

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **30.06.2010**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **11.01.2012**
(Věstník č. 2/2012)

(21) Číslo dokumentu:

2010-527

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

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

(71) Přihlašovatel:

ELTODO EG, a.s., Praha 4, CZ

(72) Původce:

Krajčír Dušan Ing. Dis., Štramberk, CZ

Šústek Miroslav Ing., Újezd, CZ

Kňákal Martin Ing., Tábor, CZ

(74) Zástupce:

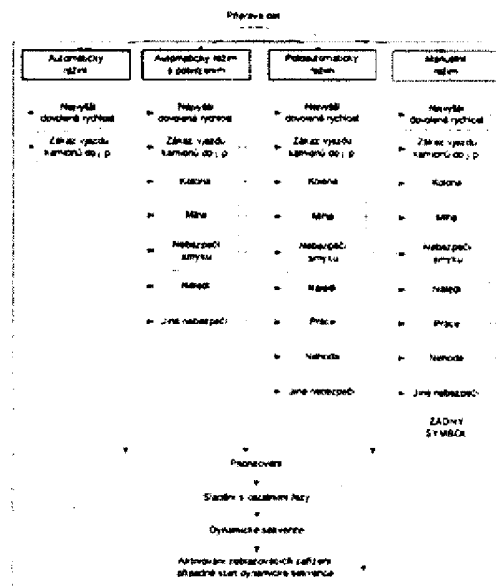
Loskotová & partneři, patentová a známková kancelář,
Ing. Jarmila Loskotová, K Závětinám 727, Praha 5,
15500

(54) Název přihlášky vynálezu:

Liniové řízení dopravy a jeho postup

(57) Anotace:

Postup liniového řízení dopravy se speciálně vyvinutými algoritmy je založen na modulárním principu, přičemž modulární rámec liniového řízení dopravy popisuje získávání dat, režim řízení při různých dopravních situacích a následné postupy při aktivaci dopravního značení, přičemž informace - dopravní data o dopravním proudu jsou získávány z detekčních řezů, kde je prováděna detekce dopravního proudu a informace pro řízení jsou průběžně zobrazovány na řídícím řezu - portálu LRĐ, přičemž celý postup řízení je schopen pracovat v různých režimech - automatickém, automatickém s potvrzením, poloautomatickém, manuálním, přičemž tímto řízením dochází k harmonizaci dopravy.



Základní rámec systému liniového řízení dopravy

Liniové řízení dopravy a jeho postup

Oblast techniky

Vynález se týká řízení dopravy na rychlostních komunikacích.

Dosavadní stav techniky

Podstata vynálezu

Cílem liniového řízení dopravy bylo harmonizování dopravy, přičemž tento systém řídí dopravu i s ohledem na další vlivy, jako je špatné počasí, nebo jiné mimořádné stavy a všechny tyto strategie jsou integrovány do jednoho komplexního, avšak modulárního systému.

Modulární rámec pro liniové řízení obsahuje základní algoritmy, které mohou být právě díky modularitě tohoto řešení v dalších fázích nahrazeny nebo doplněny algoritmy pokročilejšími.

Hlavní principy - prostorové vyhlazení, aplikace dynamických sekvencí a prioritní zobrazení.

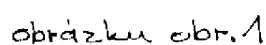
Definice nových pojmů

Řídicí řez (Portál LŘD) 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.

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.

Základní moduly

obrázku obr.1

Na  je zachycen celkový modulární rámec liniového řízení dopravy. Tímto rámcem je popsáno získávání dat, režim řízení při různých situacích a následné postupy při aktivaci dopravního značení.

Na jednom **řezu** mohou být uplatňovány všechny režimy 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.

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**.

Příprava dat

Použité označení

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]
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]
V_{OA}	střední rychlost osobních vozidel v daném směru [km/h]
V_{NA}	střední rychlost nákladních vozidel v daném směru [km/h]
$\bar{V}$	střední rychlost v daném směru [km/h]
b	obsazenost [%]
A_{NA}	podíl nákladních vozidel v daném směru [%]
A_{ZVNA}^{ZAP}	definovaná hodnota pro zapnutí zákazu vjezdu nákladních vozidel [%]
A_{ZVNA}^{VYP}	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

Základní vzorce

Přepočet na jednotková vozidla

Data ze smyčkových detektorů umístěných ve vozovce rozliší dané kategorie vozidel, viz Tab. 1. Pro následné výpočty je ale 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.

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

Tab. 1 Kategorie rozlišitelných vozidel z detektorů a koeficienty JV

Typ vozidla	označení	koeficient JV
Motocykl	Q_{mo}	0,5
Osobní vozidlo ^{a)}	Q_{ov}	1
Osobní vozidlo s přívěsem	Q_{ovp}	1
Dodávka 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

Tabulka vychází z přepočtu dle TP 188.

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

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

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

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

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

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

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).

Pro predikci hodnot se využívají následující rovnice:

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

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

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

kde

- | | |
|-------------------|---|
| 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, |

ΔW_{stara}	je předchozí rozdíl prognostikované hodnoty,
$\alpha(T)$	je vyhlazovací faktor pro střední hodnotu (proměnné hodnoty od 0 do 1 s krokem 0.01 – doporučená hodnota 0,2),
$\beta(T)$	je vyhlazovací faktor pro trend (proměnné hodnoty od 0 do 1 s krokem 0.01- doporučená hodnota 0,15).

Režimy systému liniového řízení dopravy

Během konfigurace systému je k jednomu řídícímu řezu přiřazen jeden měřicí 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 měřících řezů probíhá každou 1 minutu, přičemž agregovaná data jsou integrována do 3 minutových intervalů a v těchto následně vyhodnocována.

Automatický režim

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. Rozsah funkcí resp. dopravních stavů je zřejmý z níže uvedené tabulky (Tab. 2).

Tab. 2 Uplatnění dopravních stavů v automatickém režimu

Automatický režim														
použitý stav	A 8 Nebezpečí smyku	A 15 Práce	A 22 Jiné nebezpečí	A 23 Kolona	A 24 Náledí	A 26 Mlha	A 27 Nehoda	B 4 Zákaz vjezdu nákladních vozidel	B 20a Nejvyšší dovolená rychlost 120	B 20a Nejvyšší dovolená rychlost 100	B 20a Nejvyšší dovolená rychlost 80	B 20a Nejvyšší dovolená rychlost 60	S 8c světelná šipka vlevo	S 8d světelná šipka vpravo
2 jízdní pruhy														
8	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-
3 jízdní pruhy														
14	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-

aktivní symbol DZ X

neaktivní symbol DZ -

Automatický režim s potvrzením

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. Rozsah funkcí resp. dopravních stavů, je zřejmý z níže uvedené tabulky (Tab. 3).

