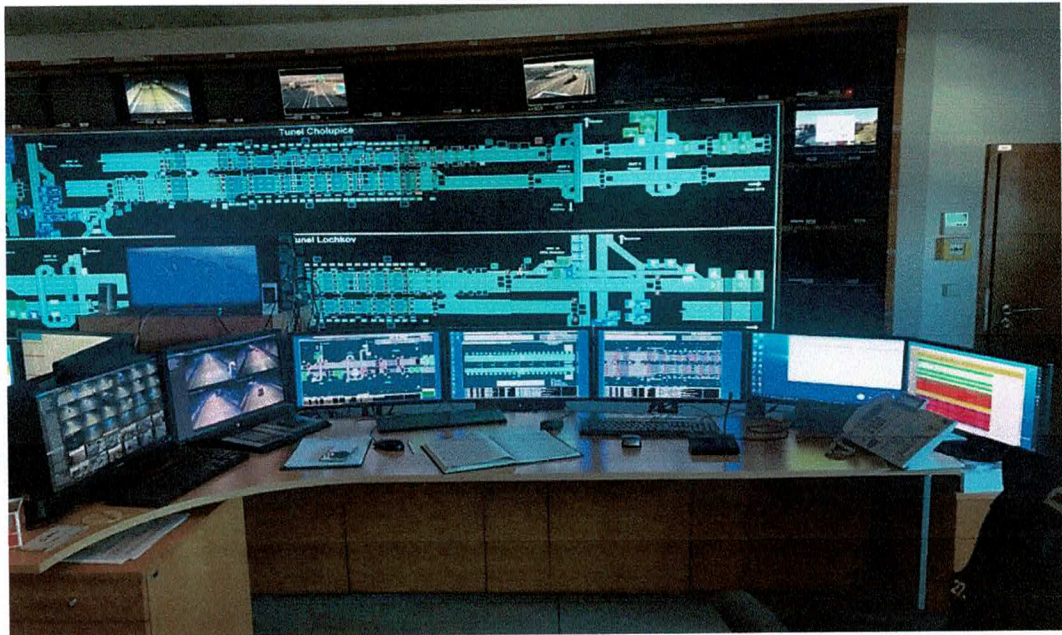
1.2 Řídicí centrum liniového řízení dopravy pro Pražský okruh

Veškeré stavy jednotlivých portálů LŘD a detekčních řezů jsou vyhodnocovány a řízeny z řídicího centra (ŘC) SOKP Rudná. Pracoviště je složkou Ředitelství silnic a dálnic České republiky (ŘSD ČR) a sídlí v budově střediska správy a údržby dálnice (SSÚD) Rudná. Z řídicího centra SOKP Rudná jsou taktéž samostatným pracovištěm řízeny tunely Lochkov a Lahovice. Tunely jsou na SOKP součástí dopravních staveb SOKP 513 (Vestec – Lahovice), SOKP 514 (Lahovice – Slivenec). Nad systémy obou tunelů je z tohoto pracoviště stálý provozní, bezpečnostní a technologický dohled. Liniové řízení dopravy harmonizuje silniční dopravu před vjezdem do tunelů a po výjezdu z tunelů, tudíž samotným řízením v tunelech se tato bakalářská práce nezabývá. Pro řízení provozu na dotčeném území viz podkapitola 1.1, tedy na jihozápadní části SOKP mezi dálnicemi D1 a D5 jsou v řídicím centru zřízena dvě pracoviště, viz obr. 2 a obr. 3. Na prvním pracovišti probíhá samotný proces řízení. Druhé pracoviště slouží jako záložní pro případ poruchy prvního. Dle názoru autora je potřeba dvou pracovišť, z nichž jedno slouží jako záložní naprostou nutností. Proces řízení musí být zabezpečen nonstop. Pokud by došlo k poruše na řídicím pracovišti a nebylo zde pracoviště záložní znamenalo by to obrovské riziko pro plynulost a bezpečnost silniční dopravy na Pražském okruhu.

Z řídicího pracoviště je prostřednictvím portálů liniového řízení dopravy viz obr. 5 a obr. 6 řízen a harmonizován proud silniční dopravy. Za pomoci proměnného dopravního značení (PDZ), zařízení pro provozní informace (ZPI) a detekce dopravního proudu na detekčních řezech viz podkapitola 1.4.1 probíhá liniové řízení dopravy na Pražském okruhu. Informační a řídicí procesy jsou taktéž koordinovány s Národním dopravním informačním centrem (NDIC). Je to proto, že některé technologie, jako jsou například zařízení pro provozní informace (ZPI), mají pro ovládání společná pravidla. Jsou tedy ovládány operátory z obou center. Národní dopravní informační centrum sídlí v Ostravě a je centrálním technickým, technologickým, provozním i organizačním pracovištěm pro řízení silničního provozu. Provoz Národního dopravního informačního centra není předmětem této bakalářské práce, a proto se tato jím již nadále nezabývá.

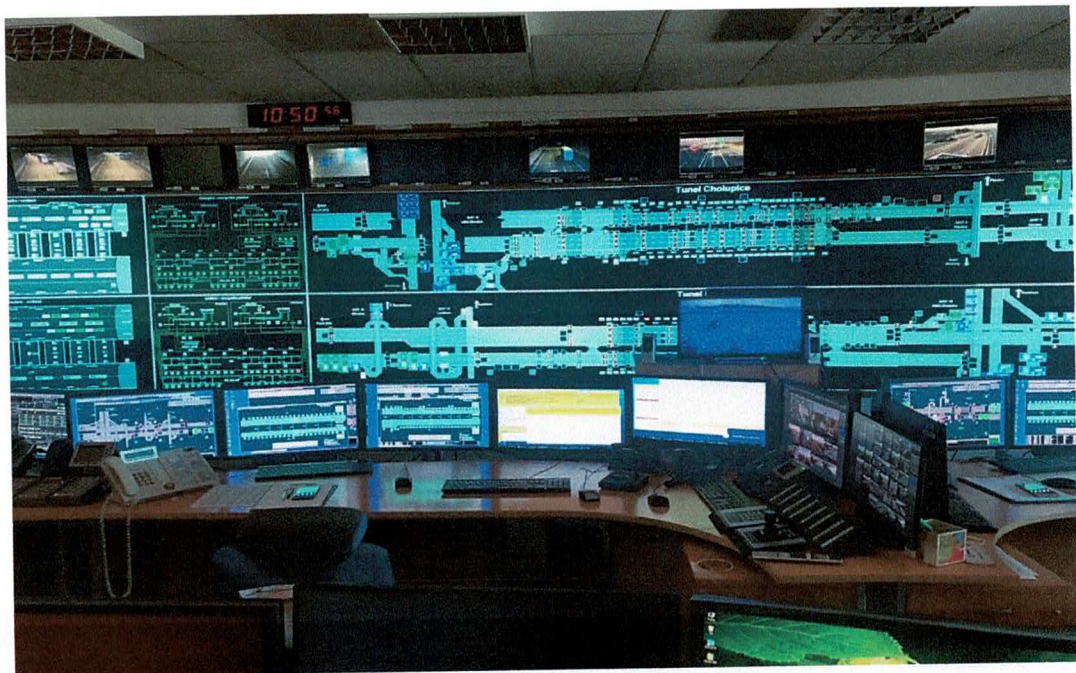
Pracoviště liniového řízení silničního provozu Pražského okruhu je v provozu nonstop 7 dní v týdnu 24 hodin denně a je obsazeno směnou složenou. Směnná složka je obsazena dvěma pracovníky ŘSD ČR a dvěma pracovníky Policie ČR, a to i ve špičkovém provozu, ve svátcích a víkendech. Všichni pracovníci, kteří systém používají, jsou vyškoleni pro ovládání celého systému. Dle názoru autora této práce je z hlediska ovládání systému obsazení dostatečné.

V následující podkapitole 1.3 se autor zabývá analýzou servisních a údržbových prací. Servis a údržba souvisí se samotným provozem, a je důležitou součástí celého procesu liniového řízení silničního provozu na Pražském okruhu.



Zdroj: foto autor

Obr. 2 Řídicí centrum SOKP Rudná – hlavní pracoviště LŘD



Zdroj: foto autor

Obr. 3 Řídicí centrum SOKP Rudná – záložní pracoviště LŘD

1.3 Analýza zajištěného servisu a údržby liniového řízení na Pražském okruhu

U systému liniového řízení na Pražském okruhu je povinností provozovatele mít zajištěn pravidelný servis a údržba včetně odstranění poruch. Pravidelný servis a údržba musí zajistit bezporuchovou a bezchybnou funkci celého systému liniového řízení. Nyní je pravidelný servis, údržba a odstranění poruch zajištěn externí dodavatelem, s kterým na základě výběrového řízení v souladu se zákonem č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, ve znění pozdějších předpisů (25) byla uzavřena servisní smlouva. Servisní smlouva neslouží primárně jenom pro zajištění servisních a údržbových prací, ale i pro včasné odstranění poruchy. Dodavatel je touto smlouvou zavázán provozovat horkou linku (hotline), pro nahlášení poruchy. Tato linka musí být v provozu nonstop 7 dní v týdnu 24 hodin denně. Ve smlouvě jsou definovány časy dojezdů pro zjištění poruch a časy pro odstranění (opravu) poruchy od jejího nahlášení pracovníkem ŘSD ČR. Samotná porucha má dvě kategorie. První kategorií je porucha typu havárie, jako je například výpadek komunikace mezi portálem liniového řízení a řídicím centrem, je vyžadována okamžitá oprava. Porucha typu havárie je poruchou, která by mohla ohrozit bezpečnost silničního provozu, a proto musí tuto poruchu dodavatel odstranit do 12 hodin od nahlášení pověřeným pracovníkem ŘSD ČR, a to včetně dojezdu. U druhé kategorie poruch, jako je například nefunkční led dioda v proměnném dopravním značení (PDZ), je dodavatel povinen tuto poruchu odstranit do 24 hodin od nahlášení pověřeným pracovníkem ŘSD ČR, a to včetně dojezdu. Dle názoru autora, by měla servisní smlouva obsahovat i zajištění pravidelných úprav systému. Pravidelné úpravy systému jsou nutností pro správné automatické reakce systému na danou dopravní situaci. Na základě získaných aktuálních dat z detekčních řezů, zkušeností pověřených pracovníků Policie ČR a pracovníků ŘSD ČR, kteří systém ovládají, by mělo docházet k jednotlivým úpravám systému liniového řízení. Tyto úpravy musí eliminovat chyby vzniklé při automatickém řízení a zároveň snížit používání systému liniového řízení v manuálním režimu. V tomto režimu totiž samotné liniové řízení postrádá svůj smysl. Manuální řízení silniční dopravy na Pražském okruhu by se mělo používat pouze při mimořádných případech, jako jsou například havárie nebo uzavírka.

Systém byl nastaven při zprovoznění. Při provozu systému nebyly udělaný žádné úpravy, které by vedly k jeho zdokonalení. Návrh řešení je v návrhové kapitole 2 bakalářské práce.

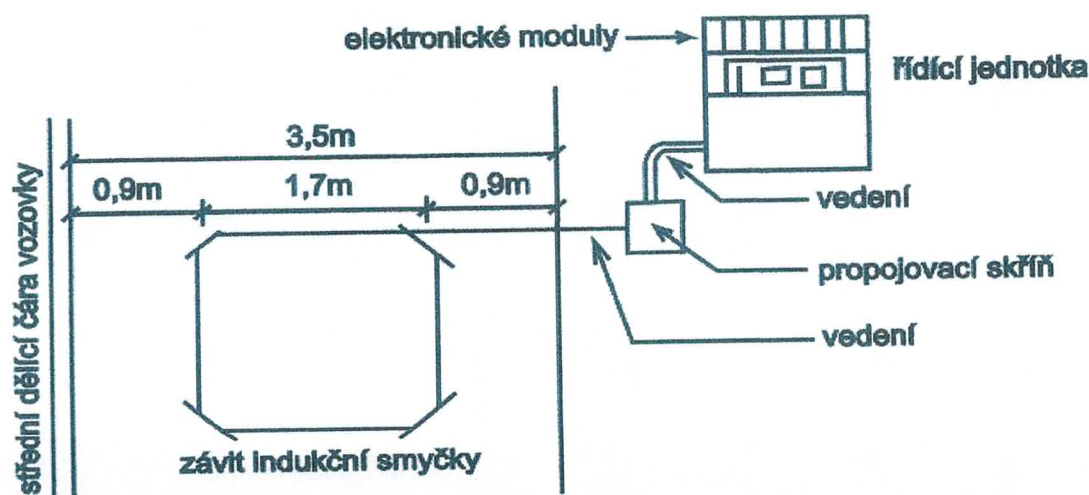
1.4 Analýza řezů liniového řízení dopravy

Pro detekci a následné řízení dopravního proudu jsou použity dva druhy řezů. Detekční řez, viz obr. 4 a řídicí řez, viz obr. 5 a obr. 6. V následujících podkapitolách 1.4.1 a 1.4.2 je popsána jejich funkce a provedená analýza.

