

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

307 187

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

G08G 1/08 (2006.01)
G08G 1/00 (2006.01)
G08G 1/081 (2006.01)
G08G 1/07 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2010-527**
 (22) Přihlášeno: **30.06.2010**
 (40) Zveřejněno: **11.01.2012**
(Věstník č. 2/2012)
 (47) Uděleno: **24.01.2018**
 (24) Oznámení o udělení ve věstníku: **07.03.2018**
(Věstník č. 10/2018)

(56) Relevantní dokumenty:

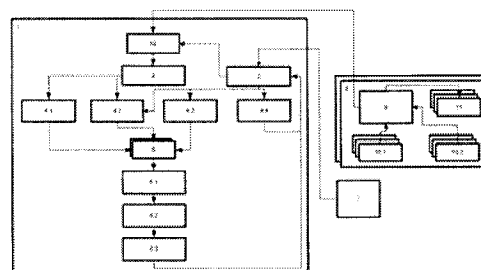
JP 2010009366 A; JP 2006309735 A; US 2010079306 A1; US 5771484 A.

(73) Majitel patentu:
ELTODO, a. s., Praha 4, CZ

aplikace dynamických sekvencí a prioritní zobrazení
informací na proměnném dopravním značení (11).

(72) Původce:
Ing. Dušan Krajčír, Dis., Štramberk, CZ
Ing. Miroslav Šustek, Újezd, CZ
Ing. Martin Kňákal, Tábor, CZ
Ing. Jiří Beneš, Praha 10, Záběhlice, CZ
doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph.D., Praha 10, CZ

(74) Zástupce:
Loskotová & partneři, patentová a známková
kancelář, Ing. Gabriela Loskotová, K Závětinám
727, 155 00 Praha 5



(54) Název vynálezu:
Zařízení liniového řízení dopravy a jeho postup

(57) Anotace:
Zařízení liniového řízení dopravy bylo harmonizováno dopravy, obsahuje nejméně jeden detekční řez (8), nejméně jeden řídicí řez (8.1), zpravidla jsou oba druhy řezu v bezprostřední blízkosti, dále obsahuje nejméně jeden dopravní detektor (10.1) pro detekci dopravního proudu k získání dopravních dat, nejméně jeden meteorologický detektor (10.2) pro získávání meteorologických dat a videodohled, přičemž na portálu v řídicím řezu (8.1) je uspořádáno nejméně jedno proměnné dopravní značení (11), přičemž každý řídicí řez (8.1) je propojen s vyhodnocovacím a zobrazovacím zařízením (9), které pomocí příslušných algoritmů vyhodnotí aktuální situaci a zobrazí optimální symboly na proměnném dopravním značení (11), přičemž systém je ovládán algoritmy automatického řízení, automatického řízení s potvrzením, poloautomatického řízení nebo manuálně obsluhou systému. Hlavním principem řízení je prostorové vyhlazení dat, prognóza dat.

CZ 307187 B6

Zařízení liniového řízení dopravy a jeho postup

Oblast techniky

Vynález se týká řízení dopravy na rychlostních komunikacích.

Dosavadní stav techniky

Pro řízení dopravy na rychlostních komunikacích jsou známy nejrůznější systémy, které však nezpracovávají kompletní informace ovlivňující dopravní proud na těchto komunikacích.

Ve spisu US 5 771 484 je popsán systém zaměřený na řízení dopravy na liniových komunikacích dálničního typu při nepříznivých povětrnostních podmínkách, konkrétně mlhy, která je detekována pomocí dohledoměrů. Při zjištění snížené viditelnosti jsou řidiči varováni před hrozícím rizikem a pomocí proměnného dopravního značení je snižována nejvyšší dovolená rychlost v závislosti na dohlednosti. Popsané řešení se nevěnuje žádným dalším možnostem řízení dopravy (např. v závislosti na intenzitě dopravy, detekci kolon apod.) ani nepopisuje systém centrálního dispečerského řízení z řídicího centra.

Ve spisu US 2010079306 je popsán systém řízení dopravy v oblasti, tedy systém zaměřený na řízení průjezdu vozidel křižovatkami se světelným signalizačním zařízením v městské zástavbě. Řešení ve spisu popsané se nevěnuje řízení dopravy na liniových komunikacích dálničního typu.

Ve spisu JP 2010009366 je popsán systém uspořádání dopravních detektorů a zobrazovacích zařízení podél pozemní komunikace, sloužící ke včasné detekci kolon a varování řidičů před tvořící se kolonou. Dále jsou ve spisu popsány algoritmy predikce a detekce kolon. Ve spisu nejsou popsány žádné další funkce systému, jako např. detekce povětrnostních podmínek a varování s nimi související, není popsán systém napojení na řídicí centrum, možnosti ovládání systému (automatické, manuální), vzájemné závislosti dopravního značení na jednotlivých zobrazovacích profilech atd. Nejedná se tak o komplexní systém pro řízení dopravy, ale pouze o systém pro včasnou detekci kolon a varování před nimi.

Ve spisu JP 2006309735 je obdobné řešení jako v předcházejícím spisu, které se zabývá zklidňováním, resp. harmonizací dopravního proudu, čímž se předchází vzniku dopravních kongescí. Ve spisu nejsou popsány žádné další funkce systému, prostorové či časové závislosti jednotlivých profilů systému, možnost automatického a manuálního řízení celé linie apod.

Podstata vynálezu

Cílem liniového řízení dopravy bylo harmonizování dopravy, zejména na rychlostních komunikacích, přičemž tento systém řídí dopravu nejen z pohledu rychlosti dopravního proudu, ale i s ohledem na další vlivy, jako je špatné počasí, nebo jiné mimořádné stavy na komunikaci z videodohledu a všechny tyto strategie jsou integrovány do jednoho komplexního, modulárního systému, jehož podstata spočívá v tom, že obsahuje řídicí jednotku s uživatelským rozhraním, nejméně jeden detekční řez, nejméně jeden řídicí řez, zpravidla jsou oba druhy řezu v bezprostřední blízkosti, přičemž na řídicím řezu je na portálu uspořádáno proměnné dopravní značení, přičemž každý řídicí řez je propojen vyhodnocovacím a zobrazovacím zařízením pro vyhodnocení aktuální situace a zobrazení optimálních symbolů na proměnném dopravním značení, které pomocí příslušných algoritmů vyhodnotí aktuální situaci a zobrazí optimální symboly na proměnném dopravním značení, dále systém liniového řízení dopravy obsahuje nejméně jeden dopravní detektor pro detekci dopravního proudu za účelem získání dopravních dat a nejméně jeden meteorologický detektor pro získávání meteorologických dat a videodohled. Systém je ovládán algoritmy automatického řízení, automatického řízení s potvrzením,

poloautomatického řízení nebo obsluhou systému. Hlavním principem řízení je prostorové vyhlazení dat, prognóza dat, aplikace dynamických sekvencí a prioritní zobrazení informací na proměnném dopravním značení. Systém pracuje ve více režimech, popsanych dále. Na základě dopravních dat, která jsou shromažďována pomocí dopravních detektorů umístěných v detekčním řezu a meteorologických dat z meteorologických stanic, dále na základě vstupu operátorů systému a na základě stavů okolních dopravně-telematických systémů je pomocí aktivace či deaktivace proměnných dopravních značek umístěných na portálu v řídicím řezu řízen dopravní proud.

Podstatou vynálezu je i postup řízení dopravy, který má následující kroky:

- pomocí dopravních detektorů, meteorologických stanic, pomocí videodohledu, vstupem operátorů a okolních telepatických zařízení jsou měřena aktuální dopravní, meteorologická data a jiné mimořádné stavy na komunikaci
- následně se pomocí známého matematického modelu – rovnic provede vyhlazení výkyvů hodnot řídicí veličiny a výpočet prognózy hodnot řídicí veličiny,
- takto upravená data následně tvoří vstup detekčních algoritmů automatických událostí LŘD, vyhodnocujících pro každý řídicí řez vznik nebo zánik všech událostí LŘD, přičemž seznam vyhodnocených (detekovaných) automatických událostí LŘD pro každý detekční řez je odeslán do modulu ŘJ, kde na základě přiřazené priority je pro každý řídicí řez vybrána událost LŘD s nejvyšší prioritou, která je každé události přiřazena v její konfiguraci, přičemž prostřednictvím modulu ŘJ následně dojde k aktivaci proměnných dopravních značek specifikovaných v konfiguraci události, přičemž události v režimu bez potvrzení jsou automaticky potvrzené, události v režimu s potvrzením operátora systému čekají na potvrzení operátorem a až poté jsou odeslány povely na aktivaci proměnného dopravního značení,
- dále je zadávána operátorem v modulu ŘJ událost LŘD v poloautomatickém režimu, která nebyla vyhodnocena z detekovaných dopravních nebo meteorologických dat, je do systému vložena pouze na základě úvahy operátora systému, tato událost LŘD je zařazena do seznamu událostí LŘD konkrétního řídicího řezu s prioritou definovanou v konfiguraci události LŘD, společně s automatickými událostmi LŘD, v poloautomatickém režimu lze zadat všechny události, které se vyhodnocují i v automatickém režimu a události další, které není možné automaticky detekovat, např. práce na silnici, zvíře na vozovce atd.,
- dále následuje možnost režimu manuálního ovládání značek - vkládání událostí a tedy ovládání proměnného dopravní značení, jednotlivé proměnné dopravní značky jsou v systému ŘJ ovládány přímo ručně z uživatelského rozhraní, přičemž v tomto manuálním režimu má dopravní značení vyšší prioritu než povely automatických a poloautomatických událostí LŘD a manuálně navolené symboly na PDZ jsou uzamčeny proti přepsání symbolem jiným, dokud není manuální režim ukončen.