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 prioritizování.

Tab. 3 Uplatnění dopravních stavů v automatickém režimu s potvrzením

Automatický režim s potvrzením														
použitý stav	A 8 Nebezpečí smyku	A 15 Práce	A 22 Jiné nebezpečí	A 23 Kolona	A 24 Náledí	A 26 Mlha	A 27 Neboda	B 4 Zákaz vjezdu nákladních vozidel	B 20a Nejvyšší dovolená rychlost 120	B 20a Nejvyšší dovolená rychlost 100	B 20a Nejvyšší dovolená rychlost 80	B 20a Nejvyšší dovolená rychlost 60	S 8c světelná šipka vlevo	S 8d světelná šipka vpravo
2 jízdní pruhy														
1	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
2	X	-	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X	-	-
3	X	-	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-
3 jízdní pruhy														
1	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
2	X	-	-	X	X	X	-	-	X	X	X	X	-	-
3	X	-	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-

aktivní symbol DZ X

neaktivní symbol DZ -

Poloautomatický režim

V poloautomatickém režimu nejsou použita data či informace samostatně, ale bude je zadávat 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 algoritmu 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 bude mít přesný přehled o jím potvrzovaných změnách a může tak převzít plnou odpovědnost za realizované opatření.

V tomto režimu mohou být zadány všechny dopravní stavy uvedené v dopravním řádu (kombinace symbolů PDZ na řídicím řezu) a to včetně omezení v jízdních pruzích. Při zadávání symbolu A 22 Jiné nebezpečí je nutné zvolit typ události, viz kapitola 0 Priorizování.

Rozsah funkcí (dopravních stavů) poloautomatického režimu je zřejmý z níže uvedené tabulky (Tab. 4).

Tab. 4 Uplatnění dopravních stavů v poloautomatickém režimu

Poloautomatický režim														
použitý stav	A 8 Nebezpečí smyku	A 15 Práce	A 22 Jiné nebezpečí	A 23 Kolona	A 24 Náledí	A 26 Mlha	A 27 Nehoda	B 4 Zákaz vjezdu nákladních vozidel	B 20a Nejvyšší dovolená rychlost 120	B 20a Nejvyšší dovolená rychlost 100	B 20a Nejvyšší dovolená rychlost 80	B 20a Nejvyšší dovolená rychlost 60	S 8c světelná šipka vlevo	S 8d světelná šipka vpravo
2 jízdní pruhy														
1	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
2	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-
4	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
5	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-
6	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	X	X	-	X
7	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X
8	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-
3 jízdní pruhy														
1	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
2	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-
4	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X	X	X	-
5	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	X	X	X	-
6	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	X	-
7	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-
8	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	X	X	X	-
9	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-
10	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	X
11	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X
12	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	X	X	-	X
13	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X
14	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-

aktivní symbol DZ X

neaktivní symbol DZ -

Manuální režim

V manuálním režimu je možné zadat jakýkoliv symbol na řídicím řezu a to včetně nepopsaných stavů definovaných dopravním řádem. Symbol nastavený v tomto režimu bude, 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, bude na tuto skutečnost dispečer upozorněn. 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 bude používán pouze v mimořádných případech.

Algoritmy detekce jednotlivých událostí

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

Pro události obsažené v těchto režimech jsou definovány speciální algoritmy, které jsou popsány v níže uvedených podkapitolách.

Data potřebná pro detekci stavů vedoucích k aktivaci symbolů PDZ: Mlha, Náledí a Nebezpečí smyku budou získávána z meteostanic rozmístěných podél řešené komunikace.

Formát dat z meteostanic poskytovaných pro NDIC je možné přijmout a užít pro LŘD.

Harmonizace dopravy

Při režimu harmonizace dopravy dochází za pomoci značek (B 20a) 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 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.

Následující tabulky stanovují podmínky pro zapínání, resp. vypínání jednotlivých omezení rychlosti.

K harmonizaci dochází na základě hodnot intenzity dopravy v daném směru vyjádřených jako ekvivalent osobních automobilů, tzv. jednotkových vozidel, Q_{jv} .

Tab. 5 Podmínky pro harmonizaci dopravy

Zobrazení na PDZ	Podmínky pro zapnutí			Podmínky pro vypnutí		
	$\tilde{Q}_{jv}(i)$ či ($\tilde{V}_{os}(i)$ a $\tilde{LH}(i)$)			$\tilde{Q}_{jv}(i)$ či ($\tilde{V}_{os}(i)$ a $\tilde{LH}(i)$)		
120	$\geq Q_{jv}^{ZAP 120}$	-	-	$< Q_{jv}^{VYP 120}$	-	-
100	$\geq Q_{jv}^{ZAP 100}$	-	-	$< Q_{jv}^{VYP 100}$	-	-
80	$\geq Q_{jv}^{ZAP 80}$	$\leq V^{ZAP 80}$	$\geq LH^{ZAP 80}$	$< Q_{jv}^{VYP 80}$	$> V^{VYP 80}$	$< LH^{VYP 80}$
60	-	$\leq V^{ZAP 60}$	$\geq LH^{ZAP 60}$	-	$> V^{VYP 60}$	$< LH^{VYP 60}$

Tab. 6 Hraniční hodnoty pro harmonizace dopravy

Výchozí hodnoty pro							
zapnutí		2 j.p.	3 j.p.	vypnutí		2 j.p.	3 j.p.
$Q_{jv}^{ZAP 120}$	[JV/h]	3200	4000	$Q_{jv}^{VYP 120}$	[JV/h]	2900	3600
$Q_{jv}^{ZAP 100}$	[JV/h]	3600	4800	$Q_{jv}^{VYP 100}$	[JV/h]	3300	4400
$Q_{jv}^{ZAP 80}$	[JV/h]	4000	5400	$Q_{jv}^{VYP 80}$	[JV/h]	3700	5000
$V^{ZAP 80}$	[km/h]	70	70	$V^{VYP 80}$	[km/h]	75	75
$V^{ZAP 60}$	[km/h]	50	50	$V^{VYP 60}$	[km/h]	55	55
$LH^{ZAP 80}$	[voz/km]	35	50	$LH^{VYP 80}$	[voz/km]	45	60
$LH^{ZAP 60}$	[voz/km]	35	50	$LH^{VYP 60}$	[voz/km]	45	60

Mimo snížení rychlosti bude k harmonizaci dopravy využít symbol DZ B 4 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} .