1.4.1 Detekční řez

Detekční řez je místo, resp. profil pozemní komunikace, kde je prováděna detekce dopravního proudu, nejčastěji intenzity dopravy za pomoci detekčního zařízení. Druhem detekčního zařízení, které je použito na Pražském okruhu (vyjma tunelů) jsou indukční smyčky, viz obr. 4 umístěné ve vozovce. Během průjezdu či přítomnosti vozidla na smyčce dochází ke snížení její indukčnosti a tím se zvyšuje frekvence oscilátoru. V případě že frekvence dosáhne předem daného prahu, je tato změna vnímána jako přítomnost automobilu na smyčce (12). Smyčky jsou zapuštěny do vozovky a její velikost je dána šířkou jízdního pruhu.

Dle názoru autora této práce je výhodou indukčních smyček fakt, že je tato technologie osvědčená a za poměrně nízké investiční náklady (cena jedné indukční smyčky je cca 25 000,- s DPH) poskytují základní dopravní parametry (intenzitu dopravy, obsazenost atd.). Naopak nevýhodou indukčních smyček je složitá aplikace a špatná údržba. Při aplikaci dochází k uzavření pruhu a odfrézování asfaltové vrstvy. V případě nekvalitního povrchu vozovky, dochází k častým poruchám. Při opravě vozovky je často nutné indukční smyčky opětovně nainstalovat. Návrh řešení bude v návrhové kapitole 2 bakalářské práce.



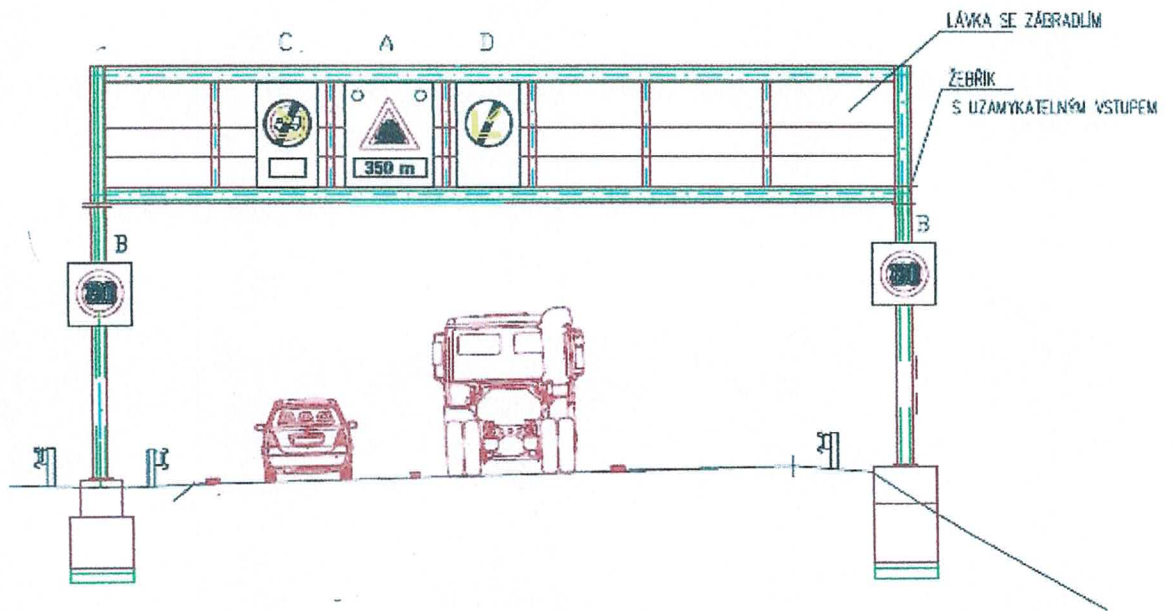
Zdroj: [2]

Obr. 4 Indukční smyčka

1.4.2 Řídící řez

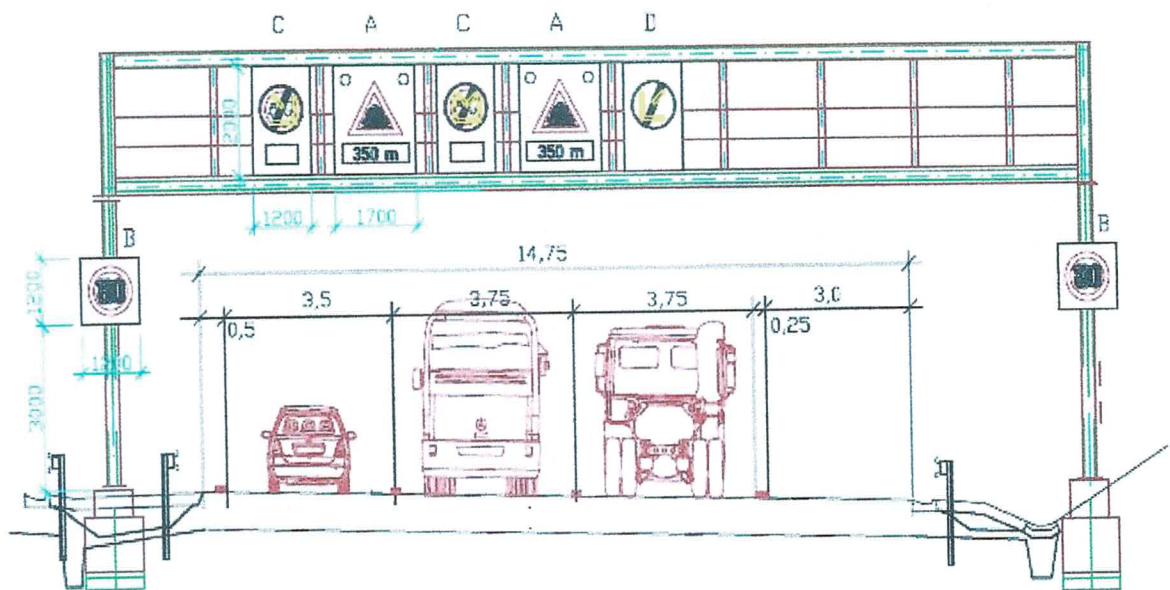
Řídící řez neboli portál LŘD je portál osazený proměnným dopravním značením (PDZ) pro řízení dopravního proudu. Umístění jednotlivých portálů je 1.000 – 1.500 metrů od sebe. Velikost portálu a počet PDZ je dán počtem jízdních pruhů v místě jeho staničení. Na portále je umístěno několik PDZ, viz obr. 5 a obr. 6, které se liší možnostmi zobrazení. Na PDZ typu A, viz obr. 5 a obr. 6 se zobrazují výstražné značky a dodatkové tabulky. Například dopravní značka A 22 Jiné nebezpečí, viz obr. 10 a dodatkové tabulky E 5 Celková hmotnost, viz obr. 9. Na PDZ typu B, viz obr. 5 a obr. 6 se zobrazují pouze zákazové dopravní značky. Například B 20a Nejvyšší dovolená rychlost, viz obr. 7. Na PDZ typu C, viz obr. 5 a obr. 6 se zobrazují zákazové dopravní značky, světelné signály a doplňkové tabulky. Na PDZ typu D se zobrazuje pouze zákazová dopravní značka B 26 Mlha nebo světelný signál S 8c Světelná šipka vlevo, viz obr. 11. Dopravní značky zobrazující symbol dopravní značky B 20a, umístěné na stojkách portálu (typ B), platí pro všechny jízdní pruhy v řezu. Dopravní značka umístěná vpravo na stojce portálu (u pravého okraje vozovky) je základní a vlevo na stojce portálu je tzv. doplňková. Platnost této dopravní značky se může ukončit pouze při zobrazení dopravní značky B 26 Konec všech zákazů zobrazených na všech PDZ nad středy jednotlivých jízdních pruhů (typu C, D). Dopravní značky umístěné na břevně portálu nad středovým nebo levým jízdním pruhem jsou platné pouze pro tyto pruhy. Dopravní značku B 4 Zákaz vjezdu nákladních vozidel je možné ukončit pouze zobrazením symbolů B 26 Konec všech zákazů na všech PDZ umístěných nad středy jízdních pruhů (typ C, D). Symboly světelné šipky vlevo nebo vpravo (typ C, D) se vždy vztahují pouze na následující úsek komunikace a nejsou ukončovány dopravní značkou B 26 Konec všech zákazů. PDZ na břevně portálu mezi jednotlivými jízdními pruhy (typ A) zobrazují varovné symboly dopravních značek pro všechny jízdní pruhy. Za předpokladu, že se jedná o komunikaci se třemi jízdními pruhy, zobrazují se na obou dopravních značkách stejné symboly. Dodatkové tabulky E3a Vzdálenost, vyznačuje vzdálenost k místu události.

Co se týče samotné funkčnosti, je portál obr. 5 a obr. 6, tak jak je konfigurován dle názoru autora bakalářské práce v pořádku. Je na zvážení, zda by nebylo vhodné umístit na portál proměnnou informační tabuli (PIT) zobrazující text.



Zdroj: [3]

Obr. 5 Portál LŘD se 2 jízdními pruhy



Zdroj: [3]