U událostí LŘD zaregistrovaných v systému LŘD jsou neustále vyhodnocovány jejich vzájemné prostorové vazby, tak, že nedochází k překročení pravidel pro dopravní značení a systém LŘD se nachází v konzistentním stavu z hlediska řízení dopravního proudu tak, že např. před každou výstrahou na řezu i existuje předzvěst této výstrahy s dodatkovou tabulkou se vzdáleností k výstraze na řezu $i-1$, pokud na řezu $i-1$ není zaregistrována jiná výstraha, nebo pokud jsou např. na řezích i a $i-2$ zaregistrovány události Harmonizace rychlosti na 100 km/h, pak se na řez $i-1$ nastaví tato rychlost automaticky také, aniž by zde byla zaregistrována událost obsahující značku B20a Nejvyšší dovolená rychlost 100 km/h.).

Aktivace proměnných dopravních značek do stavů definovaných příslušnými událostmi LŘD jsou prováděny v časových sekvencích, které definují pro každý řez a každý symbol potřebný pro přechod do cílového stavu čas, kdy tento symbol bude aktivován.

Použité zkratky

	DIO	Dopravně inženýrské opatření
	DZ	Dopravní značka
	IZS	Integrovaného záchranného systému
5	j.p.	Jízdní pruh
	JV	Jednotkové vozidlo
	LŘD	Liniové řízení dopravy
	NDIC	Národní informační dopravní centrum
	PDZ	Proměnné dopravní značení
10	ŘJ	Řídicí jednotka
	ŘS	Řídicí systém
	ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic ČR
	SOKP	Silniční okruh kolem Prahy
	XML	(Extensible Markup Language) rozšiřitelný značkovací jazyk
15	ZPI	Zařízení pro provozní informace

Definice výrazů

- Řídicí řez – portál liniového řízení dopravy osazený PDZ pro řízení dopravního proudu. Typ portálu a počet PDZ se odvíjí od počtu jízdních pruhů v místě jeho staničení.
- 20 Detekční řez – jedná se o místo, resp. profil komunikace, kde je prováděna detekce dopravního proudu. Zpravidla je tento detekční řez v bezprostřední blízkosti řídicího řezu.
- 25 Na jednom řezu mohou být uplatňovány všechny režimy řízení současně. Vzájemná vazba režimů řízení je ošetřena prioritami dle typu požadované události, nezávisle na způsobu zadání. Není tedy definován nadřazený a podřazený režim ale priorita události, která nezávisí na režimu zadání ale na nebezpečnosti situace. Zobrazeno bude nejzávažnější varování a nejvyšší požadované snížení rychlosti, nezávisle na způsobu zadání jak je uvedeno výše.
- 30 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. Zobrazení symbolů na řídicích řezech a prostorové závislosti jsou dány dopravním řádem.

Použité označení

35	i	měřený řez
	j	jízdní pruh
	q_c	celková intenzita dopravy v daném j.p. [voz/h]
	q_{NA}	intenzita nákladních vozidel v daném j.p. [voz/h]
	Q	intenzita dopravy v daném směru [voz/h]
40	Q_{JV}	intenzita dopravy v daném směru v jednotkových vozidlech [JV/h]
	Q_{OA}	intenzita osobních automobilů [osvoz/h]
	Q_{NA}	intenzita nákladních automobilů [náklvoz/h]
	V_{OA}	střední rychlost osobních vozidel v daném j.p. [km/h]
	V_{NA}	střední rychlost nákladních vozidel v daném j.p. [km/h]
45	V_{OA}	střední rychlost osobních vozidel v daném směru [km/h]
	V_{NA}	střední rychlost nákladních vozidel v daném směru [km/h]
	V	střední rychlost v daném směru [km/h]
	b	obsazenost [%]
	A_{NA}	podíl nákladních vozidel v daném směru [%]
50	A_{ZAP}^{ZVNA}	definovaná hodnota pro zapnutí zákazu vjezdu nákladních vozidel [%]
	A_{VYP}^{ZVNA}	definovaná hodnota pro vypnutí zákazu vjezdu nákladních vozidel [%]
	LH	lokální hustota dopravy [voz/km]
	$\tilde{W}$	reprezentuje prognostikovaný parametr dopravního proudu vycházející z naměřené hodnoty Příprava dat Přepočít na jednotková vozidla

Příprava dat

Data z detektorů rozliší dané kategorie vozidel. Pro výpočty na jednotková vozidla je zapotřebí sjednocení dopravního proudu z hlediska typizace vozidel 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 skupiny se liší svými rozměry, jízdními vlastnostmi atp. Pro zjednodušení je tedy proveden přepočet na tzv. jednotková vozidla [JV], která svými vlastnostmi reprezentují nejčastější vozidla v dopravním proudu – osobní automobily. V tabulce jsou uvedeny koeficienty pro přepočet na jednotková vozidla.

Detektor poskytuje počty vozidel v jednotlivých kategoriích a pro další výpočty je nutné tyto sumy vynásobit příslušnými koeficienty - tím budou převedeny na jednotková vozidla, která je možno sečíst a tím získat celkovou intenzitu dopravního proudu v jednotkových vozidlech – porovnatelnou s ostatními řezy, denními dobami, apod.

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

Tabulka vychází z přepočtu:

$$Q_{OA} = Q_{mo} + Q_{ov} + Q_{ovp} + Q_{dv} + Q_j$$

$$Q_{NA} = Q_{na} + Q_{nv} + Q_{np} + Q_{nn} + Q_b$$

$$V_{OA} = \frac{V_{mo} \cdot Q_{mo} + V_{ov} \cdot Q_{ov} + V_{ovp} \cdot Q_{ovp} + V_{dv} \cdot Q_{dv} + V_j \cdot Q_j}{Q_{OA}}$$

$$V_{NA} = \frac{V_{na} \cdot Q_{na} + V_{nv} \cdot Q_{nv} + V_{np} \cdot Q_{np} + V_{nn} \cdot Q_{nn} + V_b \cdot Q_b}{Q_{NA}}$$

Střední rychlost vozidel v daném směru

$$\bar{V} = \frac{V_{OA} \cdot Q_{OA} + V_{NA} \cdot Q_{NA}}{Q}$$

Podíl nákladních vozidel a autobusů v daném směru

$$A_{NA} = \frac{Q_{NA}}{Q} \cdot 100$$

Lokální hustota dopravy v daném směru

$$LH = \frac{Q_{jv}}{\bar{V}}, \text{ přičemž } \bar{V} \text{ nesmí být rovno } 0$$

25 Vyhlazování dat a prognóza trendu

Níže popsané algoritmy lze použít pro všechny měřené parametry dopravních dat, přičemž využívají prognostikovaných hodnot. K tomu je použit algoritmus pro vyhlazování s posuvnou střední hodnotou a s předpokládaným trendem. Hodnota W představuje vyhlazovanou naměřenou hodnotu, kterou je:

- intenzita (Q),
- rychlost (V),
- podíl nákladních vozidel (A_{NA})
- lokální hustota dopravy (LH).

35

Pro predikci hodnot se využívají následující rovnice:

$$W_{nova} = \alpha \cdot W_{merena} + (1 - \alpha) \cdot W_{stara}$$

$$\Delta W_{nova} = \beta \cdot (W_{merena} - W_{stara}) + (1 - \beta) \cdot \Delta W_{stara}$$

$$\tilde{W} = W_{nova} + \Delta W_{nova}$$

kde

- 5 W reprezentuje jakýkoliv naměřený parametr dopravního proudu,
 W_{nova} je vyhlazená hodnota,
 W_{merena} je měřená hodnota,
 W_{stara} je předchozí vyhlazená hodnota,
 $\tilde{W}$ je prognostikovaná hodnota,
 ΔW_{nova} je rozdíl prognostikované hodnoty,
10 ΔW_{stara} je předchozí rozdíl prognostikované hodnoty,
 α je vyhlazovací faktor pro střední hodnotu (proměnné hodnoty od 0 do 1 s krokem 0.01 – doporučená hodnota 0,2),
 β je vyhlazovací faktor pro trend (proměnné hodnoty od 0 do 1 s krokem 0,01 – doporučená hodnota 0,15).
15 Režimy systému liniového řízení dopravy

Během konfigurace systému je k jednomu řídicímu řezu přiřazen jeden detekční řez. Pro každou kombinaci měřených dat a daný režim řízení musí být nejprve automaticky určeno doporučené zobrazení, kombinace jednotlivých symbolů na PDZ. Sběr dat z měřicích řezů probíhá každou 1 minutu, přičemž agregovaná data jsou integrována do 3 minutových intervalů a v těchto následně vyhodnocována.

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

Automatický režim s potvrzením samostatně vyhodnocuje dopravní a meteorologická data a navrhuje opatření dispečerovi, který musí toto opatření potvrdit. Informace jsou čerpány jak z jednotlivých detekčních řezů, tak z meteohlásek. Na základě níže popsaných algoritmů jsou individuálně aplikovány na konkrétní oblasti. Dispečer například může podle dalších informací (meteorologické informace, vizuální pohled na kamery) a vlastních zkušeností rozsah dotčené oblasti rozšířit, nebo omezit. Okno s nabídkou pro dispečera bude zobrazovat jak realizaci samotného opatření v daném místě, tak zobrazení všech návazností, postupné snížení rychlosti před dotčeným místem apod. Dispečer bude mít přesný přehled o jím potvrzovaných změnách, a může tak převzít plnou odpovědnost za realizované opatření. V tomto režimu je možné zobrazovat varovné dopravní značky, které mají souvislost s povětrnostními podmínkami. V návaznosti na povětrnostní podmínky může v tomto režimu docházet k dalšímu omezení dopravního proudu (snížením rychlosti, zákaz jízdy nákladních vozidel v levém jízdním pruhu). Daný režim bude také obsahovat varování před kolonou a před vozidlem jedoucím v protisměru. Po potvrzení navržených algoritmů dispečerem následuje modul priorizování.