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

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

Jednotlivé mezní hodnoty musí být konfigurovatelné (parametrizovatelné) zvlášť pro každý úsek. Následující tabulka uvádí doporučené implicitní hodnoty:

Tab. 7 Mezní hodnoty intenzit provozu požití zákazu vjezdu nákladních automobilů do určitého j.p.

zapnutí				vypnutí			
		2 j.p.	3 j.p.			2 j.p.	3 j.p.
$Q_{JV}^{ZAP\ NA}$	[JV/h]	3200	4000	$Q_{JV}^{VYP\ NA}$	[JV/h]	2900	3600
$A_{NA}^{ZAP\ NA}$	[%]	25	20	$A_{NA}^{VYP\ NA}$	[%]	15	10

Zákaz vjezdu nákladních vozidel

Symbol B 4 zákaz vjezdu do levého resp. středního jízdního pruhu není nikdy použit samostatně, nýbrž je součástí jiných modulů. Lze jej kombinovat spolu s jakoukoliv varovnou značkou vč. režimu harmonizace dopravy. Popis algoritmů pro jeho aktivaci je tedy obsažen v kapitolách popisujících algoritmy těchto modulů.

Při aktivaci DZ B 4, zákazu vjezdu nákladních vozidel do daného pruhu na řezu (i), bude vždy užito DZ B 4 nad tímto pruhem i na předcházejícím řezu (i-1). Tato „předzvěst“ je platná již v místě zobrazení (řez i-1). Uvedené opatření zajistí, že k řezu (i) již budou vozidla přijíždět dle tohoto značení.

Dopravní značka B 4 - zákaz vjezdu nákladních vozidel bude vždy doplněn dodatkovou tabulkou E5 s textem: „6 t“.

Kolona

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

První kritérium: Detekce kolon na bázi obsazenosti:

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

Teprve pokud je obsazenost všech jízdních pruhů daného měřeného řezu 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

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:

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:

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

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

2. podmínka stanoví, že $|\tilde{V}_{OA}(i) - \tilde{V}_{NA}(i)| \leq V_{kongesce}^{rozdil}$, 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.

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:

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

kde

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

LH_{max} hustota vozidel při maximální intenzitě

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

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

$$V_{k_{rozdl}} \geq V_{k_{mez}}^{ZAP} \text{ a zároveň } Q \geq Q_{rozdl}^{ZAP}$$

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. Následující hodnoty uvádějí doporučené implicitní hodnoty:

Tab. 8: Implicitní hodnoty pro detekci kongesce na bázi rozpoznání rušení

Parametr		2 j.p.	3 j.p.
LH_{max}	[voz/km]	45	60
$V_{k_{mez}}^{ZAP}$	[-]	0,30	0,40
$V_{k_{mez}}^{VYP}$	[-]	0,30	0,40
Q_{rozdl}^{ZAP}	[-]	600	800
Q_{rozdl}^{VYP}	[-]	600	800

Práce

Modul práce 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.

V případě práce na vozovce nebudou aktivní jiné než varovné symboly. Deaktivace rychlostních omezení musí být provedena z důvodu dodržení vzdálenosti 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 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.

Mlha

Na základě informací z meteohlásek je při snížené viditelnosti omezena maximální povolená rychlost. V závislosti na stupni viditelnosti je ke snížení rychlosti zobrazen piktogram A 26 Mlha. Při 4. stupni (nejnižší viditelnost) je součástí varování také zobrazení piktogramu B 4 - zákaz vjezdu pro nákladní automobily do levého, respektive levého a středního jízdního pruhu.

Data potřebná pro aktivaci jednotlivých stupňů budou získávána z meteostanic rozmístěných podél řešené 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</VAL>**.

Tab. 9: Mezní hodnoty pro stanovení stupně viditelnosti

Stupeň viditelnosti	Viditelnost na vzdálenost	
	Horní hranice [m]	Spodní hranice [m]
Normální viditelnost	-	270
1 Stupeň viditelnosti	280	220
2 Stupeň viditelnosti	230	160
3 Stupeň viditelnosti	170	100
4 Stupeň viditelnosti	110	0

Tab. 9 přiřazuje k stupňům viditelnosti vzdálenost dohledu v metrech. Tato vychází z ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic a využívá v normě definovaných rozhledů pro zastavení vzhledem k návrhovým rychlostem. Byly uvažovány hodnoty pro klesání -4% a pro účely LŘD se dá předpokládat jejich univerzální užití.

Tab. 10 Mezní hodnoty pro omezení maximální povolené rychlosti na základě stupně viditelnosti

Omezení rychlosti na ukazateli PDZ typu B	Stupeň viditelnosti	PDZ A	PDZ C
-	normální viditelnost	-	-
120	1	-	-
100	2	A 26 Mlha	-
80	3	A 26 Mlha	-
60	4	A 26 Mlha	B 4 - Zákaz vjezdu nákladních automobilů

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

Nebezpečí smyku

Při daných srážkách bude na úseku přiřazeném k danému detektoru srážek na PDZ B omezena maximální povolená rychlost (B 20a) a zároveň na PDZ A zobrazen piktogram nebezpečí smyku (A 8). Pro tento algoritmus je důležité definování stupně srážek. Rozsah je uveden v následující tabulce:

Tab. 11: Mezní hodnoty pro stanovení stupně srážek

Stupeň srážek	Spodní hranice [mm/h]	Horní hranice [mm/h]
Sucho	-	1
Stupeň srážek 1	0,8	7
Stupeň srážek 2	6	15
Stupeň srážek 3	13	-

Přiřazení, jaké omezení odpovídá jakému stupni srážek, musí být parametrizovatelné.

Data potřebná pro aktivaci jednotlivých stupňů budou získávána z meteostanic rozmístěných podél řešené 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 m^2 za hodinu. Ve formátu XML systému NDIC je označena kódem PREC, který udává průměrnou hodnotu srážek v l/m^2 za dané období měření. Po přepočtu na hodinovou intenzitu srážek, lze využít mezní hodnoty z Tab. 11.

V zápisu XML kód sid identifikuje konkrétní meteostanici a výsledný zápis v řádce s identifikátorem senzoru průměrné hodnoty srážek je `<VAL sid=„J004“ sen=„PREC“>0.90</VAL>`

Pro spínání omezení rychlosti je kromě aktuálního stupně srážek užito i vyhodnocení aktuální průměrné rychlosti osobních vozidel, uvedené v následující tabulce. 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.