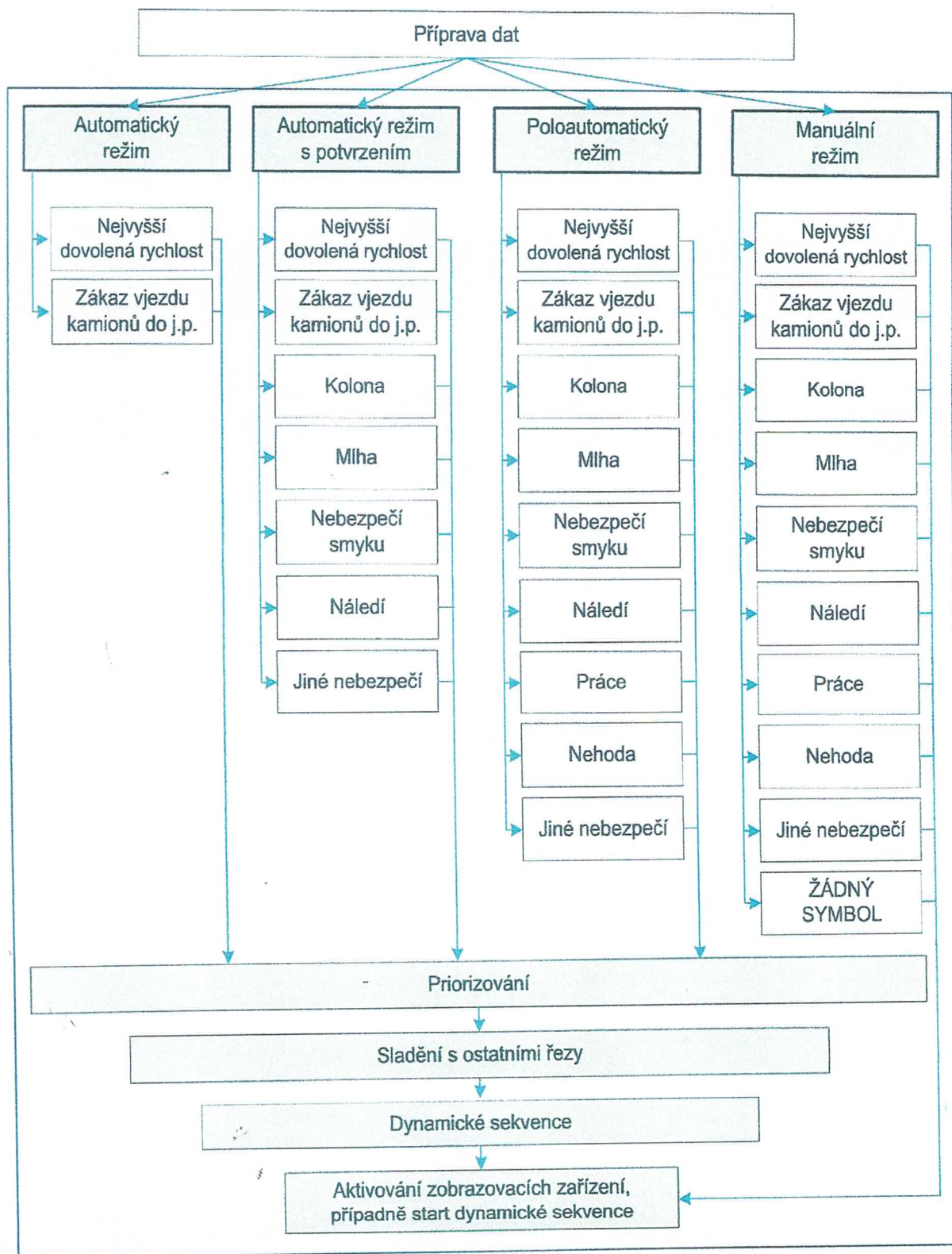
Obr. 6 Portál LŘD se 3 jízdními pruhy

1.5 Analýza přenosu aktuálních dopravních informací do provozu a regulace dopravy

V Tab. 1 je znázorněn celkový modulový rámec liniového řízení dopravy. Po získání dat z detekčních řezů, kamer, telefonické hlášky účastníka události nebo policejního hlášení, které má Policie ČR k dispozici na řídicím centru, nastává režim řízení při různých situacích a následné postupy při aktivaci dopravních značení. V modulárním rámci jsou použity čtyři režimy řízení: automatický režim, automatický režim s potvrzením, poloautomatický režim a manuální režim. Každý z režimů řízení má nastaven algoritmus detekce jednotlivých událostí. V podkapitole 1.6.2 Režimy systému liniového řízení dopravy jsou popsány jednotlivé moduly. Samotné algoritmy pro vyhodnocení jsou obsaženy v kapitole 1.6.3 Algoritmy detekce jednotlivých událostí. Na jednom řezu mohou být uplatňovány všechny režimy současně. Vzájemná vazba režimů řízení je ošetřena prioritami dle typu požadovaných událostí, nezávisle na způsobu zadání. Není tedy definován nadřazený a podřazený režim, ale priorita události, která nezávisí na režimu zadání, a na nebezpečnosti situace. Zobrazeno je tedy nejzávažnější varování a nejvyšší požadované snížení rychlosti, nezávisle na způsobu zadání, jak je uvedeno výše. Výjimkou je symbol zvolený v manuálním režimu, který je proti změně dle priorit uzamčen a bude zobrazen vždy, pokud nebude opět v manuálním režimu nahrazen. Zásady pro proměnné dopravní značení (PDZ) na pozemních komunikacích upravují podrobnosti o užití, umístění a případně provedení proměnných svislých dopravních značek a vybraných zařízení pro provozní informace. Pro použití proměnných dopravních značek a zařízení pro provozní informace je rozhodující jejich význam, který je upraven v zákonu č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (13) a vyhláškou č. 294/2015 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů (15).

Modulový rámec tak jak je navržen, je převzat z liniového řízení silniční dopravy v Nizozemí. Názor autora této práce je, že nebyl přizpůsoben řízení silničního provozu ČR. V následných letech provozu LŘD, od jeho spuštění po současnost, nebyly prováděny žádné úpravy a aktualizace na základě získaných zkušeností pověřených pracovníků Policie ČR a ŘSD ČR, kteří systém používají a pracují s ním.

Tab. 1 Základní rámec systému liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu



Zdroj: [3]

1.5.1 Příprava dat

Pro přípravu dat liniového řízení dopravy musíme mít co nejpřesnější informace o dopravních proudech na řízených úsecích. Data ze smyčkových detektorů umístěných ve vozovce rozliší dané kategorie vozidel, viz Tab.2. Pro následný výpočet intenzity dopravního proudu, musíme sjednotit dopravní proud z hlediska typizace vozidel, a to z důvodu srovnatelnosti vstupních parametrů. V dopravním proudu se vyskytují jak osobní automobily, tak automobily nákladní a autobusy různých typů, případně jiné dopravní prostředky. Všechny se liší svými rozměry, jízdními vlastnostmi atd. Pro zjednodušení je tedy proveden přepočít na tzv. jednotková vozidla [JV], která svými vlastnostmi reprezentují nejčastější vozidla v dopravním proudu. Nejčastějším vozidlem v dopravním proudu je osobní automobil. V tabulce Tab. 2 jsou uvedeny koeficienty pro přepočít na jednotlivá vozidla. Detektor poskytuje počty vozidel v jednotlivých kategoriích a pro další výpočty je nutné tyto sumy vynásobit příslušnými koeficienty (1). Tím budou převedeny na jednotková vozidla, která je možno sečíst a tím získat celkovou intenzitu dopravního proudu v jednotkách vozidel porovnatelnou s ostatními řezy, denními dobami apod.

$$Q_{jv} = Q_{mo} \cdot 0,5 + (Q_{ov} + Q_{ovp} + Q_{dv} + Q_j) \cdot 1 + (Q_{na} + Q_{nv} + Q_b) \cdot 1,5 + (Q_{np} + Q_{nm}) \cdot 2$$

[JV/h] (1)

Kde:

Q_{mo} intenzita motocyklů [mot/h]

Q_{ov} intenzita osobních vozidel [ov/h]

Q_{ovp} intenzita osobních vozidel s přívěsem [ovp/h]

Q_{dv} intenzita dodávek [dv/h]

Q_j intenzita jiného vozidla (typ nerozeznán) [j/h]

Q_{na} intenzita nákladních vozidel [na/h]

Q_{nv} intenzita nákladních vozidel s přívěsem [nv/h]

Q_b intenzita autobusů [b/h]

Q_{np} intenzita nákladních vozidel s přívěsem [np/h]

Q_{nm} intenzita nákladních vozidel s návěsem [nm/h]

Tab. 2 Kategorie rozlišitelných vozidel z detektorů a koeficienty JV

Typ vozidla	Označení	koeficient JV
Motocykl	Q_{mo}	0,5
Osobní vozidlo	Q_{ov}	1
Osobní vozidlo s přívěsem	Q_{ovp}	1
Dodávky do 3,5t	Q_{dv}	1
Nákladní vozidlo	Q_{na}	1,5
Nákladní vozidlo s krátkým přívěsem	Q_{nv}	1,5
Nákladní vozidlo s přívěsem	Q_{np}	2
Nákladní vozidlo s návěsem	Q_{nn}	2
Autobus	Q_b	1,5
jiné (typ nerozeznán)	Q_j	1

Zdroj: Autor s využitím [4]

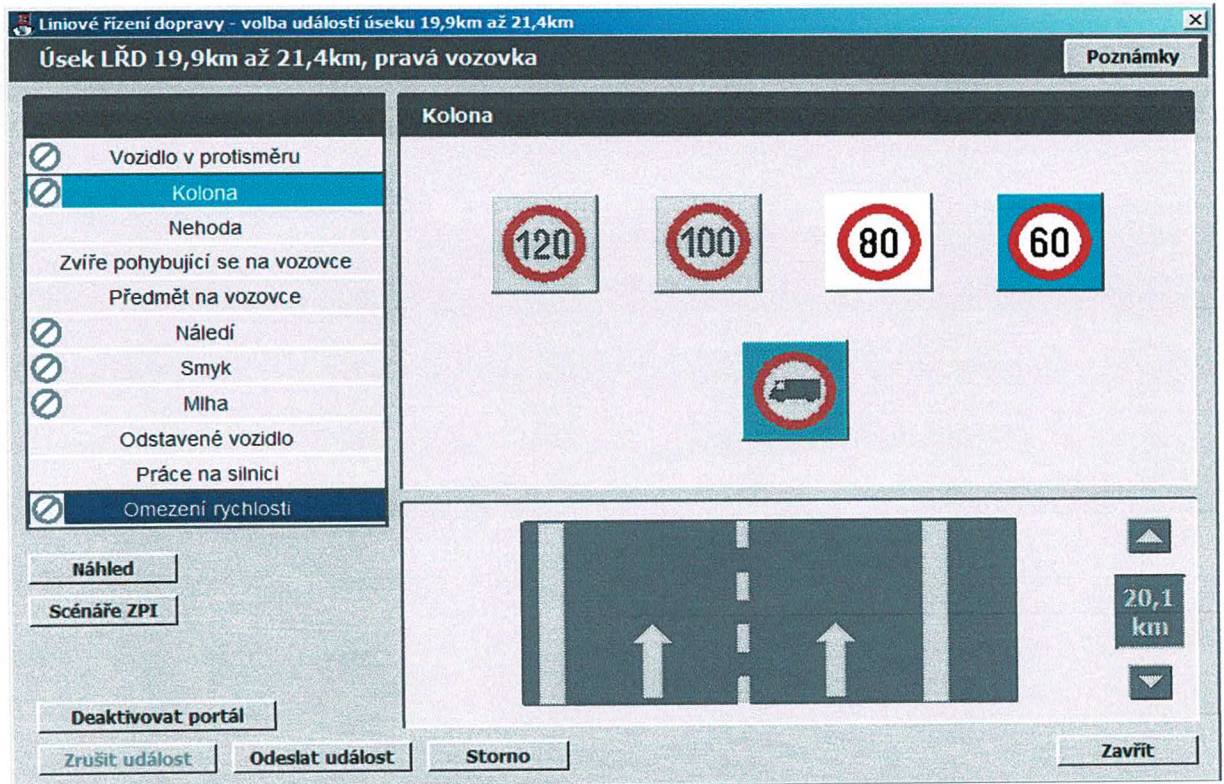
1.5.2 Režimy systému liniového řízení dopravy

Při nastavení systému je k jednomu řídicímu řezu přiřazen jeden měřící řez. Pro každou kombinaci měřených dat a daný režim je nejprve automaticky určeno doporučené zobrazení (kombinace jednotlivých symbolů na PDZ). Sběr dat z měřících řezů probíhá každou 1 minutu, přičemž agregovaná data jsou integrována do třiminutových intervalů a v těch následně vyhodnocována. Jednotlivými režimy systému liniového řízení silničního provozu na Pražském okruhu jsou: automatický režim, poloautomatický režim a manuální režim.

Automatický režim pracuje plně automaticky bez nutnosti zásahu dispečera do řízení. Na základě dat z dopravních detektorů je možné v případě vysokých dopravních intenzit (cca 2 000 vozidel za hodinu) harmonizovat dopravní proud snížením rychlosti, popř. zákazem jízdy nákladních vozidel v levém jízdním pruhu. Po detekování a agregaci dat následuje vyhodnocení algoritmů a modul prioritizování.

V poloautomatickém režimu nejsou použita data či informace samostatně, ale jsou zadána dispečerem. Ten vloží definovaný dopravní stav přímo do konkrétního řezu nebo jejich skupiny. Systém pak samostatně upraví návaznosti okolních řezů, popř. priority zobrazovaných stavů. Po prvním potvrzení algoritmů dispečerem následuje modul prioritizování. V dalším kroku je dispečerovi zobrazeno okno viz obr. 7 pro definitivní potvrzení nových opatření, jak jím zvolených, tak i všech návazných (postupné snížení rychlosti před dotčeným místem apod.).

Dispečer má přehled o jím potvrzovaných změnách a přebírá plnou zodpovědnost za realizované opatření.



Zdroj: foto autor

Obr. 7 Okno pro definitivní potvrzení nových opatření

V manuálním režimu je možné zadat jakýkoliv symbol na řídicím řezu, a to včetně nepopsaných stavů definovaných dopravním řádem. Symbol nastavený v tomto režimu je uzamčen pro přepsání jiným symbolem s vyšší prioritou. Zůstane tedy neměnný do doby, než dispečer symbol odstraní. Systém se vždy snaží přizpůsobit ostatní řezy tak, aby byly dodrženy všechny definované zásahy. V případě, že toto nebude možné např. zadáním požadavku na dvou po sobě jdoucích řezech, které by byly v rozporu s prostorovými vazbami, je na tuto skutečnost dispečer upozorněn varovnou hláškou zobrazující se na monitoru. Je tedy možné zadat libovolný symbol DZ při zachování zásad pro jednotlivé řezy. Symboly zadané v tomto režimu řízení jsou nadřazeny všem symbolům zadávaným v jiných režimech. Předpokládá se, že tento režim je používán pouze v mimořádných případech, jako je například dopravní nehoda nebo uzavírka.