V poloautomatickém režimu nejsou použita data či informace samostatně, ale zadávat je dispečer. Ten vloží definovaný dopravní stav přímo do konkrétního řezu nebo jejich skupiny, a systém pak samostatně upraví návaznosti okolních řezů, popř. priority zobrazovaných stavů. Po prvním potvrzení algoritmů dispečerem následuje modul priorizování. V dalším kroku bude dispečerovi zobrazeno okno pro definitivní potvrzení nových opatření, jak jím zvolených, tak i všech

návazných (postupné snížení rychlosti před dotčeným místem apod.). Dispečer má přesný přehled o jím potvrzovaných změnách a může tak převzít plnou odpovědnost za realizované opatření. V tomto režimu jsou zadány všechny dopravní stavy uvedené v dopravním řádu (kombinace symbolů PDZ na řídicím řezu) a to včetně omezení v jízdních pruzích.

5

V manuálním režimu lze 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 zásady. 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. Je tedy možné zadat libovolný symbol DZ při zachování zásad pro jednotlivé řezy. Symboly zadane

10

v tomto režimu řízení jsou nadřazeny všem symbolům zadávaným v jiných režimech. Předpokládá se, že tento režim bude používán pouze v mimořádných případech.

15

Výpadek jakékoliv značky v řezu neznamená vypnutí celého řezu a to ani v případech, že by zobrazené značky byly v rozporu se stavy popsány v dopravním řádu. Jedinou výjimkou je vypnutí obou značek snižující rychlost. Tímto výpadkem je linie přerušena a postupuje se jako v případě výpadku celého řezu.

20

Systém LŘD je schopen přijímat informace prostřednictvím ZPI.
Systém LŘD je v koordinaci s dopravními tunely.

25 Objasnění výkresů

Vynález je blíže objasněn na přiložených výkresech, kde na obr. 1 schematicky znázorněn systém liniového řízení dopravy, na obr. 2 je systém znázorněn blokově.

30

Příklad (y) uskutečnění vynálezu

Systém liniového řízení dopravy, schematicky znázorněn na obr. 1 a 2 obsahuje řídicí jednotku 1 s uživatelským rozhraním 3, nejméně jeden detekční řez 8.1, nejméně jeden řídicí řez 8, zpravidla jsou oba druhy řezu v bezprostřední blízkosti, přičemž na řídicím řezu 8 je na portálu uspořádáno proměnné dopravní značení 11, přičemž každý řídicí řez 8 je propojen se zařízením 9 pro vyhodnocení aktuální situace a zobrazení optimálních symbolů na proměnném dopravním značení 11, které pomocí příslušných algoritmů vyhodnotí aktuální situaci a zobrazí optimální symboly na proměnném dopravním značení dále systém liniového řízení dopravy obsahuje nejméně jeden detektor 10.1 pro detekci dopravních dat a / nebo nejméně jeden detektor 10.2 pro získávání meteorologických dat. Systém je ovládán algoritmy automatického řízení, automatického řízení s potvrzením nebo obsluhou systému. Hlavním principem řízení je prostorové vyhlazení dat, prognóza dat, aplikace dynamických sekvencí a prioritní zobrazení informací na proměnném dopravním značení 11. Na základě dopravních dat, která jsou shromažďována pomocí dopravních detektorů 10.1 umístěných v detekčním řezu a detektorů 10.2 meteorologických dat z meteorologických stanic, dále na základě vstupu operátorů systému a na základě stavů okolních dopravně-telematických systémů, je pomocí aktivace či deaktivace proměnného dopravního značení 11, umístěných na portálu v řídicím řezu 8 řízen dopravní proud.

50

Vyhodnocení dopravní situace probíhá vždy na základě informací z detekčního řezu 8, a tím se přizpůsobuje řízení přiřazeného řídicího řezu 8. Toto platí zejména pro řízení v automatickém režimu a automatickém režimu s potvrzením.

Data potřebná pro detekci stavů vedoucích k aktivaci symbolů PDZ: Mlha, Náledí a Nebezpečí smyku jsou získávána z meteostanic rozmístěných podél komunikace. Formát dat z meteostanic poskytovaných pro NDIC je možné přijmout a užít pro LŘD. Harmonizace dopravy

- 5 Při režimu harmonizace dopravy dochází za pomoci značek PDZ 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 8.1 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
- 10 kolony bude tento jev zachycen a snížení rychlosti se bude posouvat spolu s čelem této kolony. Nadále tedy bude zajištěno bezpečné dojetí ke koloně a následná jízda v koloně při snížené rychlosti. K harmonizaci dochází na základě hodnot intenzity dopravy v daném směru vyjádřených jako ekvivalent osobních automobilů, tzv. jednotkových vozidel, Q_{jv} .
- 15 Mimo snížení rychlosti bude k harmonizaci dopravy využit symbol příslušné PDZ a to v případě, že je vysoká poptávka po dané komunikaci a zároveň poměr nákladních automobilů překročí předdefinovanou mez.

Požadavek je určen jmenovitou intenzitou vozidel Q_{jv} a poměrem nákladních automobilů A_{NA} .

20

Pro zapnutí zákazu vjezdu nákladních automobilů musí platit:

$$\tilde{Q}_{jv} \geq Q_{ZVNA}^{ZAP} \text{ a zároveň } \tilde{A}_{NA} \geq A_{ZVNA}^{ZAP}$$

a pro vypnutí

$$\tilde{Q}_{jv} \leq Q_{ZVNA}^{VYP} \text{ nebo } \tilde{A}_{NA} \leq A_{ZVNA}^{VYP}$$

- 25 Jednotlivé mezní hodnoty musí být konfigurovatelné (parametrizovatelné) zvlášť pro každý úsek.

Mimořádné stavy

Zákaz vjezdu nákladních vozidel

- 30 Symbol zákaz vjezdu do levého resp. středního jízdního pruhu není nikdy použit samostatně, je kombinován spolu s jakoukoliv varovnou značkou včetně režimu harmonizace dopravy.

- 35 Při aktivaci DZ zákazu vjezdu nákladních vozidel do daného pruhu na řídicím řezu 8(i), bude vždy užito DZ nad tímto pruhem i na předcházejícím řezu 8(i-1). Tato "předzvěst" je platná již v místě zobrazení řídicího řezu 8(i-1). Uvedené opatření zajistí, že k řezu řídicímu 8(i) již budou vozidla přijíždět dle tohoto značení.

Dopravní značka – zákaz vjezdu nákladních vozidel bude vždy doplněn dodatkovou tabulkou s textem: "6 t".

- 40 Kolona

Pro stanovení nutnosti zobrazení varování před kolonami existují 3 kritéria, K zapnutí varování stačí splnění libovolného z těchto kritérií:

První kritérium: Detekce kolon na bázi obsazenosti:

45

K detekci dojde ve chvíli, kdy je obsazenost libovolného jízdního pruhu větší než předdefinovaná mezní zapínací hodnota, $b(i, j) > b_{kongesce}^{ZAP}$.

- 50 Teprve pokud je obsazenost všech jízdních pruhů daného detekčního řezu 8 menší než předdefinovaná mezní vypínací hodnota $b_{kongesce}^{VYP}$, může dojít k odstranění varování.

Jednotlivé mezní hodnoty musí být konfigurovatelné (parametrizovatelné) zvlášť pro každý úsek. Následující hodnoty uvádějí doporučené implicitní hodnoty časové obsazenosti smyček:

$$b_{kongesce}^{ZAP} = 50\%$$

$$b_{kongesce}^{VYP} = 35\%$$

Druhé kritérium: Detekce kolon na bázi rychlosti

5

Na daném úseku bude rozpoznána kongesce, pokud se na něm vozidla budou pohybovat malou rychlostí a pokud budou splněny dvě dodatečné podmínky.

$$\tilde{V}_{(i)} < V_{kongesce}^{ZAP}$$

$$V_{kongesce}^{ZAP} = 35 \text{ km/h}$$

Podmínky:

- 10 1. podmínka zabrání splnění tohoto kritéria, pokud například v noci daným úsekem projíždí jedno pomalu jedoucí vozidlo. Intenzita musí být větší než daná mezní hodnota:

$$Q_{(i)} \geq Q_{kongesce}$$

$$Q_{kongesce} = 1800 \text{ voz/h.}$$

- 15 2. podmínka stanoví, že $\left| \tilde{V}_{OA}(i) - \tilde{V}_{NA}(i) \right| \leq V_{kongesce}^{rozdil}$, pokud jsou $\tilde{V}_{OA}(i)$ a $\tilde{V}_{NA}(i)$ nenulové

$$V_{kongesce}^{rozdil} = 25 \text{ km/h}$$

K rozpoznání konce kongesce dojde v případě, že:

$$\tilde{V}_{(i)} \geq V_{kongesce}^{VYP}$$

$$V_{kongesce}^{VYP} = 50 \text{ km/h}$$

Jednotlivé mezní hodnoty musí být konfigurovatelné (parametrizovatelné) zvlášť pro každý úsek.