Tab. 12: Mezní hodnoty pro omezení maximální povolené rychlosti na základě stupně srážek

Omezení rychlosti na ukazateli PDZ typu B	Stupeň srážek	Zapínací hodnota V_{OA}^{ZAP} [km/h]	Vypínací hodnota V_{OA}^{VYP} [km/h]
100	1	-	-
80	1	< 70	> 75
80	2	-	-
60	3	-	-
60	1 nebo 2	< 50	> 55

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

Součástí tohoto varování je i zákaz vjezdu nákladních automobilů do určitého j.p. pomocí zobrazení piktogramu B 4 na PDZ C. 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:

$$Q_{JV} > Q_{JV}^{ZAP} \text{ a zároveň } Q_{NA} > Q_{NA}^{ZAP}$$

pro vypnutí symbolu pak platí:

$$Q_{JV} \leq Q_{JV}^{VYP} \text{ nebo } Q_{NA} \leq Q_{NA}^{VYP}$$

Tab. 13: Mezní hodnoty pro sepnutí a vypnutí zákazu vjezdu nákladních automobilů do j.p. při vlhké vozovce

zapnutí				vypnutí			
		2 j.p.	3 j.p.			2 j.p.	3 j.p.
Q_{JV}^{ZAP}	[JV/h]	2800	4000	Q_{JV}^{VYP}	[JV/h]	2600	3800
Q_{NA}^{ZAP}	[NA/h]	400	600	Q_{NA}^{VYP}	[NA/h]	300	500

Zákaz vjezdu nákladních automobilů musí být zobrazen i na předchozím řídícím řezu (vždy alespoň dva řezy).

Zobrazení této události (vč. návazných opatření) na řezu, který čerpá informace z dvou meteohlásek bude vždy vycházet z horšího stavu, požadavku na nižší rychlost. K vypnutí tohoto stavu dojde v případě, že pomine na obou meteostanicích.

Náledí

Modul Náledí může být aktivován v automatickém režimu s potvrzením, v poloautomatickém režimu a v manuálním režim. Dispečer ho bude zadávat po ověření situace. Modul Náledí vychází z informace meteohlásky o stavu vozovky. Je aktivován v případě nebezpečí námrazy, hustého sněžení nebo tvorby ledu.

Jakýkoliv níže uvedený stav bude doplněn zákazem vjezdu nákladních vozidel B 4 do levého, resp. levého a středního jízdního pruhu dle popsaných zásad.

Senzor meteohlásky o stavu vozovky je v XML NDIC označen jako SROA a pro aktivaci varovné značky budou využity následující stavy:

Tab. 14 Hodnoty pro aktivaci značek v modulu Náledí

hodnota	význam	PDZ A	Omezení rychlosti na PDZ typu B	PDZ C
3	námraza	A 24 Náledí	80 ¹	B 4 - Zákaz vjezdu nákladních automobilů
4	sníh	A 24 Náledí	100 ¹	B 4 - Zákaz vjezdu nákladních automobilů
5	led	A 24 Náledí	60 ¹	B 4 - Zákaz vjezdu nákladních automobilů
7	možnost namrzání	A 24 Náledí	100 ¹	B 4 - Zákaz vjezdu nákladních automobilů

Kód sid identifikuje konkrétní meteostanici. Zápis v řádku s identifikátorem senzoru stav vozovky je **<VAL sid=„J004“ sen=„SROA“>3.00</VAL>**.

Varování bude aktivní po potvrzení operátorem v automatickém režimu s potvrzením až do doby, kdy nebude meteohláska 5 minut indikovat dané stavy. V tom případě bude dispečer informován o ukončení požadavku a bude moci potvrdit zrušení stavu. Zobrazení této události vč. návazných opatření na řezu, 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 rychlosti. K vypnutí tohoto stavu dojde v případě, že pomine na obou meteostanicích.

Nehoda

Modul Nehoda bude aktivován v poloautomatickém nebo manuálním režimu bez automatické detekce. Dispečer ho bude volit 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 pruzích) aplikována bez dynamické sekvence, tj. ihned.

Jiné nebezpečí

Varovná značka 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

V případě detekce vozidla jedoucího v protisměru bude tento modul aktivován v automatickém režimu s potvrzením. Po odladění systému ve zkušebním provozu, minimalizaci falešných poplachů a ověření spolehlivosti detekce může být tento modul přesunut do automatického režimu.

Pro aktivování je nutná detekce vozidla, které jede protisměru jízdy v daném jízdním pásu komunikace. Detekci takového vozidla zajišťují detektory 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 řezu (i), bude okamžitě v čase t_0 , zobrazena rychlost 60 km/h na všech předcházejících řezech počínaje řezem (i-1). Současně bude aktivován symbol dopravní značky A 22 (Jiné nebezpečí) a aktivací žluté šipky vpravo vyklizen vždy levý jízdní pruh. V místě se třemi jízdními pruhy bude nad středním jízdním pruhem aktivní symbol B 4 (Zákaz předjíždění pro nákladní automobily). Současně bude předán pokyn ŘS tunelu na trase k jejich uzavření. Tento stav bude aplikován podle stejného scénáře jako v případě detekce vozidla v protisměru v tunelu.

Užití skokového omezení rychlosti (aktivace B 20a 60km/h v úseku s aktuálně povolenou rychlostí 130 km/h) je v rozporu s TP 206 a původní návrh provozního řádu tuto možnost nepřipouštěl. Na výslovný požadavek zástupců ŘSD (viz záznam

jednání ze dne 8. 6. 2010) byla dokumentace změněna a systém bude umožňovat toto okamžité omezení rychlosti v případě nebezpečných událostí.

V případě, že se na řešeném úseku v době detekce vozidla v protisměru bude vyskytovat jiné omezení, které bude vyžadovat 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 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 kontaktovat složky IZS (viz Práva a povinnosti obsluhy) a současně sledovat pohyb vozidla dostupnými prostředky. Všechna omezení vyvolaná touto krizovou situací budou zrušena až na přímé zadání operátora.

Zvíře pohybující se na vozovce

Po nahlášení této události bude na předmětném úseku okamžitě (bez uplatnění dynamické sekvence) snížena rychlost až na 60 km/h, aktivován symbol varovné značky Jiné nebezpečí A 22 a zakázán vjezd nákladních vozidel do levého resp. středního pruhu.

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 A 22 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 pruzích) bude 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 (S 7)

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

- předmět na vozovce,
- zvíře na vozovce,
- nehoda,
- kolona,
- vozidlo v protisměru.

V případě těchto událostí bude na varovné značce symbol S 7 aktivován pouze v místě události a nikdy nebude zobrazován na varovné značce použité jako předzvěst (i-1).