1.5.3 Algoritmy detekce jednotlivých událostí

Vyhodnocení dopravní situace probíhá vždy na základě informací z detekčního řezu. Tím se přizpůsobuje řízení přiřazeného řídicího řezu. Toto platí zejména pro řízení v automatickém režimu s potvrzením. Pro události obsažené v těchto režimech jsou programově nadefinovány speciální algoritmy. Data, potřebná pro detekci stavů vedoucích k aktivaci symbolů PDZ: Mlha, Náledí a Nebezpečí smyku jsou získávány z meteostanic rozmístěných podél řešené pozemní komunikace. Jsou to režimy harmonizace dopravy, zákaz vjezdu nákladních vozidel, kolona, práce na silnici, mlha, nebezpečí smyku, náledí, nehoda, jiné nebezpečí. Jednotlivé režimy jsou popsány níže.

Při režimu **harmonizace dopravy** dochází za pomoci značek (B 20a – Nejvyšší dovolená rychlost, viz obr. 7) k omezení maximální povolené rychlosti. Rozhodnutí o tom, jaká je vhodná maximální povolená rychlost, se děje na základě měřených charakteristik dopravního proudu v detekčním řezu. Harmonizace dopravy je prováděna primárně podle dopravní intenzity. Pokud by hrozily kongesce, je rychlost pro tuto intenzitu omezena již na prvním profilu s danou intenzitou. V případě vzdouvajícího se čela kolony je tento jev zachycen a snížení rychlosti se posouvá spolu s čelem této kolony. Nadále je tedy zajištěno bezpečné dojetí ke koloně a následná jízda v koloně.



Zdroj: [5]

Obr. 8 Dopravní značka B 20a Nejvyšší dovolená rychlost

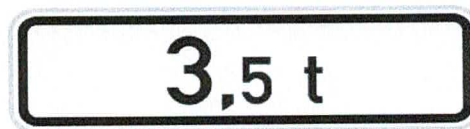
Při režimu **zákaz vjezdu nákladních vozidel** symbol B 4 Zákaz vjezdu do levého, resp. středního jízdního pruhu, viz obr. 8 není nikdy použit samostatně, nýbrž je součástí jiných modulů. Lze jej kombinovat spolu s jakoukoliv varovnou značkou vč. režimu harmonizace dopravy. Při aktivaci DZ B 4, Zákazu vjezdu nákladních vozidel do daného pruhu, viz obr. 8 na řezu (i), je vždy užito DZ B 4, Zákaz vjezdu nákladních vozidel, viz obr. 8 nad tímto pruhem i na předcházejícím řezu (i-1). Tato „předzvěst“ je platná již v místě zobrazení (řez i-1). Uvedené opatření zajišťuje, že k řezu (i) již vozidla přijíždějí dle tohoto značení. Dopravní

značka B 4 – Zákaz vjezdu nákladních vozidel je vždy doplněna dodatkovou tabulkou E5, viz obr. 9 s textem: „6 t“.



Zdroj: [6]

Obr. 9 Dopravní značka B 4 Zákaz vjezdu nákladních vozidel



Zdroj: [7]

Obr. 10 Dodatková tabulka E5 v kombinaci B4 Zákaz vjezdu nákladních vozidel nad 3,5 t

Při režimu **kolona** existují pro stanovení nutnosti zobrazení před kolonami 3 kritéria popsaná v této kapitole. K zapnutí varování stačí splnění libovolného z těchto kritérií:

První kritérium: Detekce kolon na bázi obsazenosti:

K detekci dochází ve chvíli, kdy je obsazenost (minutová) libovolného jízdního pruhu větší než předdefinovaná mezní zapínací hodnota, $b(i, j) > b_{ZAP\ kongesce}$ a zároveň rychlost všech vozidel $V(i) < 100\text{ km/h}$. Teprve pokud je obsazenost všech jízdních pruhů daného měřeného řezu menší než předdefinovaná mezní vypínací hodnota $b_{VYP\ kongesce}$, může dojít k odstranění varování. Jednotlivé mezní hodnoty jsou konfigurované (parametrizované) zvlášť pro každý úsek. Následující hodnoty uvádějí doporučené implicitní hodnoty časové obsazenosti smyček:

$$b_{ZAP\ kongesce} \geq 28\%$$

$$b_{VYP\ kongesce} < 20\%$$

Druhé kritérium: Detekce kolon na bázi rychlosti:

Na daném úseku je rozpoznána kongesce, pokud se na něm vozidla budou pohybovat malou rychlostí (menší jak 30 km/h).

Třetí kritérium: Detekce kolon na bázi rozpoznání dopravního rušení

Kritérium sleduje intenzitu a rychlost dopravního proudu na dvou sousedních řezech. Vypočítává lokální hustotu vozidel v úseku a sleduje její změny v čase.

Při režimu **práce na silnici** je aktivován modul práce v poloautomatickém nebo manuálním režimu bez jakékoliv automatické detekce. Aktivaci tohoto režimu je možné předem naplánovat a zajistit jeho platnost v definovaném období. V případě provádění prací na vozovce, nejsou aktivní jiné než varovné symboly. Deaktivace rychlostních omezení musí být provedena z důvodu dodržení vzdáleností pro umístění přenosného dopravního značení před a v rámci pracovního místa. Na základě platných technických podmínek TP 66 Zásady pro označování pracovních míst na pozemních komunikacích (14) je rychlost vždy snížena min. na 80 km/h. Zásady pro označování pracovních míst na pozemních komunikacích upravují podrobnosti o užití a umístění dopravních značek, světelných signálů a dopravních zařízení pro označení pracovních míst. Vychází zejména ze zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů (13). Dále pak z vyhlášky č. 294/2015 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů (15). Z důvodu možného rozporu mezi přenosným DZ a DZ na řezech LŘD je nevhodné současné zobrazení obou typů značek. Navíc jsou při delších uzavírkách používány opakované rychlosti v průběhu pracovního místa, a i zde by mohlo docházet k rozporům značení. Při události Práce je nezbytné v daném místě deaktivovat funkce dopravních detektorů ve vztahu k modulu Harmonizace dopravy a Vozidlo v protisměru, a to zejména v případě obousměrného provozu.

Režimy **mlha**, **nebezpečí smyku**, **náledí** jsou detekovány na základě dat poskytovaných meteorologickým modulem. Již vyhodnocené události jsou odeslány do řídicího systému LŘD, kde dojde k jejich prioritizaci a případnému zobrazení příslušného značení.

Při režimu **nehoda** je aktivován modul nehoda v poloautomatickém nebo manuálním režimu bez automatické detekce. Dispečer ho volí na základě dat z detektorů po ověření videodohledem, nebo na základě hlášení z SOS hlásek či v součinnosti se složkami integrovaného záchranného systému (IZS).

Dopravní značka se symbolem **Jiné nebezpečí** je používána při několika typech událostí jako je vozidlo v protisměru, zvíře pohybující se na vozovce, předmět na vozovce a odstavené vozidlo. V případě vzniku jiné události, než je vozidlo v protisměru, je tato událost zadána v manuálním režimu.

Vozidlo v protisměru

V případě detekce vozidla jedoucího v protisměru je tento modul ve zkušebním provozu aktivován v automatickém režimu s potvrzením. V našem případě již máme po zkušebním provozu, a proto byl systém již odladěn, byly minimalizovány falešné poplachy a ověřena spolehlivost detekce, a proto byl modul přesunut do automatického režimu. Pro aktivování je nutná detekce vozidla, které jede proti směru jízdy v daném jízdním pásu komunikace. Detekci takového vozidla zajišťují detektory díky nesprávnému sledu příjezdu na dvojici detektorů – de facto záporné rychlosti vozidla. Při detekci vozidla v protisměru jízdy (na dvou následujících řezech) je systémem okamžitě podáváno hlášení operátorovi dopravy a po jeho potvrzení jsou provedeny opatření k maximálnímu snížení nejvyšší dovolené rychlosti. Po potvrzení detekce vozidla v protisměru na řezu (i) je okamžitě v čase t_0 zobrazena rychlost 60 km/h na všech řezech předcházejících řezu detekce, počínaje řezem (i-1). Současně je aktivován symbol dopravní značky A22 (Jiné nebezpečí) viz obr. 10, a aktivací žluté šipky vpravo vyklizen levý jízdní pruh. V místě se třemi jízdními pruhy je nad středním jízdním pruhem aktivní symbol B4 (Zákaz předjíždění pro nákladní automobily). Současně je předán pokyn řídicímu systému (ŘS) tunelu na trase vozidla v protisměru k analogickému opatření. V případě, že se na řešeném úseku v době detekce vozidla vyskytuje jiné omezení, které vyžaduje užití světelných šipek odlišných od požadavků stavu vozidla v protisměru, vyšší prioritu mají šipky požadované na základě lokální události. Například v případě předmětu na vozovce v pravém jízdním pruhu není na řezu před tímto místem užitá šipka S 8d (Světelná šipka vpravo) nad levým jízdním pruhem, ale šipka S 8c (Světelná šipka vlevo) nad pravým jízdním pruhem. Operátor při krizové situaci vozidlo v protisměru musí okamžitě přes nastavený informační kanál kontaktovat složky IZS a současně sledovat pohyb vozidla dostupnými prostředky jako jsou například kamery rozmístěné ve sledovaném úseku. Všechna omezení vyvolaná touto krizovou situací budou zrušena až na přímé zadání obsluhy.



Zdroj: [9]

Obr. 11 Dopravní značka A22 Jiné nebezpečí



Zdroj: [10]

Obr. 12 Šipka S 8c

Zvíře pohybující se na vozovce

Jedná se o událost, která není automaticky detekována, tedy je zadávána v poloautomatickém režimu dispečerem dopravy. Po zadání této události je na předmětném úseku LŘD okamžitě (bez uplatnění dynamické sekvence) snížena povolená rychlost na 60 km/h, je aktivován symbol varovné značky Jiné nebezpečí A22 a zakázán vjezd nákladních vozidel do levého, resp. středního pruhu.

Předmět na vozovce

Jedná se o událost, která není automaticky detekována, tedy je zadávána v poloautomatickém režimu dispečerem. Dle rozsahu události je snížena rychlost na 100 až 60 km/h, doplněna o varovnou značku A22 Jiné nebezpečí a zákaz vjezdu nákladních vozidel do levého, resp. středního jízdního pruhu. Tato událost s dopadem na plynulost dopravního provozu (uplatnění omezení jízdy v pružích) bude vždy aplikována bez dynamické sekvence, tj. ihned.

Odstavené vozidlo

Jedná se o událost, která není automaticky detekována, tedy je zadávána v poloautomatickém režimu dispečerem na základě předané telefonické informace nebo po jejím zjištění na záběrech kamer. Událost je primárně užitá pro situace vozidla odstaveného na krajnici, které sice významnějším způsobem nezasahuje do vozovky, ale je třeba dbát zvýšené opatrnosti při jeho objíždění. Dále je využit k označení situace, kdy bude vozidlo přesahovat do jízdního pruhu nebo je odstaveno přímo v některém z jízdních pruhů. Dispečer dle svého zhodnocení rizika

situace volí snížení maximální dovolené rychlosti v celém spektru nabízených rychlostí, tedy 120 km/h, 100 km/h, 80 km/h, 60 km/h.

Přerušované žluté světlo (S 7)

Přerušované žluté světlo (S 7) u varovných značek není používáno vždy, ale pouze v případě těchto závažných událostí:

- možnost namrzání – stupeň 4 – stav led,
- nebezpečí smyku – stupeň 4,
- předmět na vozovce,
- zvíře na vozovce,
- nehoda,
- kolona,
- vozidlo v protisměru.

V případě těchto událostí je na varovné značce žluté světlo S 7 aktivováno pouze v místě události a nikdy nebude zobrazován na varovné značce jako předzvěst (i-1).



Zdroj: [11]

Obr. 13 Varovné žluté světlo S 7

1.5.4 Priorizování

Tato kapitola se zabývá stanovením priorit zejména mezi jednotlivými značkami na pozici A viz obr. 5 Portál LŘD se 2 jízdními pruhy a obr. 6 Portál LŘD se 3 jízdními pruhy. Nejedná se o samotné definování vztahu mezi značkami, ale uvedené seřazení reflektuje nebezpečnost situace, před kterou daná značka varuje. Zároveň zohledňuje skutečnost, že některé stavy by měl být řidič schopen identifikovat samostatně a značka je víceméně podpůrným prostředkem pro jeho komplexní informování.