20

Třetí kritérium: Detekce kolon na bázi rozpoznání dopravního rušení

Toto kritérium rozpoznává dopravní rušení v daném úseku. Dopravní rušení je stanoveno na základě následující rovnice:

$$25 \quad V_{k_{rozdil}} = \sqrt{\left(\frac{V_{volny} - \tilde{V}(i)}{V_{volny}} \right)^2 + \left(\frac{L\tilde{H}(i)}{LH_{max}} \right)^2} - \sqrt{\left(\frac{V_{volny} - \tilde{V}(i+1)}{V_{volny}} \right)^2 + \left(\frac{L\tilde{H}(i+1)}{LH_{max}} \right)^2}$$

kde

V_{volny} střední volná rychlost v daném směru (typicky 115 km/h pro 2 j.p., 120 km/h pro 3 j.p.)

30 LH_{max} hustota vozidel při maximální intenzitě

Pokud je $\tilde{V}(j) > V_{volny}(j)$, bude nastaveno $\tilde{V}(j) = V_{volny}(j)$, pro $j = i$ resp. $j = i + 1$.

Na daném úseku bude rozpoznána kongesce, pokud platí následující podmínky:

$$35 \quad V_{k_{rozdil}} \geq V_{mez}^{ZAP} \text{ a zároveň } Q \geq Q_{rozdil}^{ZAP}$$

Pro zrušení detekované kongesce musí být splněno, že:

$$V_{k_{rozdl}} < V_{k_{mez}}^{VYP} \text{ a zároveň } Q < Q_{rozdl}^{VYP}$$

Jednotlivé mezní hodnoty musí být konfigurovatelné (parametrizovatelné) zvlášť pro každý úsek.

5 Práce na silnici

Modul práce na silnici bude aktivován v poloautomatickém nebo manuálním režimu bez jakékoliv automatické detekce. Aktivaci tohoto režimu je možné předem naplánovat a zajistit jeho platnost v definovaném období.

- 10 V případě práce na silnici nebudou 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 předpisů pro označování pracovního místa bude rychlost vždy snížena min. na 80 km/h. Z důvodu možného rozporu mezi přenosným DZ a DZ na řídicích řezech 8 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.

- 20 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.

Mlha

- 25 Na základě informací z meteohlásek je při snížené viditelnosti omezena maximální povolená rychlost. V závislosti na stupni viditelnosti je ke snížení rychlosti zobrazen piktogram "Mlha". Při 4. stupni, nejnižší viditelnost, je součástí varování také zobrazení piktogramu "Zákaz vjezdu pro nákladní automobily" do levého, respektive levého a středního jízdního pruhu.

- 30 Data potřebná pro aktivaci jednotlivých stupňů budou získávána z meteostanic rozmístěných podél komunikace. Formát dat z meteostanic poskytovaných pro NDIC je možné přijmout a užít pro LŘD. Pro Mlhu je sledovaný parametr vzdálenost dohledu, pro NDIC označena kódem VISI, přičemž proměnné číslo udává dohlednost v metrech. Kód sin identifikuje konkrétní meteostanici. <VAL sid="S008" sen="VISI">2000.00<A/AL>.

- 35 Zobrazení této události vč. návazných opatření na řídicím řezu 8, který čerpá informace ze dvou meteohlásek vychází vždy z horšího stavu, požadavku na nižší rychlost. K vypnutí tohoto stavu dojde v případě, že požadavek pomine na obou meteostanicích.

Nebezpečí smyku

- 40 Při daných srážkách je na úseku přiřazeném k danému detektoru srážek na PDZ 11 omezena maximální povolená rychlost a zároveň na PDZ 11 je zobrazen piktogram "nebezpečí smyku".

- 45 Data potřebná pro aktivaci jednotlivých stupňů jsou získávána z meteostanic rozmístěných podél komunikace. Formát dat z meteostanic poskytovaných pro NDIC je možné přijmout a užít pro LŘD.

- Pro Nebezpečí smyku je sledovaný parametr výška vodního sloupce na m² za hodinu. Ve formátu XML systému NDIC je označena kódem, který udává průměrnou hodnotu srážek v l/m² za dané období měření.

- 50 Pro spínání omezení rychlosti je kromě aktuálního stupně srážek užito i vyhodnocení aktuální průměrné rychlosti osobních vozidel.

Součástí je i algoritmus pro určení konce tohoto varování. Na základě stupně srážek a průměrných rychlostí osobních vozidel je varování s omezením po určité parametrizovatelné době vypnuto.

5 Tyto podmínky platí pouze, pokud je $Q_{OA}(i) \neq 0$.

10 Součástí tohoto varování je i zákaz vjezdu nákladních automobilů do určitého j.p. pomocí zobrazení piktogramu na PDZ 11. Ke spínání a vypínání tohoto zákazu dochází na základě jmenovitých hodnot intenzity dopravy v daném směru vyjádřených jako ekvivalent osobních automobilů Q_{JV} a intenzity nákladních vozidel v daném směru Q_{NA} , tedy pokud je velká intenzita vozidel a zároveň velký podíl nákladních vozidel.

Podmínka pro sepnutí zákazu vjezdu nákladních vozidel do jízdního pruhu:

15 $Q_{JV} > Q_{JV}^{ZAP}$ a zároveň $Q_{NA} > Q_{NA}^{ZAP}$
pro vypnutí symbolu pak platí:
 $Q_{JV} \leq Q_{JV}^{VYP}$ nebo $Q_{NA} \leq Q_{NA}^{VYP}$

20 Zákaz vjezdu nákladních automobilů musí být zobrazen i na předchozím řídicím řezu 8, Zobrazení této události, včetně návazných opatření na řídicím řezu 8, který čerpá informace z dvou meteohlásek vychází vždy z horšího stavu, požadavku na nižší rychlost. K vypnutí tohoto stavu dojde v případě, že pomine na obou meteostanicích.

Nebezpečí náledí

25 Upozornění "Nebezpečí náledí" je aktivováno v automatickém režimu s potvrzením, v poloautomatickém režimu a v manuálním režim. Dispečer ho zadává po ověření situace. Informace o náledí vychází z informace meteohlásky o stavu vozovky. Upozornění je aktivováno v případě nebezpečí námrazy, hustého sněžení nebo tvorby ledu. Jakýkoliv níže uvedený stav je doplněn zákazem vjezdu nákladních vozidel do levého, resp. levého a středního jízdního pruhu dle popsaných zásad. Varování bude aktivní po potvrzení operátorem v automatickém režimu s
30 potvrzením až do doby, kdy nebude meteohláska 5 minut indikovat dané stavy. V tom případě je dispečer informován o ukončení požadavku a bude moci potvrdit zrušení stavu. Zobrazení této události včetně návazných opatření na řídicím řezu 8, který čerpá informace z dvou meteohlásek bude vždy vycházet z horšího stavu. Pokud je splněna podmínka, že je aktivní jeden ze stavů popsaných ve výše uvedené tabulce, tak bude na LŘD zobrazen ten s požadavkem nižší rychlostí.
35 K vypnutí tohoto stavu dojde v případě, že pomine na obou meteostanicích.

Nehoda

40 Upozornění "Nehoda" je aktivováno v poloautomatickém nebo manuálním režimu bez automatické detekce. Dispečer ho volí na základě dat z detektorů po ověření videodohledem, nebo na základě hlášení ze SOS hlásek či v součinnosti se složkami IZS. Na základě požadavku objednatele bude jakákoliv nehoda s dopadem na plynulost dopravního provozu, uplatnění omezení jízdy v pružích, aplikována bez dynamické sekvence, tj. ihned.

Jiné nebezpečí

45 Varovná PDZ 11 se symbolem jiné nebezpečí je používána při několika typech událostí. V případě vzniku jiné než výše popsané události musí být zadána v manuálním režimu.

Vozidlo v protisměru

50 V případě detekce vozidla jedoucího v protisměru je upozornění aktivováno v automatickém režimu s potvrzením. Po odladění systému ve zkušebním provozu, minimalizaci falešných poplachů a ověření spolehlivosti detekce může být toto upozornění přesunuto do automatického režimu.

Pro aktivování je nutná detekce vozidla, které jede v protisměru jízdy v daném jízdním pásu komunikace. Detekci takového vozidla zajišťují detektory 10.1 díky jeho nesprávnému sledu na dvojici detektorů – defakto záporné rychlosti.

Při detekci vozidla jedoucího v protisměru jízdy je systémem okamžitě podáváno hlášení operátorovi a po jeho potvrzení jsou provedeny opatření k maximálnímu snížení nejvyšší dovolené rychlosti. Na základě požadavku objednatele je výrazně omezena doprava v celém návazném úseku komunikace, na které bylo vozidlo detekováno.

Po potvrzení detekce vozidla v protisměru na detekčním řezu 8.1(i), je okamžitě v čase to, zobrazena rychlost 60 km/h na všech předcházejících řezech počínaje řídicím řezem 8(i-1). Současně je aktivován symbol DPZ 11 "Jiné nebezpečí" a aktivací žluté šipky vpravo, vyklizen vždy levý jízdní pruh. V místě se třemi jízdními pruhy je nad středním jízdním pruhem aktivní symbol "Zákaz předjíždění pro nákladní automobily". Současně je předán pokyn ŘS tunelu na trase k jejich uzavření. Systém umožňuje užití skokového omezení rychlosti 60km/h v úseku s aktuálně povolenou rychlostí 130 km/h v případě nebezpečných událostí.