Priorizování

Tato kapitola se zabývá stanovením priorit zejména mezi jednotlivými varovnými značkami na pozici A. Nejedná se o samotné definování vztahu mezi značkami, ale uvedené seřazení reflektuje nebezpečnost situace, před kterou daná značka varuje, a zároveň zohledňuje skutečnost, že některé stavy by měl být řidič schopen identifikovat samostatně a značka je víceméně podpůrným prostředkem pro jeho komplexnější 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 informaci, kterou by jinak získat nemohl. Při určování priorit bylo také částečně přihlédnuto k subjektivní možnosti akceptace řidiči, ale apriory byl brán význam značek daný Vyhláškou Ministerstva dopravy a spojů 30/2001 Sb.

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 automatickém režimu a to ve vazbě na priority. Priority však nejsou zohledněny, pokud je dispečer zadává v manuálním režimu. Další režim, ve kterém je DZ, aktivována je uveden níže.

Tab. 15 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	1

Vozidlo v protisměru

priorita: 10

Symbol značky A 22 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

Symbol značky A 23 je použit v automatickém režimu s potvrzením. Bude užitá na základě výstupů sledování dopravního proudu, které budou identifikovat kongesci na daném úseku komunikace.

Její priorita byla 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.

Nehoda

priorita: 8

Symbol značky A 27 nebude použit v žádném automatickém režimu. Předpokládá se, že se operátor 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.

Živé zvíře na vozovce

priorita: 7

Symbol značky A 22 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

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

Náledí

priorita: 5

Symbol značky A 24 bude použit v automatickém režimu s potvrzením.

Bude 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.

Nebezpečí smyku

priorita: 4

Symbol značky bude použit v automatickém režimu s potvrzením.

Na základě informací z meteohlášek bude zobrazena pro místa, ve kterých bude zvýšeno nebezpečí smyku. V rámci LŘD toto nebezpečí bude hodnoceno podle aktuální intenzity srážek v dané oblasti.

Mlha

priorita: 3

Symbol značky A 26 bude použit v automatickém režimu s potvrzením.

Bude zobrazena pro místa, ve kterých bude předpoklad výskytu mlhy. V rámci LŘD toto nebezpečí bude 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.

Odstavené vozidlo

priorita: 2

Při odstaveném vozidle na krajnici by měla být aktivována DZ A 22 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.

Práce

priorita: 1

Symbol značky A 15 nebude použit v žádném z automatických režimů.

Tato varovná značka byla ohodnocena nejnižší prioritou z toho důvodu, že každé pracovní místo musí být označeno přenosným dopravním značením dle projektu DIO. V první řadě tohoto opatření se nalézá oboustranně umístěná přenosná značka A 15 s blikáčem S 7, 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.

Nejvyšší dovolená rychlost

Podle požadavku na událost je na této PDZ 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 varovná značka A 27 a zákazová B 20a (60) - 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 A 27 Nehoda přepsán symbolem A 23 Kolona. Z pohledu tvořící se kolony modul má harmonizace požadavek na 80 km/h, ale tento nebude uplatněn, protože je událostí nehoda požadována rychlost 60 km/h.

Symbole na PDZ typu C a D

Jak vyplývá z dopravního řádu, na PDZ typu C mohou být zobrazeny 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 zákazu vjezdu. Konec všech zákazů je uplatňován vždy až v případě, že není jiný požadavek na dopravní omezení pomocí zákazových značek. Obdobná je situace u PDZ typu D, kde může být aktivní světelná šipka vlevo nebo konec všech zákazů.

Sladění s ostatními řezy

Při návrhu systému LŘD jsou řešeny i případy, kdy dojde k odchylce požadavku na maximální povolenou rychlost na sousedních řezech. 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 nepředpokládáme, že se její požadavky budou na krátkých úsecích měnit skokově.

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

Vyhlazovací postup je vždy aplikován od posledního řezu 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 řez

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

1. rozhodnutí:

Dotaz na požadovanou hodnotu předešlého řezu (i-1). Pokud požadovaná rychlost řezu (i) je vyšší, nebo rovna předešlému řezu (i-1), algoritmus pro řez (i) končí (rychlost řezu (i) je zachována dle požadavku) a postup vyhlazení začíná opět 1. rozhodnutím v řezu (i-1). Pokud je požadovaná rychlost řezu (i) nižší než požadovaná rychlost řezu (i-1), přechází algoritmus na rozhodnutí 2.

2. rozhodnutí:

Dotaz na požadovanou hodnotu předešlého řezu (i-1). Pokud požadovaná hodnota rychlosti řezu (i-1) je stejná jako hodnota rychlosti řezu (i) + 20 km/h, přechází algoritmus k rozhodnutí 3. Pokud není rychlost požadovaná řezem (i-1) rovna rychlosti řezu (i) + 20 km/h, bude řezu (i-1) přiřazena hodnota rychlosti požadovaná řezem (i) navýšená o 20 km/h, a algoritmus přechází k rozhodnutí 3.

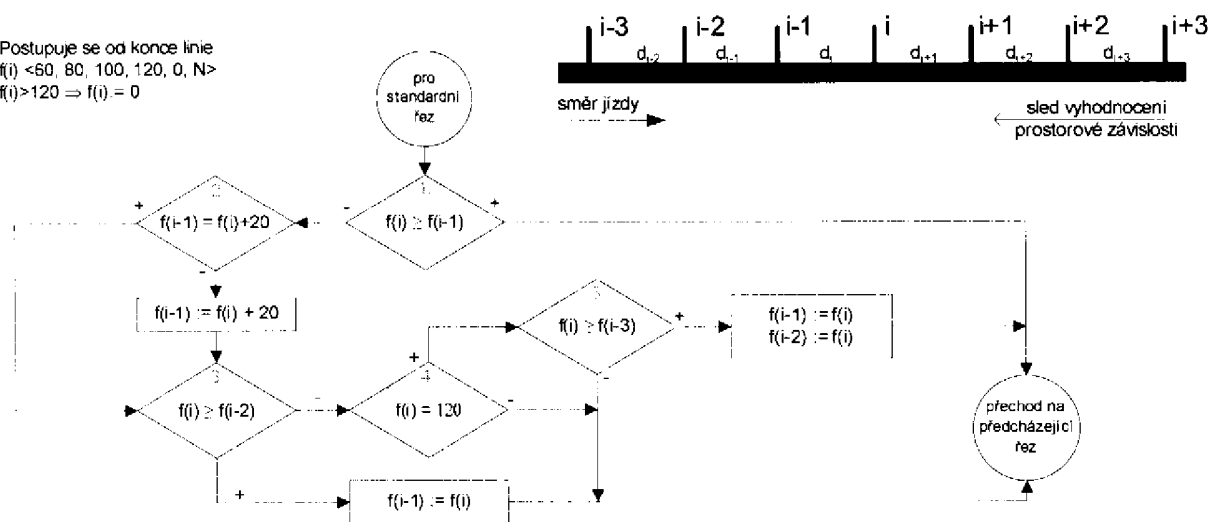
3. rozhodnutí:

Dotaz na požadovanou hodnotu řezu (i-2). Pokud požadovaná rychlost řezu (i) bude vyšší nebo rovna požadované rychlosti řezu (i-2), bude řezu (i-1) přiřazena stejná

4. rozhodnutí:

5. rozhodnutí:

Postupuje se od konce linie
 $f(i) < 60, 80, 100, 120, 0, N >$
 $f(i) > 120 \Rightarrow f(i) = 0$



Třetí řez od začátku linie

U 3. řezu (i), kterému předchází právě dva další řezy, se pro vyhlazování vychází z požadované hodnoty řezu (i) a předcházející řezy se přizpůsobují. Není tedy upravována hodnota rychlosti řezu (i), ale řezů předcházejících (i-1 a i-2). Postup vyhlazování je následující:

1. rozhodnutí:

Dotaz na požadovanou hodnotu předešlého řezu (i-1). Pokud požadovaná rychlost řezu (i) je vyšší nebo rovna předešlému řezu (i-1), algoritmus pro řez (i) končí (rychlost řezu (i) je zachována dle požadavku) a postup vyhlazení začíná opět 1. rozhodnutím v řezu (i-1). Pokud je požadovaná rychlost řezu (i) nižší než požadovaná rychlost řezu (i-1), přechází algoritmus na rozhodnutí 2.

2. rozhodnutí:

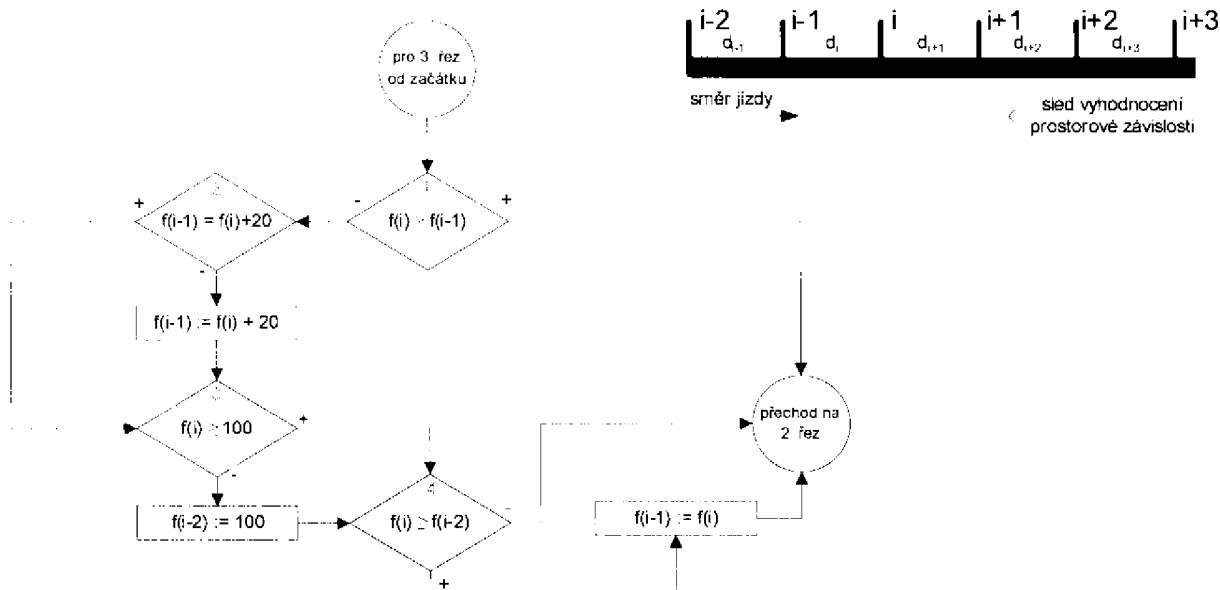
Dotaz na požadovanou hodnotu předešlého řezu (i-1). Pokud požadovaná hodnota rychlosti řezu (i-1) je stejná jako hodnota rychlosti řezu (i) + 20 km/h, přechází algoritmus k rozhodnutí 3. Pokud není rychlost požadovaná řezem (i-1) rovna rychlosti řezu (i) + 20 km/h, bude řezu (i-1) přiřazena hodnota rychlosti požadovaná řezem (i) navýšená o 20 km/h, a algoritmus přechází k rozhodnutí 3.

3. rozhodnutí:

Dotaz na požadovanou hodnotu řezu (i). Pokud požadovaná rychlost řezu (i) bude nižší než 100 km/h, bude řezu (i-2) přiřazena hodnota rychlosti 100 km/h a algoritmus přechází k rozhodnutí 4. Pokud požadovaná hodnota řezu (i) bude vyšší nebo rovna 100 km/h, přechází algoritmus k rozhodnutí 4.

4. rozhodnutí:

Dotaz na požadovanou hodnotu řezu (i-2). Pokud požadovaná rychlost řezu (i) bude vyšší nebo rovna požadované rychlosti řezu (i-2), bude řezu (i-1) přiřazena stejná hodnota rychlosti jako je požadovaná řezem (i) a algoritmus přejde k 1. rozhodnutí na řezu (i-1). Pokud bude požadovaná rychlost na řezu (i) nižší, než na řezu (i-2), přechází algoritmus k 1. rozhodnutí na řezu (i-1).



Obr. 2 Algoritmus prostorového vyhlazení rychlostí pro 3. řez od začátku řídicí linie

Druhý řez od začátku linie

U 2. řezu (i), kterému předchází právě jeden další řez, se bude při vyhlazení postupovat následovně:

1. rozhodnutí:

Dotaz na požadovanou hodnotu řezu (i). Pokud požadovaná rychlost řezu (i) je rovna hodnotě 60 km/h, přechází algoritmus k rozhodnutí 2. Pokud požadovaná rychlost řezu (i) není rovna hodnotě 60 km/h, přechází algoritmus k rozhodnutí 3.