Například varování před mlhou, neuvažujeme-li lokální výskyty husté mlhy, se dá chápat jako podpoření úsudku každého řidiče. Zatímco varování před kolonou dává řidiči v daný okamžik

novou informací, kterou by jinak získat nemohl. Při určování priorit je také částečně přihlédnuto k subjektivní možnosti akceptace řidiči, ale prioritně je brán význam daný vyhláškou č. 294/2015 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů (15).

Priorita je dána pro deset událostí viz Tab. 3 Tabulka priorit, při nichž mohou být použity všechny značky. Tyto jsou ohodnoceny bodovou škálou od deseti do jedné. Deset značí nejvyšší, jedna naopak nejnižší prioritu. Varování, hodnocená prioritou 6 až 10 jsou velmi důležitá, varování hodnocena 1 až 5 jsou chápána jako doplňková. Všechny události je možné zadávat v poloautomatickém nebo vyšším automatickém režimu, a to ve vazbě na priority. Priority však nejsou zohledněny, pokud dispečer zadává symboly na PDZ v manuálním režimu.

Dle autorova názoru této práce je samotná prioritizace, důležitou funkcí celého systému a lze jejím správným použitím efektivně dosáhnout eliminaci rizika druhotných nehod. Ovládání této funkce je momentálně plně závislé na lidském faktoru, protože systém liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu je ovládán převážně manuálně. Automatický nebo poloautomatický režim není využíván, což přináší riziko opomenutí nebo přehlédnutí nebezpečné události. V návrhové kapitole 2 bakalářské práce bude tento problém řešen a navrženo řešení.

Tab. 3 Tabulka priorit

Situace – dopravní značka	Priorita
Vozidlo v protisměru	10
Kolona	9
Nehoda	8
Živé zvíře na vozovce	7
Předmět na vozovce	6
Náledí	5
Nebezpečí smyku	4
Mlha	3
Odstavené vozidlo	2
Práce na silnici	1

Zdroj: Autor s využitím [3]

Vozidlo v protisměru

Priorita: 10

Symbol dopravní značky A22 (Jiné nebezpečí) viz obr. 10, je použit v automatickém režimu s potvrzením na základě automatické informace z detektorů. Jedná se o nejvíce nebezpečnou událost, proto má nejvyšší prioritu. Na tuto nejrizikovější událost musí navazovat mimořádná opatření.

Kolona

Priorita: 9

Symbol dopravní značky A 23 (Kolona) viz obr. 13, je použit v automatickém režimu bez potvrzení. Je užitá na základě výstupů sledování dopravního proudu, které identifikují kongesci na daném úseku komunikace.

Její priorita je ohodnocena výše než priorita nehody. Vycházíme z předpokladu, že vznikne-li v místě nehody kolona, na její čelo přijede řidič dříve než k nehodě. Proto je pro řidiče toto varování důležitější. Když kolona v místě nehody nevznikne, je aktivní varování před nehodou.



Zdroj: [16]

Obr. 14 Dopravní značka A23 Kolona

Nehoda

Priorita: 8

Symbol dopravní značky A 27 (Nehoda) viz obr. 14, není použit v žádném automatickém režimu. Předpokládá se, že se operátor o nehodě dozví pomocí volání účastníků nebo svědků nehody, voláním z SOS hlásek viz obr. 15, informací od složek IZS nebo pomocí videodohledu.

Případná automatická detekce nehod také upozorní operátora na problém hláškou zobrazující se na monitoru. Na základě těchto vstupů operátor rozhodne o zobrazení varování před nehodou. Jakmile se u nehody začne vytvářet kolona, kterou systém zaregistruje, bude zobrazeno varování před kolonou, přestože je stále aktuální.



Zdroj: [17]

Obr. 15 Dopravní značka A27 Nehoda



Zdroj: [20]

Obr. 16 Dálniční SOS hláška

Živé zvíře na vozovce

Priorita: 7

Symbol dopravní značky A 22 (Jiné nebezpečí) viz obr. 10, varuje v tomto případě před živým zvířetem na vozovce, které vytváří nebezpečnou situaci. Jedná se o nebezpečnou událost, která však není tak významná jako nehoda, proto je zařazena až za ni.

Předmět na vozovce

Priorita: 6

Symbol dopravní značky A 22 (Jiné nebezpečí) viz obr. 10, varuje v tomto případě před nebezpečným předmětem na vozovce. Dle rozsahu události je uplatněno odpovídající návazné rychlostní značení. Jedná se taktéž o nebezpečnou událost, ale prioritně zařazenou až za dopravní nehodu a živé zvíře na vozovce.

Náledí

Priorita: 5

Symbol dopravní značky A 24 (Náledí) viz obr. 16 je použit v automatickém režimu s potvrzením. Je zobrazena pro místa, ve kterých se dá předpokládat tvorba náledí na základě informací z meteohlásek viz obr. 17. Relativně vysoké prioritní ohodnocení je zdůvodněno nízkou možností samostatné identifikace této nebezpečné situace řidičem v dostatečném předstihu.



Zdroj: [18]

Obr. 17 Dopravní značka A24 Náledí



Zdroj: [21]

Obr. 18 Dálniční a silniční meteohláska

Nebezpečí smyku

Priorita: 4

Symbol dopravní značky A 8 (Nebezpečí smyku) viz obr. 18, je použit v automatickém režimu s potvrzením. Na základě informací z meteohlásek je zobrazena pro místa, ve kterých bude zvýšeno nebezpečí smyku. V rámci LŘD toto nebezpečí je hodnoceno podle aktuální intenzity srážek v dané oblasti.



Zdroj: [19]

Obr. 19 Dopravní značka A8 Nebezpečí smyku

Mlha

Priorita: 3

Symbol značky A 26 (Mlha) viz obr. 19, je použit v automatickém režimu s potvrzením. Je zobrazena pro místa, ve kterých je předpoklad výskytu mlhy. V rámci LŘD toto nebezpečí je hodnoceno dle viditelnosti udané meteohláskou, popřípadě dle dat dalších zdrojů jako jsou například kamery rozmístěné po SOKP. Nízká priorita je stanovena díky relativně vysoké možnosti samostatné identifikace nebezpečí řidičem, a to v dostatečném předstihu za předpokladu konzistentní povětrnostní situace.



Zdroj: [22]

Obr. 20 Dopravní značka A26 Mlha

Odstavené vozidlo

Priorita: 2

Při odstaveném vozidle na krajnici je aktivována dopravní značka A 22 (Jiné nebezpečí) viz obr. 10. Nejedná se o potenciální překážku provozu, ale při objíždění vozidla je třeba dbát zvýšené opatrnosti. Dále se daná událost využije při odstavení vozidla v jiných pruzích nebo na krajnici s přesahem do jízdního pruhu. Samotné varování dopravní značkou A 22 (Jiné nebezpečí) má nižší prioritu než ostatní dopravní značky, ale světelná šipka S 8 viz obr. 11 k opuštění pruhů v případě jejich omezení je zobrazena vždy.

Práce na silnici

Priorita: 1

Symbol dopravní značky A 15 (Práce na silnici) viz obr. 20, není použit v žádném z automatických režimů. Tato dopravní značka je ohodnocena nejnižší prioritou z toho důvodu, že každé pracovní místo musí být označeno přenosným dopravním značením dle projektu dopravně inženýrských opatření DIO. V první řadě tohoto opatření se nalézá oboustranně umístěná přenosná dopravní značka A 15 (Práce na silnici) viz obr. 20 s blikáčem S7 (Varovné žluté světlo) viz obr. 12, takže zobrazení na portálech LŘD je pouze zdůrazněním informace pro řidiče, které se mu dostane i když portál LŘD bude zobrazovat jiné varování, například nebezpečí náledí.



Zdroj: [23]

Obr. 21 Dopravní značka A15 Práce na silnici

Nejvyšší dovolená rychlost

Podle požadavků událostí je na PDZ zobrazena vždy nejnižší požadovaná rychlost. Tato nemusí odpovídat rychlosti požadované události, které je zobrazována na varovné značce, ale může souviset s událostí s nižší prioritou a s jejím požadavkem na nižší rychlost.

Symboly na PDZ typu C a D

Na PDZ typu C mohou být zobrazovány světelné šipky, zákaz vjezdu nákladních vozidel nebo konec všech zákazů. Světelná šipka má vždy vyšší prioritu než zákaz vjezdu nákladních vozidel a v případě, že dojde v důsledku kombinací dvou událostí k oběma požadavkům, bude světelná šipka nadřazena zakazu vjezdu. Konec všech zákazů je uplatňován vždy až v případě, že není

jiný požadavek daného řezu na dopravní omezení pomocí zákazových dopravních značek, Analogická je situace PDZ typu D, kde může být aktivní světelná šipka vlevo nebo konec všech zákazů.

Předzvěsti varovných značek

Při požadavku na aktivaci libovolné dopravní značky je tento požadavek přenesen na dva řezy – řez (i), aktuální před místem nebezpečí, a řez (i-1) předcházející řezu (i). Nezávisle na typu a prioritě zobrazované značky má předzvěst na řezu (i-1) nejnižší prioritu. To znamená, že předzvěst dopravní značky A 27 (Nehoda) viz obr. 14, zobrazená na řezu (i-1) může být přebita dopravní značkou A 24 (Náledí) viz obr. 16, požadované na tomto řezu. Například v případě nehody za řezem (i) a možností namrzání vozovky mezi řezy (i-1) a (i) bude pro řidiče jedoucího po komunikaci konečný sled varovných dopravních značek na portálech LŘD následující. Řezu (i-2) dopravní značka A 24 (Náledí), řez (i-1) dopravní značka A 24 (Náledí) a řez (i) dopravní značka A 27 (Nehoda).

Dle názoru autora této práce jsou priority viz Tab. 3 Tabulka priorit a následného popisu jednotlivých priorit událostí nastaveny správně. Není tedy potřeba nadále jejich hodnocení a nastavení řešit.

1.5.5 Sladění s ostatními řezy

V systému LŘD jsou také řešeny případy, kdy dojde k odchylce požadavku na maximální povolenou rychlost na sousedních řezech. K takovým stavům pravděpodobně vůbec nedochází aplikací harmonizace dopravy, ale spíše kombinací několika událostí (dvě místa dopravních nehod). Harmonizace dopravy je závislá na intenzitě dopravy a dá se předpokládat, že její požadavky se na krátkých úsecích mění skokově. Každopádně je nezbytné odchylky v sousedních řezech odborně odstranit, aby řízení dopravy bylo z pohledu dopravního proudu, pokud možno co nejplynulejší. Vyhlažovací postup je vždy aplikován od posledního řezu, tj. proti směru jízdy. Hodnota rychlosti není v žádném případě upravena z nižší na vyšší. Pro postupné snižování rychlosti není v žádném režimu využívána rychlost 120 km/h. Pokud na její aktivaci vzejde požadavek, není tento požadavek akceptován. Snižování povolené rychlosti na 120 km/h vyvolávají pouze události a harmonizace dopravy, případně povel pracovníka Policie ČR. Samotné sladění řezů probíhá mezi standartním řezem a minimálně dalšími třemi řezy od začátku linie. U standartního řezu (i), kterému předcházejí minimálně další tři řezy, se pro vyhlazování vychází z požadované hodnoty řezu (i) a předcházející řezy se přizpůsobují. Není tedy upravována požadovaná hodnota rychlosti (i) ale řezů předcházejících (i-1, i-2, ...).

Dle názoru autora je samotné sladění řezů zcela závislé na nastavení priorit. Jedná se tedy o kolize v automatickém a poloautomatickém režimu. Aby bylo možné tyto kolize co nejvíce eliminovat, je zapotřebí nastavit systém dle dlouhodobého sledování těchto kolizních situací. V návrhové kapitole 2 bakalářské práce je tento problém řešen a navrženo řešení.

1.5.6 Dynamická sekvence

Kapitola řeší průběh dynamické změny stavu LŘD v případě snižování rychlosti během harmonizace dopravy a při zvláštních stavech, před kterými je nutno řidiče varovat a jsou doplněny snížením rychlosti. Dynamická sekvence se nepoužívá v případě vozidla v protisměru, v případě nehody, předmětu nebo zvířete na vozovce. Užití skokového omezení rychlosti (aktivace symbolu dopravní značky B 20a viz obr. 7, 60 km/h v úseku a aktuálně povolenou rychlostí 130 km/h) je v rozporu z technickými podmínkami TP 205 Zásady pro proměnné dopravní značení na pozemních komunikacích (24). Systém LŘD na základě požadavku zástupců ŘSD ČR umožňuje okamžité omezení rychlosti v případě definovaných nebezpečných událostí. Jedná se o minimální pravděpodobnost, že z důvodu harmonizace proudu vyvstane nutnost skokově snížit rychlost, ale například v případě omezení v závislosti na meteorologických podmínkách (prudký déšť) tato situace může nastat. Uvedené omezení rychlosti musí dodržet zásady nejen z pohledu prostorového, ale i z pohledu časového. To znamená, že prostorové závislosti dopravního omezení jsou platné při ustáleném stavu, kdy již všechny řezy zobrazují požadované rychlosti a na řešeném úseku se nemohou nalézat řidiči, kteří by nebyli informováni o snížení maximální povolené rychlosti (3).