V případě, že se na řešeném úseku v době detekce vozidla v protisměru bude vyskytovat 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, nebude na řídicím řezu 8 před tímto místem užitá šipka "světelná šipka vpravo" nad levým jízdním pruhem, ale šipka "světelná šipka vlevo" nad pravým jízdním pruhem.

Operátor při krizové situaci vozidlo v protisměru okamžitě kontaktuje složky IZS a současně sleduje pohyb vozidla dostupnými prostředky. Všechna omezení vyvolaná touto krizovou situací jsou zrušena až na přímé zadání operátora.

25 Zvíře pohybující se na vozovce

Po nahlášení této události je na předmětném úseku okamžitě, bez uplatnění dynamické sekvence, snížena rychlost až na 60 km/h, aktivován symbol varovné značky "Jiné nebezpečí" a „zakázán vjezd nákladních vozidel" do levého resp. středního pruhu.

30 Předmět na vozovce

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

Odstavené vozidlo

Vznik této události je aktivován dispečerem na základě předání telefonické informace nebo po jejím zjištění na záběrech z kamer. Tento stav upozorňuje řidiče na vozidlo odstavené na krajnici, které sice významnějším způsobem nezasahuje do vozovky, ale je třeba dbát zvýšené opatrnosti při jeho objíždění. Při této události je snížena maximální dovolená rychlost na 120 km/h.

Přerušované žluté světlo u varovných značek nebude používáno vždy, ale pouze v případě závažných událostí, jako je předmět na vozovce, zvíře na vozovce, nehoda, kolona, vozidlo v protisměru. V případě těchto událostí je na varovné značce aktivováno pouze v místě události.

45 Priorizování

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 informaci, kterou by jinak získat nemohl.

50 Priorita je dána pro deset událostí, při nichž mohou být použity všechny dopravní značky. Tyto jsou ohodnoceny bodovou škálou od deseti do jedné. Deset značí nejvyšší, jedna naopak nejnižší prioritu. Varování hodnocena prioritou 6 až 10 jsou velmi důležitá, varování hodnocena prioritou 1 až 5 jsou chápána jako doplňková. Všechny události je možné zadávat v poloautomatickém

nebo vyšším automatickým režimu a to ve vazbě na priority. Priority však nejsou zohledněny, pokud je dispečer zadává v manuálním režimu.

Vozidlo v protisměru – priorita 10.

- 5 Symbol značky "Vozidlo v protisměru" 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 další mimořádná opatření.

Kolona – priorita 9.

- 10 Symbol značky "Kolona" je použit v automatickém režimu s potvrzením, na základě výstupů sledování dopravního proudu, které identifikují kongesci na daném úseku komunikace. Její priorita je ohodnocena výše než priorita nehody. Bylo vycházeno z předpokladu, že vznikne-li v místě nehody kolona, na její čelo řidič narazí dříve než na nehodu a tak je pro něj toto varování důležitější. Když kolona v místě nehody nevznikne, bude aktivní varování před nehodou.

15

Nehoda – priorita 8.

- Symbol značky "Nehoda" nebude použit v žádném automatickém režimu. Předpokládá se, že operátor se o nehodě dozví pomocí volání účastníků nebo svědků nehody, voláním z SOS hlásek, informací od složek IZS nebo pomocí videodohledu. Případná automatická detekce nehod také upozorní operátora na problém. 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 nehoda je stále aktuální.
- 20

Živé zvíře na vozovce – priorita 7.

- 25 Symbol značky "Jiné nebezpečí" 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 ní.

Předmět na vozovce – priorita: 6

- 30 Symbol značky "Jiné nebezpečí" 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.

- 35 Náledí priorita – 5.

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

40

Nebezpečí smyku – priorita: 4

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

45

Mlha – priorita 3

Symbol značky "Mlha" 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. Nízká priorita je stanovena díky relativně vysoké možnosti samostatné identifikace nebezpečí řidičem, a to s dostatečným předstihem za předpokladu konzistentní povětrnostní situace.

50

Odstavené vozidlo – priorita 2

Při odstaveném vozidle na krajnici je aktivována značka "Jiné nebezpečí". Nejedná se o potenciální překážku provozu, ale při objíždění vozidla je třeba dbát zvýšené opatrnosti. Z tohoto důvodu se jedná o událost, která má před prací na silnici nejnižší prioritu.

5

Práce na silnici – priorita 1

Symbol značky "Práce na silnici" nebude použit v žádném z automatických režimů. Tato varovná značka je ohodnocena nejnižší prioritou z toho důvodu, že každé pracovní místo je označeno přenosným dopravním značením. V první řadě tohoto opatření se nalézá oboustranně umístěná přenosná značka "Práce na silnici" s blikáčem, takže zobrazení na portálech LŘD je pouze zdůrazněním informace pro řidiče, které se mu dostane i když portál LŘD bude zobrazovat jiné varování.

Podle požadavku na událost je na této PDZ 11 zobrazena vždy nejnižší dovolená rychlost. Tato nemusí vždy odpovídat rychlosti požadované událostí, které je zobrazována na varovné značce, ale může souviset s událostí s nižší prioritou, ale s jejím požadavkem na nižší rychlost.

Například v případě dopravní nehody bude na prvním portálu LŘD před touto událostí zobrazena na PDZ 11 varovná značka "Dopravní nehoda" a zákazová značka "rychlost omezena na 60 km/h". V úseku mezi portály se v důsledku dopravní nehody začne tvořit kolona. Tato událost má vyšší prioritu, takže bude symbol "Nehoda" přepsán symbolem "Kolona". Z pohledu tvořící se kolony je požadavek harmonizace na 80 km/h, ale tento nebude uplatněn, protože je událostí "nehoda" požadována rychlost 60 km/h.

Sladění s ostatními řídicími řezy 8.

Při návrhu systému LŘD jsou řešeny i případy, kdy dojde k odchylce požadavku na maximální povolenou rychlost na sousedních řídicích řezech 8. K takovýmto stavům pravděpodobně vůbec nebude docházet pouze aplikací harmonizace dopravy, ale spíše kombinací několika událostí – dvě blízká místa dopravních nehod, nebo dopravní nehoda a v blízkém úseku křižovatka s velmi silným nájezdem. Harmonizace dopravy je závislá na intenzitě dopravy a nepředpokládá se, že se její požadavky budou na krátkých úsecích měnit skokově.

Každopádně je nezbytné odchylky v sousedních řídicích řezech 8 odborně odstranit, aby řízení dopravy bylo pokud možno co nejplynulejší.

Vyhlažovací postup je vždy aplikován od posledního řídicího řezu 8 v linii, tj. proti směru jízdy. Hodnota rychlosti nemůže být v žádném případě upravena z nižší na vyšší. Eliminace odchylek je řešena dle níže uvedených podmínek, které jsou doplněny grafickým znázorněním na souvisejících schématech.

Standardní řídicí řez 81.

U standardního řezu 8(i), kterému předchází minimálně další tři řídicí řezy 8, se pro vyhlazování vychází z požadované hodnoty řezu 8(i) a předcházející řezy se přizpůsobují. Není tedy upravována hodnota rychlosti řídicího řezu 8(i), ale řídicích řezů předcházejících 8(i-1, i-2...)

Postup vyhlazování je následující:

I. rozhodnutí:

Dotaz na požadovanou hodnotu předešlého řídicího řezu 8(i-1). Pokud požadovaná rychlost řídicího řezu 8(i) je vyšší nebo rovna předešlému řídicímu řezu 8(i-1), algoritmus pro řídicí řez 8(i) končí, rychlost řídicího řezu 8(i) je zachována dle požadavku a postup vyhlazení začíná opět I. rozhodnutím v řídicím řezu 8(i-1). Pokud je požadovaná rychlost řezu 8(i) nižší než požadovaná rychlost řídicího řezu 8(i-1), přechází algoritmus na rozhodnutí II.

Rozhodnutí II

Dotaz na požadovanou hodnotu předešlého řídicího řezu 8(i-1). Pokud požadovaná hodnota rychlosti řídicího řezu 8(i-1) je stejná jako hodnota rychlosti řídicího řezu 8(i) + 20 km/h, přechází algoritmus k rozhodnutí III. Pokud není rychlost požadovaná řídicím řezem 8(i-1) rovna rychlosti řídicího řezu 8(i) + 20 km/h, je řídicímu řezu 8(i-1) přiřazena hodnota rychlosti požadovaná řídicím řezem 8(i) navýšená o 20 km/h, a algoritmus přechází k rozhodnutí III.

Rozhodnutí III

Dotaz na požadovanou hodnotu řídicího řezu $8(i-2)$. Pokud požadovaná rychlost řídicího řezu $8(i)$ je vyšší nebo rovna požadované rychlosti řídicího řezu $8(i-2)$, je řídicímu řezu $8(i-1)$ přiřazena stejná hodnota rychlosti jako je požadovaná na řídicím řezu $8(i)$ a algoritmus končí a začíná na dalším řídicím řezu $8(i-1)$. Pokud je požadovaná rychlost na řídicím řezu $8(i)$ nižší než na řídicím řezu $8(i-2)$ přechází algoritmus ke V. Rozhodnutí

Rozhodnutí IV

Pokud se požadovaná hodnota řídicího řezu $8(i)$ rovná 120 km/h, přechází algoritmus na V. rozhodnutí. Pokud se požadovaná rychlost na řídicím řezu $8(i)$ nerovná hodnotě 120 km/h, algoritmus končí a opět začíná rozhodnutím I. na řídicím řezu $8(i-1)$.

Rozhodnutí V.