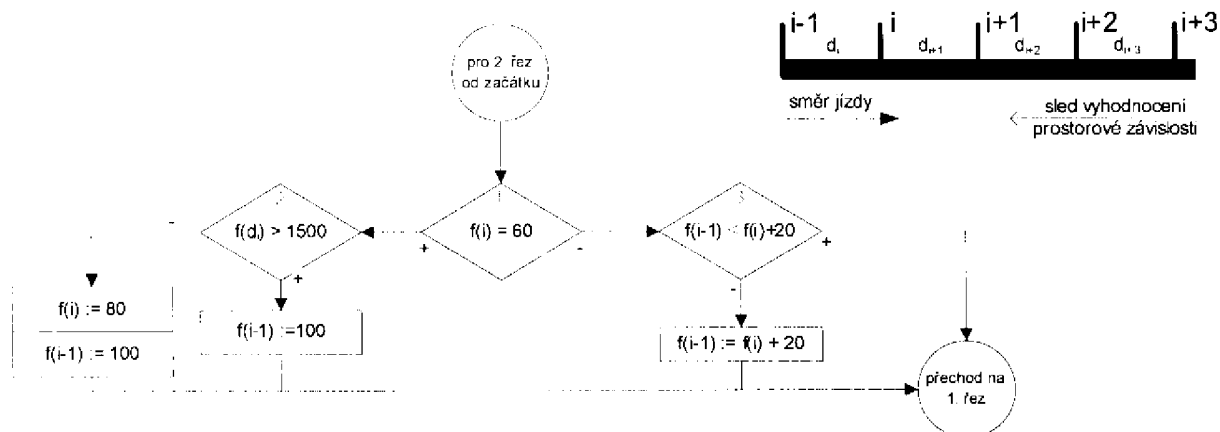
2. rozhodnutí:

Dotaz na vzdálenost mezi řezy. Pokud je mezi řezy (i) a ($i-1$) vzdálenost d_i větší než 1500 m, je řezu ($i-1$) přiřazena hodnota 100 km/h a algoritmus přejde na první rozhodnutí na řezu ($i-1$). Pokud je vzdálenost d_i menší než 1500 m, bude řešenému řezu (i) přiřazena hodnota 80 km/h a řezu ($i-1$) hodnota 100 km/h, přičemž algoritmus přejde na 1. rozhodnutí na řezu ($i-1$).

3. rozhodnutí:

Dotaz na požadovanou hodnotu řezu ($i-1$). Pokud požadovaná rychlost řezu ($i-1$) bude nižší nebo rovna požadované rychlosti řezu (i) + 20 km/h, přejde algoritmus

k prvnímu rozhodnutí na řezu ($i-1$). Pokud požadovaná rychlost řezu ($i-1$) bude vyšší než požadovaná rychlost řezu (i) + 20 km/h, bude řezu ($i-1$) přiřazena hodnota o 20km/h vyšší než bude na řezu (i).



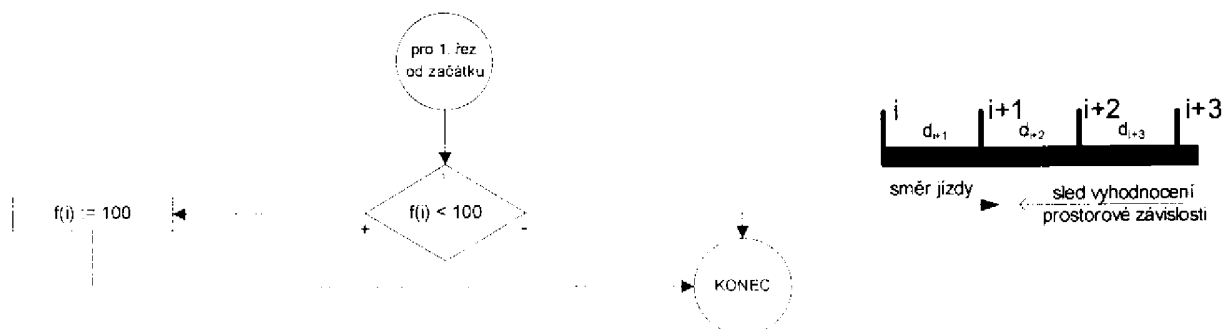
Obr. 3 Algoritmus prostorového vyhlazení rychlostí pro 2. řez od začátku řídicí linie

První řez od začátku linie

U 1. řezu (i), kterému nepředchází žádný další řez, se bude při vyhlazení postupovat následovně:

1. rozhodnutí:

Dotaz na požadovanou hodnotu řezu (i). Pokud požadovaná hodnota rychlosti na řezu (i) je nižší než 100 km/h, bude řezu (i) přiřazena hodnota 100 km/h a vyhlazovací algoritmus je dokončen. Pokud požadovaná hodnota rychlosti na řezu (i) je vyšší nebo rovna 100 km/h, vyhlazovací algoritmus je dokončen.



Obr. 4 Algoritmus prostorového vyhlazení rychlostí pro 1. řez od začátku řídicí linie

Dynamické 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 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 řezy zobrazují požadované rychlosti a na řešeném úseku se nemohou vyskytnout řidiči, kteří by nebyli informováni o snížení povolené rychlosti. V této kapitole je popsán postup zapnutí dílčích částí daného omezení, včetně základních časových závislostí a univerzálního postupu, aby bylo co nejrychleji a bezpečně dosaženo ustáleného stavu s aktivním omezením rychlosti.

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, a analogicky to musí být i v závislostech časových, vždy tak, aby pro řidiče jedoucího po komunikaci nedošlo ke skokovému snížení rychlosti.

Nejběžnější situací je, že v okamžiku počátku omezení (při běžném provozu), se na celém sledovaném úseku vyskytují vozidla, jejichž maximální povolená rychlost je 130 km/h. V okamžiku spuštění sekvence (t_0) bude na všech řezech potřebných pro snížení rychlosti zobrazena rychlost 100 km/h. Po $t_i(100)$ - 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 PDZ B 20a. Primárně bude další snižování rychlosti probíhat co nejrychleji – pokud to situace umožní, bude využito snížení rychlosti o 40 km/h. Tedy po čase $t_i(100)$, kdy k řezu (i) budou přijíždět vozidla s povolenou rychlostí 100 km/h, bude 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 $t_i(100)$ bude na

řezu (i) aktivován symbol B 20a 80 km/h. Po čase $t_i(80)$, čase od aktivace rychlostního omezení 80 km/h na řezu (i-1) po příjezd vozidel s tímto omezením k řezu (i), může být rychlost na řezu (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 řezu (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 řezu budou přijíždět vozidla s omezenou rychlostí na 100 km/h, resp. 80 km/h.

Snižování rychlosti o 40 km/h bude vždy využito 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, může toto být použito na řezu (i-1).

Finální zobrazení omezení rychlosti na řezu (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 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 $t = t_{i-1}(100)$, kdy k řezu (i) s aktivní B 20a 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.

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. Předpokládá se, že tyto vzdálenosti jsou na všech řezech srovnatelné, není tedy potřeba jejich zanesení do výpočtu.