Mimo uvedené případy (vozidlo v protisměru, nehoda, ...) není možné při maximální povolené rychlosti 130 km/h aktivovat omezení na 60 km/h. V prostorových závislostech všech stavů je proto již dva řezy před tímto omezením postupně snižována rychlost. Na prvním řezu ve směru jízdy před omezením na 60 km/h je snížena rychlost na 100 km/h, a na druhém řezu ve směru jízdy před omezením je snížena na 80 km/h. Analogicky to musí být i v závislostech časových, vždy tak, aby řidiče jedoucího po pozemní komunikaci nedošlo ke skokovému snížení rychlosti.

Nejběžnější situací je, že v okamžiku počátečního omezení (při běžném provozu), se na celém sledovaném úseku pohybují vozidla, jejichž maximální povolená rychlost je 130 km/h. V okamžiku spuštění sekvence (t_0) je na všech řezech potřebných pro snížení rychlosti zobrazena rychlost 100 km/h. Po $t_i(v_{i-1})$ – čase nutném pro vyklizení úseku vozidly s maximální rychlostí 130 km/h, je na řezu následném vyklizeném úseku aktivováno další snížení rychlosti

pomocí proměnného dopravního značení (PDZ) symbolu dopravní značky B 20a (Nejvyšší dovolená rychlost) viz obr. 7. Primárně probíhá snižování rychlosti co nejrychleji pokud to situace dovolí, je využito snížení o 40 km/h. Tedy po čase $t_i(v_{i-1})$, kdy k řezu (i) přijíždějí vozidla s povolenou rychlostí 100 km/h, je rychlost snížena na 60 km/h, pakliže vzdálenost řezů (i) a (i-1) je větší než 1500 m. Pokud podmínka vzdálenosti není splněna, musí být rychlost snižována v kroku 20 km/h. Po čase $t_i(v_{i-1})$ je na řezu (i) aktivován symbol dopravní značky B 20 a (Nejvyšší povolená rychlost) viz obr. 7, 80 km/h. Po čase $t_i(v_{i-1})$, čase od aktivace rychlostního omezení 80 km/h na řezu (i-1) po příjezdu vozidel s tímto omezením k řezu (i), může být rychlost na řezu (i) snížena na 60 km/h.

Nastává i situace, kdy počáteční podmínky jsou již změněné. Například z důvodu harmonizace je aktivní rychlostní omezení 120 km/h. V takové situaci první snížení rychlosti na řezu (i) je o 40 km/h, pokud to povolí podmínky, tedy na 80 km/h. Další snižování rychlosti je možné po čase, kdy od předchozího řezu budou přijíždět vozidla s omezenou rychlostí na 100 km/h, resp. 80 km/h. Snižování rychlosti je využito vždy pouze na jednom řezu, který předchází důvodu snižování rychlosti. Pokud fyzické uspořádání pro řez (i) přímo před místem události snížení o 40 km/h nedovoluje, je snížení použito na řezu (i-1).

Finální zobrazení omezení rychlosti na řezu (i) na 60 km/h je provedeno nejdříve v čase $t = t_{i-1}(100) + t_i(80)$, za předpokladu, že není využito snížení o 40 km/h, kdy by platilo $t = t_i(100)$ při snižování z rychlosti 130 km/h. Při snižování ze 120 km/h při využití snížení rychlosti o 40 km/h je další možné omezení po čase $t = t_i(100)$, kdy k řezu (i) s aktivním symbolem dopravní značky B 20a (Nejvyšší povolená rychlost) viz Obr. 5, 80 km/h přijíždějí vozidla $v_{dov} = 100$ km/h a je možné další snížení o 40 km/h na 60 km/h.

Ve výpočtech časů pro průjezd vozidel sledovanými úseky není brán ohled na úhel akceptace omezení. To znamená vzdálenosti před portálem, kdy řidič není schopen přijmout změnu symbolu dopravní značky na proměnném dopravním zařízení PDZ. Předpokladem je, že tyto vzdálenosti jsou na všech řezech srovnatelné, není tedy potřeba počítat zanesení do výpočtu.

Aktivace nižší rychlosti na řezu (i), než je aktuální rychlost na předešlém řezu (i-1), je možná pouze v tom případě, že všechna vozidla přijíždějící k řezu (i) mají maximální povolenou rychlost aktuálně určenou řezem (i-1). Pokud neuplynul od aktivace omezení rychlosti na řezu (i-1) čas $t_i(v_{i-1})$ nutný k tomu, aby k řezu (i) přijela vozidla s rychlostí dle řezu (i-1), nelze na řezu (i) snížit rychlost pod hodnotu uvedenou na předešlém řezu, tedy pod v_{i-1} .

$$t_i(v_{i-1}) = \frac{d_i}{v_{i-1}}$$

[s] (2)

Kde:

$t_i(v_{i-1})$ čas, za který k řezu (i) budou přijíždět vozidla s maximální rychlosti dle řezu (i-1) [s]

d_i délka úseku (i-1) až (i) [m]

v_{i-1} rychlost povolená na řezu (i-1) [m/s]

Ve všech uvedených příkladech je požadavek na cílové snížení rychlosti 60 km/h, přičemž výchozí rychlost je 130 km/h nebo 120 km/h.

Dle autorova názoru je dynamická sekvence v souladu s požadavky zástupců ŘSD ČR a zákonem č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (13) a vyhláškou č. 294/2015 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů (15). Autor se dále touto funkcí nebude zabývat.

1.6 Blokace automatických událostí

System LŘD umožňuje blokovat reakce na automaticky detekované situace. Uvedené koresponduje s možností nastavení systému jak při převedení dopravy do protisměru, tak například v situacích chybných dat nebo jiných neočekávaných vlivů. System umožňuje dvě varianty deaktivace. Zaprvé vypnutí reakce na automatické události a zadruhé vypnutí celého řezu. Operátor dopravy (Policie ČR) má možnost vypnout reakci systému na jednotlivé automaticky detekované události. Tato funkce je vhodná při opětovné detekci neexistující události. Události, které jsou s umožněním vypnutí jsou: Nejvyšší dovolená rychlost, Zákaz vjezdu nákladních vozidel, Kolona, Mlha, Nebezpečí smyku, Náledí, Jiné nebezpečí (vozidlo v protisměru). Operátor má možnost vypnout celý řez LŘD. A to jak detekční řez, tak i řídicí řez. Tato funkce je použita v případě převedení dopravy do protisměrného provozu.

Dle autorova názoru je tato funkce z hlediska provozu a bezpečnosti zcela zásadní. Co se týče samotného vypínání, tak musí probíhat za jasně stanovených pravidel. Tato pravidla nejsou za celou dobu fungování stanovena. V návrhové kapitole 2 bakalářské práce bude tento problém řešen a navrženo řešení.

1.7 Analýza dalších systémových funkcí

V této kapitole jsou postupně popsány a analyzovány funkce, které přímo nesouvisí s liniovým řízením provozu. Jsou ale potřebné spíše pro zpracování dat, jejich archivaci, detekci výpadků a poruch a komunikaci mezi jinými systémy jako je například Národní dopravní informační centrum (NDIC).

1.7.1 Přenos a zpracování dat

Sběr dat probíhá v minutových intervalech. Data ze všech detektorů jsou k dispozici pro každou celou minutu, a to z důvodu případné pozdější implementace algoritmu pro detekci excesů. Pro stávající vyhodnocování jsou minutová data agregována do 3. minutových intervalů, které jsou řešeny jako celek. V návaznosti na vyhodnocení těchto agregovaných dat může automatický režim požadovat aktivaci stavů, nebo mohou vyvstat požadavky v automatickém režimu s potvrzením. Reakce Automatického režimu, přímé povely nebo potvrzení operátora a dynamické sekvence jsou zpracovány po vteřinách.

V případě detekce vozidla v protisměru je tento detekovaný stav indikován dispečerovi okamžitě prostřednictvím hlášky na monitoru, nezávisle na agregaci dat.

Dle názoru autora, je takto nastavený přenos dat maximální. Rychlost přenosu dat je dána zařízením, která přenos dat zajišťují.

1.7.2 Archivace dat

Veškerá data naměřená systémem i zásady provedené dispečerem jsou archivovány pro pozdější vyhodnocení. Doba archivace je z detektorů 3 měsíce, dat nebo zásahu dispečera, které vedly ke změně symbolů na LŘD je 12 měsíců. V archivu dat je vždy zaznamenáno datum, přesný čas, místo (staničení v km) a případně jméno osoby, která změnu provedla.

Dle názoru autora je archivace z detektorů krátká a z hlediska dalšího nastavení systému nepoužitelná. Data z detektorů by měla být archivována nejméně 12 měsíců. Takto archivovaná data jsou důležitá pro aktualizaci a úpravu systému. Chceme-li, aby systém fungoval v automatickém režimu v co nejdelším čase po dobu celého roku tj. 12 měsíců je nutné mít aktuální informace za celý rok.

1.7.3 Výpadky

Výpadky a poruchy jsou nežádoucím jevem, který je potřeba co nejvíce eliminovat. Nicméně s těmito případy musí systém počítat. V následujících podkapitolách 6.3.1 až 6.3.3 jsou jednotlivé výpadky a poruchy popsány a analyzovány.

Při výpadku komunikace systému LŘD s řídicím centrem v Rudné nemůže dispečer ovládat nastavení řezů. Pro překlenutí krátkodobých výpadků této komunikace je systém v činnosti po dobu 30 minut. Aktivní jsou dispečerem nastavené symboly a funkční automatický režim. Po uplynutí 30 minut je celý systém LŘD vypnut. Toto se netýká řídicích portálů ovládaných ŘS tunelů.

Tato funkce je nastavena pro možné další výpadky, které by mohli následovat ve sledu za sebou. Proto je systém po uplynutí 30 minut vypnut automaticky. Po tom, co jsou tyto výpadky, resp. důsledek těchto výpadků odstraněn je systém manuálně zapnut. Dle názoru autora je toto nastavení v pořádku.

Funkčnost jednotlivých symbolů proměnného dopravního značení PDZ v řezu je permanentně testována gantry servery, které jsou speciálně navrženy pro řízení dálničních informačních systémů. V případě zjištění poruchy je díky těmto serverům porucha přenesena do řídicího centra. V případě detekce chyby gantry serveru je gantr server automaticky restartován. Při výpadku komunikace gantr serverů s nadřazenou technologií dojde k lokálnímu vypnutí všech proměnných dopravních značení PDZ na tomto řezu.

Autor je toho názoru, že sledování poruch na řídicích řezech díky gantr serverů je plněn zabezpečen. Nadále se tedy autor nebude touto problematikou zabývat.

Výpadek jakéhokoliv symbolu dopravní značky v řezu neznamena vypnutí celého řezu, a to ani v případech, že by zobrazené dopravní značky byly v rozporu se stavy popsanými v jednotlivých událostech. Jedinou výjimkou je vypnutí symbolu dopravní značky B 20a (Nejvyšší povolená rychlost) viz obr. 7, na pravé straně vozovky, snižující rychlost. Tímto výpadkem je linie přerušena a postupuje se jako v případě výpadku celého řezu.

1.7.4 Kooperace s jinými systémy

Systém LŘD je úzce provázán na zařízení pro zobrazování provozních informací, která doplňují detailnější informace a důvody omezení, případně mohou zobrazit informace, na které systém LŘD nemá možnost reagovat. Z tohoto důvodu je vytvořeno komunikační rozhraní mezi systémem LŘD a Národním dopravním informačním centrem NDIC, které zajišťuje přenos

informací mezi těmito systémy. Zařízení pro provozní informace ZPI jsou ovládány obvykle z NDIC, ale ovládací dispečink v Rudné má možnost v případě mimořádných událostí (výpadky komunikace) jejich povelování převzít. Komunikace mezi systémy probíhá oboustranně. Systém LŘD do NDIC odesílá na základě aktivních událostí LŘD příslušné kódy, dle kterých je NDIC schopen událost identifikovat a umístit na komunikaci. Zpětně systém LŘD reaguje na události, které přicházejí z NDIC ve formě kódů. Systém LŘD reaguje přiřazenými událostmi, které dostává ovládací dispečer v Rudný k potvrzení s uvedením zdroje.