Dotaz na požadovanou hodnotu řídicího řezu $8(i-3)$. Pokud je požadovaná rychlost řídicího řezu $8(i)$ vyšší nebo rovna rychlosti řídicího řezu $8(i-3)$, je řídicím řezům $8(i-1)$ a $8(i-2)$ přiřazena hodnota řídicího řezu $8(i)$ a algoritmus se přesouvá k rozhodnutí I na řídicím řezu $8(i-1)$. Pokud je požadovaná hodnota rychlosti řídicího řezu $8(i)$ nižší než hodnota na řídicím řezu $8(i-3)$, algoritmus začíná rozhodnutím I. na řídicím řezu $8(i-1)$.

Dynamické sekvence

Průběh dynamické změny stavu LŘD v případě snižování rychlosti během harmonizace dopravy a při zvláštních stavech, před kterými jsou řidiči varováni a jsou doplněny snížením rychlosti. Dynamická sekvence nebude užita v případě vozidla v protisměru, v případě nehody, předmětu nebo zvířete na vozovce. V reálném provozu LŘD je minimální pravděpodobnost, že z důvodu harmonizace dopravního proudu vyvstane nutnost skokově snížit rychlost, ale například v případě omezení v závislosti na prudkém dešti tato situace nastat může. Uvedené omezení rychlosti musí dodržet zásady uvedené v dopravním řádu nejen z pohledu prostorového, ale i z pohledu časového. Pro přesný výklad: prostorové závislosti dopravního omezení uvedené v dopravním řádu jsou platné při ustáleném stavu, kdy již všechny řídicí řezy 8 zobrazují požadované rychlosti a na řešeném úseku se nemohou vyskytnout řidiči, kteří by nebyli informováni o snížení povolené rychlosti. Mimo uvedené případy není možné při maximální povolené rychlosti 130 km/h aktivovat omezení na 60 km/h. V prostorových závislostech všech stavů je proto již dva řídicí řezy 8 před tímto omezením postupně snižována rychlost, a to v časových v závislostech, vždy tak, aby pro řidiče jedoucího po komunikaci nedošlo ke skokovému snížení rychlosti.

Nejběžnější situací je, že v okamžiku počátku omezení se na celém sledovaném úseku komunikace vyskytují vozidla, jejichž maximální povolená rychlost je 130 km/h. V okamžiku spuštění sekvence (t_0) bude na všech řídicích řezech 8 potřebných pro snížení rychlosti zobrazena rychlost 100 km/h. Po $t_1(100)$ – čase nutném pro vyklizení úseku vozidly s max. povolenou rychlostí 130 km/h, může být na řezu následném vyklizenému úseku aktivováno další snížení rychlosti pomocí příkazového PDZ 11 s danou rychlostí. Primárně musí další snižování rychlosti probíhat co nejrychleji – pokud to situace umožní, bude využito snížení rychlosti o 40 km/h. Tedy po čase $t_1(100)$, kdy k řídicímu řezu $8(i)$ budou přijíždět vozidla s povolenou rychlostí 100 km/h, bude rychlost snížena na 60 km/h, pakliže vzdálenost řídicích řezů $8(i)$ a $8(i-1)$ je větší než 1500 m. Pokud podmínka vzdálenosti není splněna, musí být rychlost snižována v kroku 20 km/h, po čase $t_1(100)$ je na řídicím řezu $8(i)$ aktivován symbol 80 km/h. Po čase $t_1(80)$, čase od aktivace rychlostního omezení 80 km/h na řídicím řezu $8(i-1)$ po příjezd vozidel s tímto omezením k řídicímu řezu $8(i)$, může být rychlost na řídicím řezu $8(i)$ snížena na 60 km/h.

V reálném provozu může nastat situace, kdy počáteční podmínky budou změněné. Například z důvodu harmonizace bude aktivní rychlostní omezení 120 km/h. V takové situaci první snížení rychlosti na řídicím řezu $8(i)$ bude o 40 km/h, pokud to povolí podmínky, tedy na 80 km/h. Další snižování rychlosti je možné po čase, kdy od předchozího řídicího řezu 8 budou přijíždět vozidla s omezenou rychlostí na 100 km/h, resp. 80 km/h.

Snížování rychlosti o 40 km/h bude vždy využito pouze na jednom řídicím řezu 8, který předchází důvodu snížování rychlosti. Pokud fyzické uspořádání pro řídicí řez 8(i) přímo před místem události snížení o 40 km/h nedovoluje, může toto být použito na řídicím řezu 8(i-1).

- 5 Finální zobrazení omezení rychlosti na řídicím řezu 8(i) na 60 km/h může být provedeno nejdříve v čase $t = t_{i-1}(100) + t_i(80)$, za předpokladu, že nebylo využito snížení rychlosti o 40 km/h, kdy by platilo $t = t_i(100)$ při snížování z rychlosti 130 km/h. Při snížování ze 120 km/h při využití snížení rychlosti o 40 km/h je další možné omezení po čase $t = t_{i-1}(100)$, kdy k řídicímu řezu 8(i) s aktivní 80 km/h přijíždějí vozidla s $v_{dov} = 100$ km/h a je možné další snížení rychlosti o 40 km/h na 60 km/h.

10 Ve výpočtech časů pro průjezd vozidel sledovanými úseky není brán ohled na úhel akceptace omezení, tj. vzdálenost před portálem, kdy již řidič není schopen přijmout změnu symbolu na PDZ 11. Předpokládá se, že tyto vzdálenosti jsou na všech řídicích řezech 8 srovnatelné, není tedy potřeba jejich zanesení do výpočtu.

15 Aktivace nižší rychlosti na řídicím řezu 8(i), než je aktuální rychlost na předešlém řídicím řezu 8(i-1), je možné pouze v tom případě, že všechna vozidla přijíždějící k řídicímu řezu 8(i) mají maximální povolenou rychlost aktuálně určenou řídicím řezem 8(i-1). Pokud neuplynul od aktivace omezení rychlosti na řídicím řezu 8(i-1) čas $t_i(v_{i-1})$ nutný k tomu, aby k řídicímu řezu 8(i) přijela vozidla s rychlostí dle řídicího řezu 8(i-1), nelze na řídicím řezu 8(i) snížit rychlost pod hodnotu uvedenou na předešlém řídicím řezu 8, tedy pod v_{i-1} .

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

$$t_{i-1}(v_{i-2}) = \frac{d_{i-1}}{v_{i-2}}$$

kde:

- 25 $t_i(v_{i-1})$ – čas, za který k řídicímu řezu 8(i) budou přijíždět vozidla s max. povolenou rychlostí dle řídicího řezu 8(i-1) [s]

d_i – délka úseku (i-1) až (i) [m]

d_{i-1} – délka úseku (i-2) až (i-1) [m]

v_{i-1} – rychlost povolená na řídicím řezu 8.1(i-1) [m/s]

- 30 v_{i-2} – rychlost povolená na řídicím řezu 8.1(i-2) [m/s]

Ve všech uvedených příkladech je požadavek na cílové snížení rychlosti 60 km/h, přičemž výchozí rychlost u příkladu 1, 2 a 3 je neomezená, tedy 130 km/h, u příkladu 4 je 120 km/h.

35 Přenos a zpracování dat

Sběr dat probíhá v minutových intervalech. Data ze všech detektorů (10., 10.2) 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 3minutových intervalů, které jsou řešeny jako jeden celek. V návaznosti na vyhodnocení těchto agregovaných dat může

40 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 zpracovávány po vteřinách.

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

45

Archivace dat

Veškerá data naměřená systémem i zásahy provedené dispečerem musí být archivovány pro pozdější vyhodnocení.

Výpadek komunikace systému s řídicím centrem v dané oblasti

Při výpadku komunikace systému LŘD s řídicím centrem v dané oblasti nebude moci dispečer ovládat nastavení řídicích řezů 8. Pro překlenutí krátkodobých výpadků této komunikace bude systém v činnosti po dobu 30 minut. Aktivní budou dispečerem nastavené symboly a funkční automatický režim. Po uplynutí 30 minut bude celý systém LŘD vypnut.

Porucha řídicího řezu 8

Stav funkčnosti symbolů v řídicím řezu 8 je permanentně testována zařízením 9 pro vyhodnocení aktuální situace a zobrazení optimálních symbolů na proměnném dopravním značení 11 v řídicím řezu 8 a jakákoliv porucha je přenesena do řídicího centra. V případě detekce chyby tohoto zařízení je tento automaticky nastartován. Při výpadku komunikace zařízení 9 pro vyhodnocení aktuální situace a zobrazení optimálních symbolů na proměnném dopravním značení 11 řídicího řezu 8 s nadřazenou úrovní dojde k lokálnímu vypnutí všech PDZ 11 na tomto řídicím řezu 8.

Výpadek řídicího řezu 8 v linii

V případě výpadku (zhasnutí) jednoho řídicího řezu 8 v souvislé linii přebírá jeho funkci řídicí řez 8 předcházející. Výjimku z tohoto pravidla tvoří porucha řídicího řezu 8, který ruší platnost předcházejících omezení příkazu rychlosti. V tomto případě není přípustné, aby úlohu tohoto řídicího řezu 8 převzal předcházející, protože by došlo k ukončení platnosti PDZ 11 ještě před koncem samotné události. Je tedy nezbytné, aby při výpadku řídicího řezu 8, kde je ukončena platnost PDZ 11, byla jeho funkce nahrazena řídicím řezem 8 následujícím. V případě výpadku několika řídicích řezů 8 za sebou je nezbytné, aby se systém choval podle výše popsaných pravidel.

Příklad 1

Událost nehoda je za řídicím řezem 8(i), proto je na tomto řídicím řezu 8(i) zobrazena rychlost 60 km/h a k tomuto předcházejícími řídicími řezy 8 snižována. Výpadek posledního řídicího řezu 8 před událostí (i) znamená převzetí funkce předcházejícím řídicím řezem 8(i-1), tzn. na řídicím řezu 8(i-1) bude zobrazena rychlost 60 km/h a tomuto budou přizpůsobeny i předcházející řídicí řezy 8 včetně předzvěsti varovné značky.

Příklad 2

Výchozí stav jako v příkladu 1, ale k výpadku dojde na řídicím řezu 8(i-2). Opět jeho funkce přebírá předcházející řídicí řez 8, tedy se na něm rozsvítí rychlost 100 km/h.

Příklad 3

V případě události "Kolona" je tato zobrazena na 3 řídicích řezech 8. Varovná PDZ 11 s tímto symbolem je zobrazena na všech předmětných řídicích řezech 8 a dle zásad i na jednom předcházejícím. Výpadek posledního řídicího řezu 8, kde je událost zobrazena, znamená předání funkce na předcházející řídicí řez 8. Toto opatření se však nijak na předcházejících řídicích řezech 8 neprojeví, protože zde je tento symbol již aktivní.

Příklad 4

Stejná událost jako v příkladu 1 a 2, ale k poruše dojde na řídicím řezu 8, který ukončuje platnost PDZ 11. V tomto případě jeho úlohu přebírá řídicí řez 8 následující.

Výpadek řídicího řezu 8 za na hranici křižovatky

Pokud by došlo k výpadku řídicího řezu 8, který má vazbu na křižovatku, převezme jeho funkci předcházející řídicí řez 8 a rychlost bude snižována podle obecných zásad z nejvyšší rychlosti v daném místě, analogie s výpadkem řídicího řezu 8 v linii. Platnost PDZ 11 je sice koncem křižovatky zrušena, ale na následném řídicím řezu 8 je pokračováno ve snižování rychlosti nebo ponechána nižší rychlost. Důvodem pro toto opatření jsou relativně krátké vzdálenosti jednotlivých řídicích řezů 8 od sebe a to, že se rychlost dopravního proudu skokem nezvýší a vozidla připojující se v křižovatce budou najíždět do zpomaleného proudu.

Platí, tedy stejná pravidla i příklady, jako v případě výpadku řídicích řezů 8 v linii. V případě výskytu události v úseku mezi řídicími řezy 8 před křižovatkou a výpadku řídicího řezu 8 v křižovatce je tato událost ukončena stejně jako v jiných případech výpadků na následném řídicím řezu 8. Sice tuto událost ukončuje také křižovatka, ale z důvodu jednoznačnosti a také jednotnosti opatření bude ukončení uvedené situace provedeno následným řídicím řezem 8.

15 Vazba LŘD na tunely

V tunelech je při běžném provozu povolena maximální rychlost 80 km/h. Při mimořádných stavech se tato rychlost při kroku 20 km/h může snížit až na 40 km/h, nebo budou tunely úplně uzavřeny. Pokud na žádané zpomalení vozidel nebo jiné opatření není dostatek řídicích řezů 8, patřících k tunelu, musí být postupné zpomalení v koordinaci s portály LŘD.

20 Vyšší prioritu v nastavování symbolů na LŘD na vyjmenovaných řídicích řezech 8 má ŘS tunelu. Pokud však je požadavek na nižší rychlosti od systému LŘD, je požadavek uplatněn.

Z pohledu LŘD je nezbytná výměna informací mezi LŘD a ŘS tunelu. Může nastat situace, kdy je pomocí LŘD před tunelem snížena rychlost až na 60 km/h. PDZ 11 ovládané ŘS tunelu snižuje rychlost vozidel postupně z maximální povolené rychlosti (130, 100, 80,) a v tomto případě by docházelo k nežádoucím skokovým odchylkám na prvních dvou PDZ 11 zobrazujících rychlost před vjezdy do tunelu. Na těchto PDZ 11 jsou rychlosti sladěny k rychlostem, jakými právě vozidla mohou k tunelu přijíždět.

Ukončení zákazových PDZ 11 na úseku mezi tunely

30 Na úseku mezi tunely je rychlost omezena na 100 km/h. Toto opatření je motivováno tím, pokud se úsek nachází na mostech, kde je zhoršená možnost úniku v případě nehody a také podstatně vyšší riziko namrzání. Současně s těmito vlivy bylo přihlédnuto k faktu, že je zde předpokládáno silné dopravní zatížení a jsou zde krátké vzdálenosti mezi místními úseky komunikace, zejména před malým tunelem. Aby nedocházelo k rozporům mezi stálým PDZ 11 a LŘD je toto opatření
35 uplatňováno pouze příkazovou PDZ 11 s danou rychlostí na LŘD. V případě požadavku na nižší rychlost v důsledku jiných nepříznivých vlivů a jejich pominutí v tomto úseku, nebude tato událost ukončena touto PDZ 11, ale pouze zobrazením výchozí rychlosti, tj. 100 km/h.

40 Průmyslová využitelnost

Systém liniového řízení dopravy je využitelný zejména na rychlostních komunikacích to i s návazností na silniční tunely.

PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Zařízení liniového řízení dopravy, **vyznačující se tím**, že sestává z řídicí jednotky (1) se vstupním zařízením dat (12), které je propojeno s uživatelským rozhraním (3), které je dále propojeno s obsluhou (7) systému, přičemž vstupní zařízení dat (12) je dále propojeno se zařízením (9) pro vyhodnocení aktuální situace a zobrazení optimálních symbolů na proměnném dopravním značení (11), které je uspořádané na portálu v alespoň jednom řídicím řezu (8),
- 10 přičemž k řídicímu portálu příslušný detekční řez (8.1) je opatřen nejméně jedním detektorem (10.1) pro detekci dopravních dat, nejméně jedním detektorem (10.2) pro získání meteorologických dat a videodohledem pro získání informací o stavu na komunikaci a/nebo z okolních telematických zařízení pro získání dalších dat, přičemž každý detekční řez (8.1) je propojen se zařízením (9) pro vyhodnocení aktuální situace a zobrazení optimálních symbolů na
- 15 proměnném dopravním značení (11), přičemž zařízení je vytvořeno pro řízení dopravy v automatickém režimu, v automatickém režimu s potvrzením i v manuálním režimu.
2. Zařízení liniového řízení dopravy, podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že řídicí jednotka (1) obsahuje modul (2) algoritmů detekce automatických událostí, který je propojen s modulem (4.1)
- 20 pro zadávání událostí v automatickém režimu a s modulem (4.2) pro zadávání událostí v automatickém režimu s potvrzením, přičemž oba moduly (4.1) a (4.2) jsou propojeny s modulem (5) obsahujícím seznam zaregistrovaných událostí detekčního řezu (8), přičemž rozhraní (3) je dále propojeno s modulem (4.2) pro zadávání událostí v automatickém režimu s potvrzením, s modulem (4.3) pro zadávání poloautomatické události a s modulem (4.4) pro zadávání
- 25 manuálního povelu na proměnné dopravní značení (11), přičemž modul (5) obsahující seznam zaregistrovaných událostí detekčního řezu (8), který je dále napojen na modul (6.1) pro prioritizaci událostí a ten je napojen na modul (6.2) prostorových vazeb a ten je napojen na modul (6.3) časových závislostí a ten je napojen na uživatelské rozhraní (3).
- 30 3. Postup liniového řízení dopravy zařízením podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že pomocí aktivace či deaktivace proměnného dopravního značení (11) umístěných v řídicím řezu (8) je řízen dopravní proud na dané komunikaci, přičemž postup řízení má následující kroky:
- následně po získání dopravních, meteorologických, videodohledových a telematických dat se pomocí známého matematického modelu provede vyhlazení výkyvů hodnot řídicí veličiny a

35 výpočet prognózy hodnot řídicí veličiny,

 - takto upravená data následně tvoří vstup detekčních algoritmů automatických událostí LŘD, vyhodnocujících pro každý řídicí řez (8) vznik nebo zánik všech událostí LŘD, přičemž seznam vyhodnocených (detekovaných) automatických událostí LŘD pro každý detekční řez je odeslán do řídicí jednotky (1), kde na základě přiřazené priority je pro každý řídicí řez (8)

40 vybrána událost LŘD s nejvyšší prioritou, která je každé události přiřazena v její konfiguraci, přičemž prostřednictvím řídicí jednotky (1) následně dojde k aktivaci proměnných dopravních značek specifikovaných v konfiguraci události, přičemž události v režimu bez potvrzení jsou automaticky potvrzené, události v režimu s potvrzením operátora systému čekají na potvrzení obsluhou (7) a až poté jsou odeslány povely na aktivaci proměnného dopravního značení,

45 – dále je zadávána obsluhou (7) přes datové rozhraní (3) v řídicí jednotce (1) událost LŘD v poloautomatickém režimu, která nebyla vyhodnocena z detekovaných dopravních nebo meteorologických dat, je do systému vložena pouze na základě úvahy operátora systému, tato událost LŘD je zařazena do seznamu událostí LŘD konkrétního řídicího řezu (8) s prioritou definovanou v konfiguraci události LŘD, společně s automatickými událostmi LŘD, v

50 poloautomatickém režimu se zadávají všechny události, které se vyhodnocují i v automatickém režimu a události další, které není možné automaticky detekovat, např. práce na silnici, zvíře na vozovce atd.,

 - dále následuje možnost režimu manuálního ovládání značek - vkládání událostí a tedy ovládání proměnného dopravního značení, jednotlivé proměnné dopravní značky jsou v systému

LŘD ovládány přímo ručně z uživatelského rozhraní, přičemž v tomto manuálním režimu má dopravní značení vyšší prioritu než povely automatických a poloautomatických událostí LŘD a manuálně navolené symboly na PDZ jsou uzamčeny proti přepsání symbolem jiným, dokud není manuální režim ukončen.