Dle autorova názoru je problematika přenosu informací nedořešena. Nejedná se o technickou stránku řešení, ale spíše administrativní, kterou musí projednat zástupci ŘSD. Nadále se tedy autor nebude touto problematikou zabývat.

1.8 Závěry analýzy

V kapitole 1, autor bakalářské práce, provedl analýzu stávajícího systému liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu. Analýza liniového řízení dopravy (LŘD) je provedena pro místní komunikaci v úseku mezi D1 a D5 obousměrně a pro dálnici D1 v úseku Mirošovice – Silniční okruh kolem prahy (SOKP) vlevo, viz obr. 1.

Zjištěné nedostatky z provedené analýzy, které bude autor bakalářské práce v následující kapitole 2 Návrh úprav systému řešit:

- a) V rámci servisních a údržbových prací, nejsou prováděny pravidelné úpravy systému. Úpravy systému jsou nutné pro správné fungování v automatickém režimu. Princip systému liniového řízení silniční dopravy je na automatickém režimu založen, proto je nutné toto vyřešit jako první.
- b) Systém liniového řízení dopravy na Pražském okruhu je používán převážně v manuálním režimu. Používání v manuálním režimu přímo souvisí s úpravou systému v rámci servisních a údržbových prací.
- c) Na Pražské okruhu je použita technologie indukční smyčky, viz obr. 4 umístěné ve vozovce. U této technologie dochází k častému poškození v rámci oprav povrchů pozemní komunikace. Další nevýhodou je složitá aplikace a špatná údržba.
- d) Kolize v automatickém a poloautomatickém režimu nejsou zcela eliminovány. Aby bylo možné tyto kolize co nejvíce eliminovat, je zapotřebí nastavit systém dle dlouhodobého sledování těchto kolizí.

- e) funkce blokace automatických událostí umožňuje blokovat reakce na automaticky detekované situace. Tato funkce je z hlediska provozu a bezpečnosti zcela zásadní. Co se týče samotného vypínání, tak musí probíhat za jasně stanovených pravidel. Tato pravidla nejsou za celou dobu fungování stanovena.
- f) doba archivace dat z detektorů je 3 měsíce. Doba archivace dat by měla být 12 měsíců. Archivovaná data jsou důležitá pro aktualizaci a úpravy systému. Chceme-li, aby systém fungoval v automatickém režimu v co nejdélším čase po dobu celého roku.

Zjištěné nedostatky z provedené analýzy, které nebude autor bakalářské práce v následující kapitole 2 Návrh úprav systému řešit:

- a) modulový rámec tak jak je navržen, je převzat z liniového řízení silniční dopravy v Nizozemí. Autor si není zcela jist, že je přizpůsoben řízení silničního provozu na Pražské okruhu. Jeho případné úpravy zatím nemohou být provedeny, protože autor nemá všechna potřebná vstupní data, která je možné získat až po ročním pozorování systému.
- b) problematika přenosu informací mezi systémem LŘD a Národním dopravním informačním centrem NDIC není dořešena. Nejedná se o technickou stránku, ale spíše administrativní, která se musí projednat zástupci ŘSD ČR.

2 NÁVRH ÚPRAV SYSTÉMU

Na základě analýzy liniového řízení silniční dopravy zpracované v kapitole 1, autor této bakalářské práce navrhuje vlastní úpravy, které by měly zajistit správné fungování systému liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu:

- a) Z provedené **analýzy zajištěného servisu a údržby** liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu vyplynulo, že v rámci servisních a údržbových prací není zajištěna pravidelná aktualizace a úprava systému. Autor bakalářské práce navrhuje, aby bylo řídicí centrum liniového řízení silniční dopravy pro Pražský okruh doplněno o jednoho technického pracovníka. Technický pracovník musí být zaměstnancem ŘSD ČR s pracovní smlouvou, na dobu neurčitou a na plný pracovní úvazek. Nejednalo by se o pohotovostního pracovníka. Byl by tedy na pracovišti k dispozici každý pracovní den od 7:00 do 16:30.

Požadavky, které doporučuje autor této práce, na nového technického pracovníka:

- VŠ nebo SŠ vzdělání se zaměřením na dopravu,
- Orientace v technických předpisech (ČSN, TP, apod.),
- Praktická zkušenost s programováním v C nebo C++,
- Uživatelská znalost MS Office a znalost práce s databázovými systémy,
- Znalost anglického jazyka (schopnost vést odbornou komunikaci),
- Řidičský průkaz sk. B (aktivní řidič),
- Trestní bezúhonnost,
- Analytické myšlení.

Náplň práce:

- Zajištění pravidelných aktualizací a úprav systému liniového řízení silniční dopravy

Platové podmínky:

Zařazení do 12. platové třídy dle nařízení vlády NV ČR č. 300/2019 Sb., o platových poměrech zaměstnanců ve veřejných službách a správě, a o platových poměrech státních zaměstnanců, ve znění pozdějších předpisů (27), příloha č. 1, platový stupeň dle vzdělání a odborné praxe. K tomu nenárokové složky platu (osobní příspěvek + motivační odměny v návaznosti na plnění stanovených úkolů).

Benefity:

- 5 týdnů dovolené,
- 5 dní indispozičního volna,
- Stravenky v hodnotě 130 Kč,
- Bezplatná jazyková výuka,
- Příspěvek formou Gallery Beta či penzijní připojištění,
- Zvýhodněná Multisport karta,
- Možnost využití firemních rekreačních zařízení,
- Permanentky do ZOO, Aquaparku a na lyže.

Benefity byli převzaty z webových stránek ŘSD ČR (29).

Autor této práce rozhodně nedoporučuje externího pracovníka, a to z hlediska stálé dostupnosti v uvedenou pracovní dobu. Tento technický pracovník musí být schopen průběžně aktualizovat systém a dělat na něm úpravy. Úpravy budou realizovány na základě aktualizovaných dat z detekčních řezů, zkušeností pověřených pracovníků Policie ČR a pracovníků ŘSD ČR, kteří systém používají. Na základě takto prováděných úprav, bude postupně přecházet liniové řízení silniční dopravy do automatického režimu bez nutnosti zásahů dispečerů.

Technický pracovník bude zařazen do provozního úseku, střediska správy a údržby silnic viz příloha č. 1, konkrétně na středisku správy a údržby dálnice SSÚD Rudná.

Místem výkonu bude ŘC SOKP Rudná na sále u dispečerů, kde pro tohoto zaměstnance bude zřízeno samostatné pracoviště. Na toto zřízení pracoviště je na sále dispečerů dostatek místa. Pracoviště bude vybaveno pracovním stolem, židlí a počítačovou stanicí (PC) připojenou do místní datové sítě. Na této počítačové stanici bude vytvořen přístup pro aktualizace a úpravy systému liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu. Dále bude mít zaměstnanec k dispozici služební automobil a notebook k provádění externích zásahů na portálech liniového řízení dopravy. Technický pracovník bude podřízen vedoucímu střediska správy a údržby dálnic SSÚD Rudná.

- b) Z provedené **analýzy řídicího centra** (ŘC) silničního okruhu kolem Prahy (SOKP) Rudná vyplynulo, že systém liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu je převážně používán v manuálním nebo poloautomatickém režimu. Jelikož liniové řízení dopravy je automatický systém a má být provozován bez nutnosti zásahů dispečera, tedy

v automatickém režimu, musí být řízení v manuálním režimu využíváno co nejméně. Manuální režim je ale také nutností. Využití tohoto režimu bývá zpravidla při mimořádných událostech, jako je například uzavírka pro probíhající práce na vozovce. Důsledek nynějšího využívání manuálního režimu (cca z 90 %), autor spatřuje v absenci technického pracovníka, který musí průběžně systém aktualizovat, a provádět na něm úpravy, aby dispečer do automatického režimu zasahoval co nejméně. Autor bakalářské práce navrhuje, aby průběžné aktualizace a úpravy systému byly realizovány stejným technickým pracovníkem viz bod a). Po provedení průběžných úprav systému, by manuální režim měl dispečer využívat pouze na dobu nutnou při mimořádných událostech jako je třeba havárie nebo uzavírka.

- c) Z provedené **analýzy řezů** liniového řízení silniční dopravy vyplynulo, že technologie použitá v detekčních řezech, není zcela optimální. Na Pražském okruhu je použita technologie indukční smyčky. U této technologie je složitá aplikace a špatná údržba a často dochází k poškození při odfrézování vozovky. Autor bakalářské práce navrhuje, aby tato technologie byla nahrazena technologií vzdálených detektorů viz obr. 23. U těchto detektorů je snadná instalace a jsou umístěny pod obrusnou vrstvu. Nedochozí tak k jejich poškození. Na každém detekčním řezu, respektive profilu pozemní komunikace jsou na střed do každého jízdního pruhu instalovány dva detektory. Tyto detektory jsou řazeny za sebou ve vzdálenosti cca 6 m od sebe. Intenzita dopravního proudu je tak měřena v každém jízdním pruhu zvlášť v nastavitelném intervalu například 5 minut. Klasifikace dopravního proudu je taktéž v každém jízdním pruhu detekována zvlášť, a to minimálně pro tři klasifikační třídy dle délky vozidla. Uživatel tak má možnost definovat třídy vozidel sám. Systém detektorů dále umožňuje detekovat rychlost jednotlivých vozidel v každém jízdním pruhu zvlášť. Díky tomu systém určí průměrnou rychlost dopravního proudu v nastavitelném časovém intervalu například 5 minut. Dále pak může probíhat detekce časových odstupů (mezer) mezi vozidly a detekce obsazenosti (tzn. výstupem je pak časová přítomnost vozidel na detektorem v procentech)



Zdroj: [26]

Obr. 22 Vzdálený detektor pro detekci dopravního proudu

- d) Z provedené **analýzy sladění řezů** vyplynulo, že při řízení v automatickém nebo poloautomatickém režimu dochází ke kolizím mezi jednotlivými řezy. K těmto stavům nedochází při samotné harmonizaci silniční dopravy, ale spíše při kombinaci několika událostí jako jsou například dvě místa nehod. Autor bakalářské práce navrhuje pro tyto odchylky v sousedních řezech postupné odborné odstranění technickým pracovníkem viz bod a), aby řízení dopravy bylo z pohledu dopravního proudu, pokud možno co nejplynulejší. Toho lze dosáhnout pouze dlouhodobým sledováním. Sledování odchylek musí provádět pracovníci Policie ČR a pracovníci ŘSD ČR, kteří systém ovládají. Tito pracovníci musí evidovat odchylky (například samostatnou evidenční knihou závad v elektronické podobě) pro jejich odborné odstranění. Do elektronické evidenční knihy závad by mohli vstupovat jen vybraní lidé pod svým heslem. Byli by to dispečeré a vedoucí střediska správy a údržby dálnice SSÚD Rudná. Do knihy by se zaevidovala závada se stručným popisem a jaký úsek má tuto závadu vyřešit (například špatně fungující vazba mezi portálem 1 a 2, odstraní technické oddělení střediska pro údržbu dálnice). Systém by automaticky přidělil pořadové číslo závady a zaevidoval by čas a datum zadání. Závada by automatickou zprávou (například e-mailem) byla doručena vedoucímu úseku a ten ji přidělí technikovi, který ji odstraní. Ten, kdo závadu zadal, dostane e-mailové potvrzení o přijetí zprávy. Z potvrzení bude patrné, kdy a komu bylo její odstranění přiděleno. Následně se technik dostaví na odstranění nebo se domluví na dalším postupu. Po odstranění technik do systému zadá závada odstraněna. Zadavatel

provede kontrolu a potvrdí její odstranění anebo se k odstranění vyjádří (například oprava byla provedena špatně a je potřeba tuto závadu opětovně opravit). Vše je tak zaevidováno. Následně by se cca po třech měsících mělo udělat vyhodnocení po jakou dobu byly závady odstraňovány, a to od jejich zadání po odstranění či vyřízení reklamace. Takto by byly i evidovány i odchylky na sousedních řezech. Po tomto procesu by již k odchýlkám nemělo docházet a měla by být i zajištěna zpětná vazba, proč se tak dělo.

- e) Z provedené **analýzy blokace automatických událostí** vyplynulo, že pro použití této funkce, která má značný vliv na řízení v automatickém režimu nejsou stanovena pevná pravidla. Díky blokačním automatických událostí, které má dispečer k dispozici, přechází systém postupně do manuálního režimu. Tato funkce byla do systému implementována pouze pro využití při převedení dopravy do protisměru nebo v situacích chybových dat. Autor této bakalářské práce navrhuje, aby pro tuto funkci byla stanovena nová pravidla jejího používání. Tato pravidla musí stanovit vedoucí pracovník střediska správy a údržby dálnic ŘSD ČR úseku SSÚD Rudná, který je zodpovědný za správné fungování liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu. Před stanovením pravidel pro používání blokace automatických událostí musí být vše konzultováno se zástupcem Policie ČR, který je zodpovědný za správné používání systému pracovníky Policie ČR. Pakliže dojde k vzájemnému odsouhlasení pravidel mezi Policií ČR a ŘSD ČR, vydá vedoucí střediska správy a údržby dálnic ŘSD ČR úseku SSÚD Rudná novou závaznou směrnici pro používání blokace automatických událostí. Přílohou tohoto dokumentu musí být seznam osob, kteří mohou tuto funkci používat s jejich podpisy. Podpisem této přílohy stvrdí, že směrnici nastudovali a budou se jí řídit. Každý uživatel musí mít pro tuto funkci přístup pod osobním kódem, za účelem zjištění, za jakých situacích byla tato funkce použita. Pokud nedojde k dohodě mezi vedoucím střediska správy a údržby ŘSD ČR a zástupcem Policie ČR bude muset vše projednat a dohodnout vrcholové vedení ŘSD ČR s nadřízenými orgány Policie ČR.
- f) Z provedené **analýzy archivace dat** vyplynulo, že doba archivace dat z detekčních řezů je 3 měsíce. Pro správné nastavení systému a následné úpravy je tato doba krátká. Autor bakalářské práce navrhuje, aby získaná data z detekčních řezů byla archivována nejméně po dobu 12 měsíců. Chceme-li aby systém pracoval co nejdéle v automatickém režimu po dobu celého roku, musíme mít dostupná data za celý rok. Takto archivovaná data se následně využijí pro aktualizaci a úpravu systému. Předpokládá se, že cílem

liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu je v co nejdelším čase po dobu celého roku provozovat systému v automatickém režimu.

3 ZHODNOCENÍ ÚPRAV SYSTÉMU

Kapitola věnovaná zhodnocení úprav systému vychází z, autorem této práce provedené analýzy a z jeho následných návrhů na úpravu systému:

- a) Doplněním technického pracovníka, který bude schopen průběžně aktualizovat a upravovat systém na základě aktualizovaných dat z detekčních řezů, zkušeností pověřených pracovníků Policie ČR a pracovníků ŘSD, dojde k postupnému zefektivnění celého systému liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu, tak aby byl co nejvíce plně automatizován. Technický pracovník by měl pracovat na plný úvazek. Musí být zaměstnancem ŘSD ČR se standartním týdenní úvazek 40 hodin. Na pracovišti by byl k dispozici každý pracovní den od 7:00 do 16:30. Celkové náklady na vybavení nového zaměstnance jsou cca 493.500,- (Stůl a židle 3.500,-, stolní počítač 25.000,-, notebook 15 000,- a služební automobil 450 000,-). Cena vybavení byla stanovena dle dostupných online informací. Mzdové měsíční náklady jsou stanoveny dle nařízení vlády NV ČR č. 300/2019 Sb., o platových poměrech zaměstnanců ve veřejných službách a správě, a o platových poměrech státních zaměstnanců, ve znění pozdějších předpisů (27), příloha č. 1, platový stupeň dle vzdělání a odborné praxe. Zařazení v 12 platové třídě, kde je měsíční mzda stanovena od 26 730,- do 36 470,- dle vzdělání a odborné praxe. V kalkulaci není zahrnut osobní příspěvek + motivační odměny v návaznosti na plnění stanovených úkolů.
- b) Postupnými aktualizacemi a úpravami dojde k pozvolnému přechodu z manuálního režimu k automatickému režimu liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu. Manuální režim liniového řízení bude používán pouze při mimořádných událostech nebo uzavírkách.
- c) Výměnou stávajícího detekčního zařízení (indukční smyčky) za autorem navržené detekční zařízení (vzdálené detektory), dojde k eliminaci poškození při odfrézování a zjednodušení údržby detekčních řezů. Autorem navržené detektory poskytnou více dat o intenzitě dopravního proudu, klasifikaci dopravního proudu, detekci rychlosti jednotlivých vozidel, detekci časových odstupů (mezer) mezi vozidly a detekci obsazenosti.
- d) Dlouhodobým sledováním odchylek sousedních řezů, které vznikají při kombinaci několika událostí jako jsou například dvě místa nehod, musí dojít k postupnému

odbornému odstraňování technickým pracovníkem viz bod a). Tímto budou tyto kolize postupně eliminovány.

- e) Stanovením pravidel používání blokace automatické funkce se vyjasní, kdy tuto funkci použít. Tato funkce je v systému zřízena pouze pro využití při převedení dopravy do protisměru nebo v situacích chybových dat.
- f) Při archivaci dat z detekčních řezů po dobu 12 měsíců bude mít technický pracovník viz bod a), k dispozici zpětné podklady za celý rok pro nastavení systému. Systém díky těmto podkladům, bude nastaven pro užívání v automatickém režimu v co nejdelším čase po dobu celého roku. Pro prodloužení archivace se musí na serveru, který slouží k archivaci dat zajistit dostatečná kapacita pro ukládání těchto dat. Pokud by tato kapacita nebyla dostatečná, musí se rozšířit kapacita serveru o diskové pole. Pro objem archivovaných dat bude dostačující disk o velikosti 2 TB. Pořizovací cena včetně instalace by neměla přesáhnou 10.000 Kč bez DPH.

ZÁVĚR

Liniové řízení dopravy je aktuální a nedílnou součástí silniční dopravy. Liniové řízení dopravy je řešením plynulé a efektivní dopravy. Doprava je řízena na základě dat z detekčních systémů, a díky těmto informacím dochází k její harmonizaci na vybraných úsecích v reálném čase.

Cílem této bakalářské práce, definovaným v úvodu, bylo provedení analýzy stávajícího liniového řízení silniční dopravy na Pražském okruhu. Na základě výsledků provedené analýzy navrhnout úpravy systému, které by vedly ke zlepšení funkčnosti celého systému s následným zhodnocením provedených úprav. Zlepšení funkčnosti systému bude zajištěno průběžným prováděním aktualizací a úprav systému novým zaměstnancem, který tyto činnosti bude provádět.

První kapitola této bakalářské práce se zaměřila na analýzu jednotlivých částí systému, které jsou důležité pro fungování liniového řízení jako celku. Na základě provedené analýzy bylo zjištěno, že největším nedostatkem jsou neprobíhající aktualizace a úpravy systému.

Na základě zjištěných výsledků dále autor této bakalářské práce navrhl úpravy systému, které spočívají v doplnění nového technického pracovníka pro provádění aktualizací a úprav, výměnu detekčního zařízení, novu evidenci poruch a závad, návrh na vytvoření nové směrnice pro používání blokace automatických událostí a prodloužení archivaci dat z detekčních řezů. Cílem návrhů této bakalářské práce je, aby liniové řízení silniční dopravy na Pražském okruhu bylo provozováno co nejdéle v automatickém režimu po dobu celého roku.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

1. Pražský okruh [online]. [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/12040893/>
2. Intrusivní detektory [online]. [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <https://zolotarev.fd.cvut.cz › mzd › ctrl>
3. Provozní řád. SOKP, D1 Liniové řízení dopravy. Ředitelství silnic a dálnic České republiky. 2016
4. Technické podmínky TP 188: Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací [online]. [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_188_2018.pdf
5. Dopravní značka B 20a [online]. [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.zakruta.cz/dopravni-znaceni/zakazove-dopravni-znacky/b20a/nejvyssi-dovolena-rychlost/>
6. Dopravní značka B 4 [online]. [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.zakruta.cz/dopravni-znaceni/zakazove-dopravni-znacky/b4/zakaz-vjezdu-nakladnich-automobilu/>
7. Dodatková tabulka E5 [online]. [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.zakruta.cz/dopravni-znaceni/dopravni-znacky-dodatkovy-tabulky/e5/celkova-hmotnost/>
8. Bezpečnostní systémy na Silničním okruhu kolem Prahy [online]. [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/bezpecnostni-systemy-na-silnicnim-okruhu-kolem-prahy/>
9. Dopravní značka A22 [online]. [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <https://www.zakruta.cz/dopravni-znaceni/vystrazne-dopravni-znacky/a22/jine-nebezpeci/>
10. Šipka S 8c [online]. [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <https://www.zakruta.cz/dopravni-znaceni/svetelne-signalys8c/svetelna-sipka-vlevo/>

11. Varovné žluté světlo S 7 [online]. [cit. 2020-01-05]. Dostupné z:
<https://www.zakruta.cz/dopravni-znaceni/svetelne-signaly/s7/prerusovane-zlute-svetlo/>
12. BUREŠ, Petr; PŘIBYL, Ondřej. Detektory zasahující do vozovky, úvod do detekce [online]. Praha: Dopravní fakulta ČVUT v Praze [cit. 2012-10-12]. Dostupné z:
http://euler.fd.cvut.cz/predmety/pmzd/lectures/2010/MZD_03_intrusivni_detektory_2010.pdf
13. 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.
14. Zásady pro označování pracovních míst na pozemních komunikacích: technické podmínky: TP 66 [online]. Ministerstvo dopravy, 2015 [cit. 2020-01-09]. Dostupné z:
https://www.dopravniznacenicom.com/fotky50652/ke_stazeni/technicke_podminky_03.pdf
15. 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>
16. Dopravní značka A 23 Kolona [online]. [cit. 2020-05-02]. Dostupné z:
<https://autobible.euro.cz/kolona>
17. Dopravní značka A 27 Nehoda [online]. [cit. 2020-05-02]. Dostupné z:
<https://autobible.euro.cz/nehoda>
18. Dopravní značka A 24 Náledí [online]. [cit. 2020-05-02]. Dostupné z:
<https://autobible.euro.cz/naledi>
19. Dopravní značka A 8 Nebezpečí smyku [online]. [cit. 2020-05-02]. Dostupné z:
<https://autobible.euro.cz/nebezpeci-smyku>
20. Dálniční SOS hláska [online]. [cit. 2020-05-02]. Dostupné z:
<https://www.i-novojicinsko.cz/sos-hlaska-2711>
21. Dálniční meteohláska [online]. [cit. 2020-05-02]. Dostupné z:
https://www.medipo.cz/shn_JMK.html

22. Dopravní značka A 26 Mlha [online]. [cit. 2020-05-02]. Dostupné z:
<https://autobible.euro.cz/mlha>
23. Dopravní značka A 15 Práce na silnici [online]. [cit. 2020-05-02]. Dostupné z:
<https://autobible.euro.cz/prace/dopravni-znacka-prace>
24. Zásady pro proměnné dopravní značení na pozemních komunikacích: Technické podmínky: TP 205. Praha: Ministerstvo dopravy, 2008. ISBN 978-80-86502-84-7.
25. Zákon č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek [online]. 29.04.2016 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-134>
26. Vzdálený detektor [online]. [cit. 2020-07-13]. Dostupné z:
<https://sensysnetworks.com/products>
27. Nařízení vlády č. 300/2019 Sb.,: Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 341/2017 Sb., o platových poměrech zaměstnanců ve veřejných službách a správě, ve znění pozdějších předpisů, a nařízení vlády č. 304/2014 Sb., o platových poměrech státních zaměstnanců, ve znění pozdějších předpisů [online]. [cit. 2020-07-21]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2019-300>
28. Organizační struktura Ředitelství silnic a dálnic ČR [online]. [cit. 2020-07-21]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/web/rsd/Reditelstvi-silnic-a-dalnic>
29. Volná pracovní místa ŘSD ČR [online]. [cit. 2020-07-27]. Dostupné z:
<https://www.rsd.cz/wps/portal/web/Voln%C3%A1%20pracovn%C3%AD%20m%C3%ADsta>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1	Organizační struktura Ředitelství silnic a dálnic ČR	59
--------------	--	----

Příloha č. 1 Orientační struktura Ředitelství silnic a dálnic ČR

Organizační struktura Ředitelství silnic a dálnic ČR