5

4. Postup liniového řízení dopravy, podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že u událostí LŘD zaregistrovaných v systému LŘD jsou neustále vyhodnocovány jejich vzájemné prostorové vazby, tak, že nedochází k překročení pravidel pro dopravní značení a systém LRD se nachází v konzistentním stavu z hlediska řízení dopravního proudu tak, že před každou výstrahou na řídicím řezu (8(i)) existuje předzvěst této výstrahy s dodatkovou tabulkou s uvedenou vzdáleností k výstraze na řídicím řezu (8(i-1)), pokud na řezu (8(i-1)) není zaregistrována jiná výstraha, nebo pokud jsou např. na řezech (8(i)) a (8(i-2)) zaregistrovány události harmonizace rychlosti na danou rychlost, pak se na řídicí řez (8(i-1)) nastaví tato rychlost automaticky také, aniž by zde byla zaregistrována událost obsahující příslušnou značku.

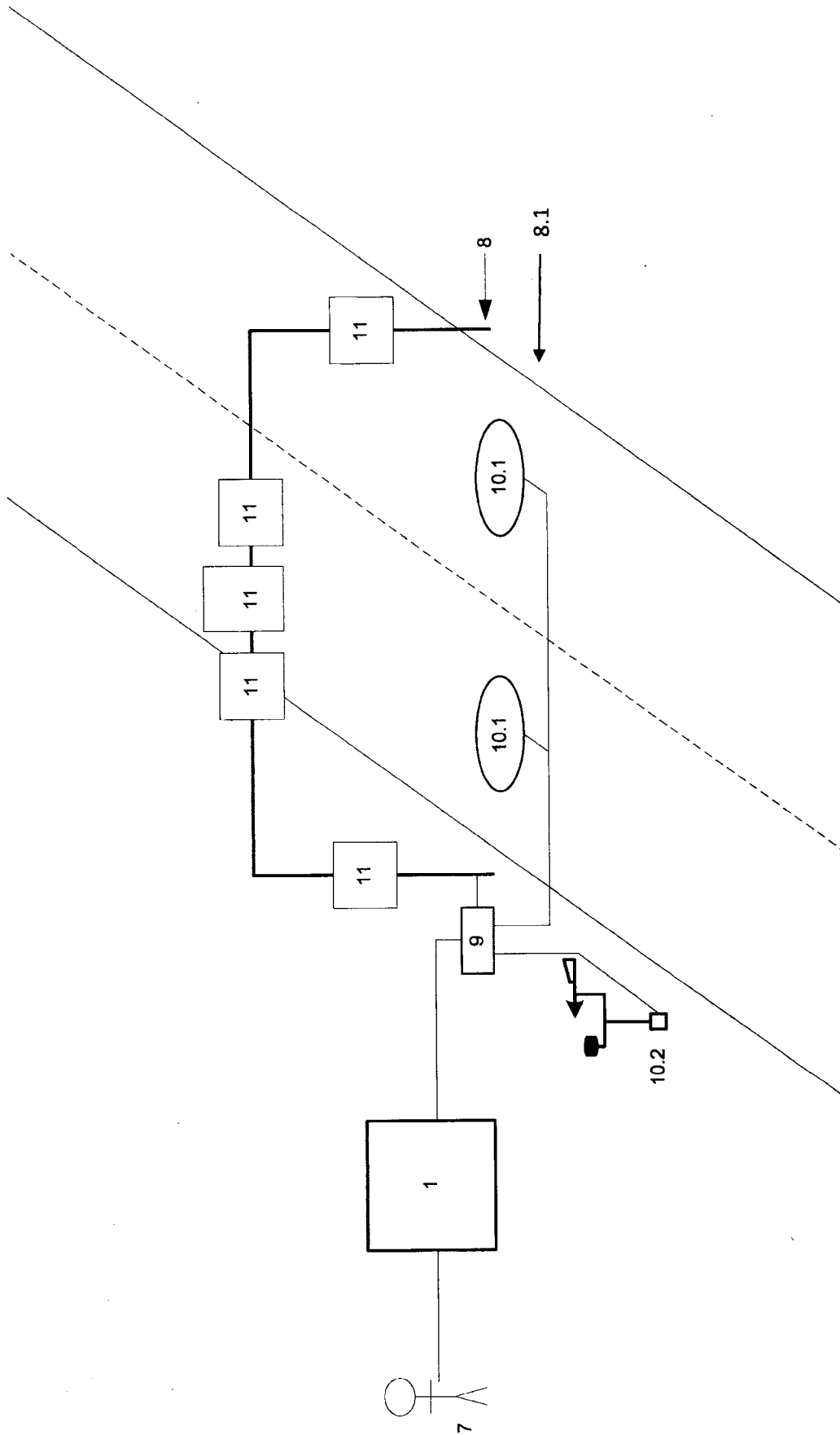
15

5. Postup liniového řízení dopravy, podle nároků 3 a 4, **vyznačující se tím**, že aktivace proměnného dopravního značení (11) do stavů definovaných příslušnými událostmi LŘD jsou prováděny v časových sekvencích, které definují pro každý řídicí řez (8)/detekční řez (8.1) a každý symbol potřebný pro přechod do cílového stavu čas, kdy tento symbol je aktivován.

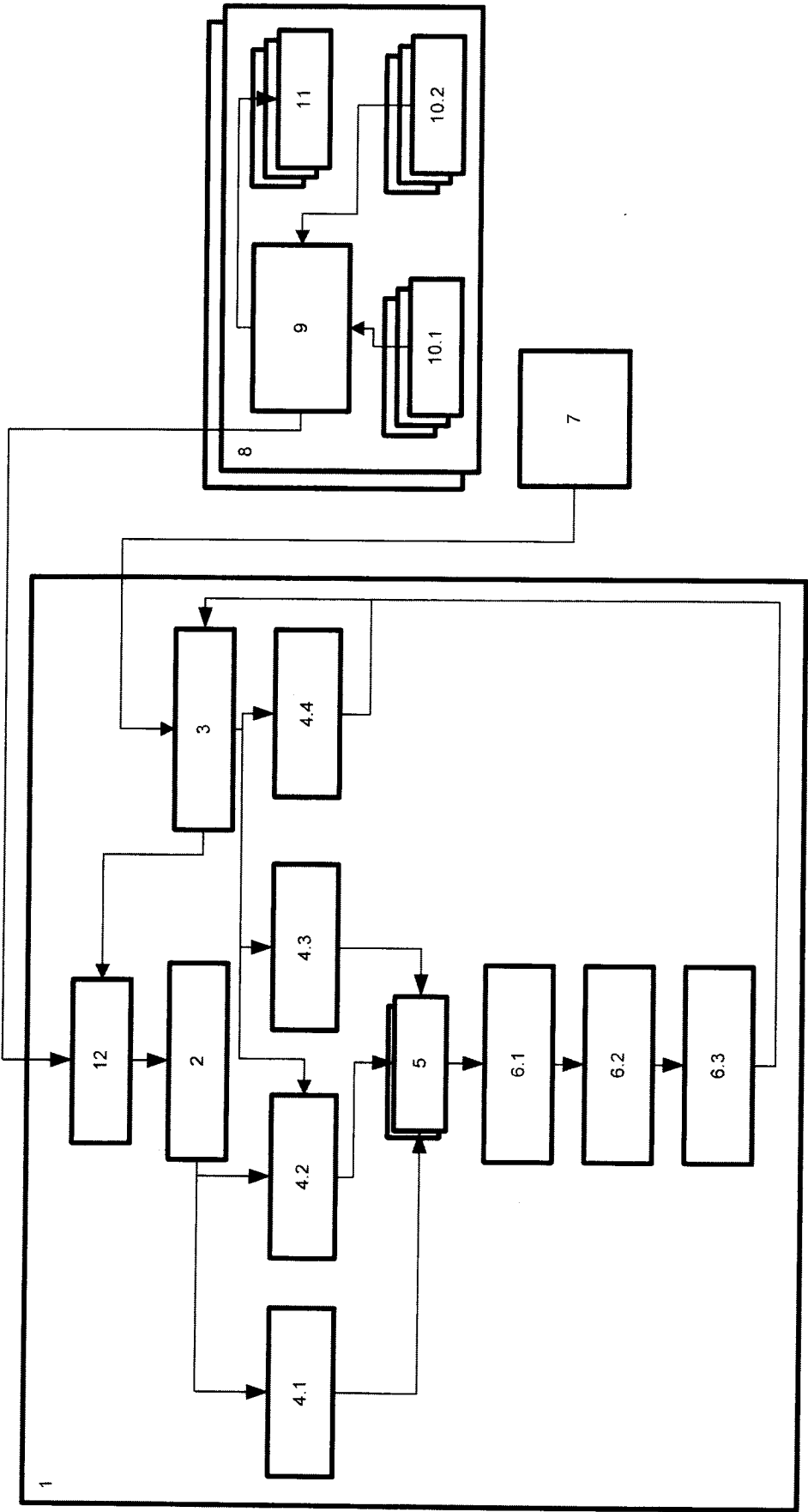
20

2 výkresy

25



Obr. 1



Obr. 2