Aktivace nižší rychlosti na řezu (i), než je aktuální rychlost na předešlém řezu (i-1), je možné 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} .

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

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

kde:

$t_i (v_{i-1})$ - čas, za který k řezu i budou přijíždět vozidla s max. povolenou rychlostí dle řezu $i-1$ [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 řezu $(i-1)$ [m/s]

v_{i-2} - rychlost povolená na řezu $(i-2)$ [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.

1. Příklad:

Řezy: $i-2, i-1, i$

$v_0 = 130$ km/h

$d_i = 900$

$d_{i-1} = 1200$

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

$$t_i(100) = \frac{900}{27,7} = 33$$

$$t_{i-1}(100) = \frac{1200}{27,7} = 44$$

$$t_i(80) = \frac{900}{22,2} = 41$$

2. Příklad:

Řezy: $i-2, i-1, i$

$v_0 = 130$ km/h

$d_i = 1200$

$d_{i-1} = 900$

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

$$t_i(100) = \frac{1200}{27,7} = 44$$

$$t_{i-1}(100) = \frac{900}{27,7} = 33$$

$$t_i(80) = \frac{1200}{22,2} = 54$$

3. Příklad:

Řezy: $i-1, i$

$v_0 = 130$ km/h

$d_i = 1600$

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

$$t_i(100) = \frac{1600}{27,7} = 58$$

4. Příklad:

Řezy: $i-2, i-1, i$

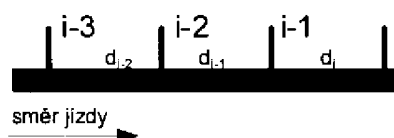
$v_0 = 120$ km/h

$d_i = 900$

$d_{i-1} = 1600$

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

$$t_i(80) = \frac{900}{22,2} = 41$$



Vypočtené hodnoty jsou zaokrouhlené na celé sekundy nahoru.

Interpretace výsledků:

Příklad 1

Ve 33. sekundě je možno aktivovat 80 na řezu (i) . Ve 44. sekundě je možno aktivovat 80 na řezu $(i-1)$, v 85 sekundě je možno aktivovat 60 na řezu (i) .

Příklad 2

Ve 33. sekundě je možno aktivovat 80 na řezu $(i-1)$. Ve 44. sekundě je možno aktivovat 80 na řezu (i) , v 87 sekundě je možno aktivovat 60 na řezu (i) .

Příklad 3

V 58 sekundě je možno aktivovat 60 na řezu (i) .

Příklad 4

Ve 41 sekundě je možné na řezu (i) aktivovat omezení 60 km/h díky užiti snížení o 40 km/h na předešlém řezu (i-1) – ze 120 km/h na 80 km/h.

Popis obrázků:

Obrázky navazují na modelové příklady 1, 2, 3 a 4. Zachycují situaci řezů v těsné blízkosti snížení rychlosti z neomezené na 60 km/h. Fáze 1 vždy zachycuje stav v čase 0, kdy se sepne první omezení rychlosti (v základu 100 km/h na všech potřebných řezech). A dále je zobrazen chronologický postup spínání omezení. Změna řezu je vždy označena symbolem zelené šipky .

Další požadavky na systém

Přenos a zpracování dat

Sběr dat bude probíhat v minutových intervalech. Data ze všech detektorů musí být 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 jeden celek. V návaznosti na vyhodnocení těchto agragovaných 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 zpracovávány po vteřinách.

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

Archivace dat

Veškerá data naměřená systémem i zásahy provedené dispečerem musí být archivovány pro pozdější vyhodnocení. Požadovaná min. doba archivace:

- dat z detektorů - 3 měsíce,
- dat, nebo zásahů dispečera, které vedly ke změně symbolů na LŘD – 12 měsíců.

V archivu dat (vyčtení dat z detektorů, provedení operace) musí být vždy zaznamenán datum, přesný čas, místo (staničení v km) a případně jméno osoby, která změnu provedla.

Výpadky

Výpadek komunikace systému s řídícím centrem v Rudné

Při výpadku komunikace systému LŘD s řídícím centrem v Rudné nebude moci dispečer ovládat nastavení řezů. 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. Toto se netýká řidicích portálů ovládaných ŘS tunelů.

Porucha řidicího řezu

Stav funkčnost symbolů v řezu je permanentně testována gantry serverem v řezu a jakákoliv porucha je přenesena do řidicího centra. V případě detekce chyby gantry serveru je tento automaticky restartován. Při výpadku komunikace gantry serveru řidicího řezu s nadřízenou úrovní (datakoncentrátorem) dojde k lokálnímu vypnutí všech PDZ na tomto řezu.

Výpadek řezu v linii

V případě výpadku (zhasnutí) jednoho řidicího řezu v souvislé linii přebírá jeho funkci řez předcházející. Výjimku z tohoto pravidla tvoří porucha řezu, který by rušil platnost předcházejících omezení (B20b). V tomto případě není přípustné, aby úlohu tohoto řezu převzal předcházející, protože by došlo k ukončení platnosti DZ ještě před koncem samotné události. Je tedy nezbytné, aby při výpadku řezu, kde je ukončena platnost DZ, byla jeho funkce nahrazena řezem následujícím. V případě výpadku několika řezů za sebou je nezbytné, aby se systém choval podle výše popsaných pravidel.

Příklad 1

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

Příklad 2

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

Příklad 3

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

Příklad 4

Stejná událost jako v příkladu 1 a 2, ale k poruše dojde na portálu, který ukončuje platnost DZ. V tomto případě jeho úlohu přebírá řez následující.

Výpadek řezu za na hranici křižovatky

Pokud by došlo k výpadku řezu, který má vazbu na křižovatku (viz specifikace v Tab. 16, Tab. 17, Tab. 18), převezme jeho funkci předcházející řez a rychlost bude snižována podle obecných zásad z nejvyšší rychlosti v daném místě (analogie s výpadkem řezu v linii). Platnost dopravní značky je sice koncem křižovatky zrušena, ale na následném řezu bude pokračováno ve snižování rychlosti nebo ponechána nižší rychlost. Důvodem pro toto opatření jsou relativně krátké vzdálenosti jednotlivých řezů 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 řezů v linii. V případě výskytu události v úseku mezi řezy před křižovatkou a výpadku portálu v křižovatce bude tato událost ukončena stejně jako v jiných případech výpadků na následném řezu. Sice tuto událost ukončuje také křižovatka, ale z důvodu jednoznačnosti a také

jednotnosti opatření bude ukončení uvedené situace provedeno následným řezem (viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**).

Výpadky DZ na jednom řezu

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 (viz výše).

Poruchy dílčích segmentů (řetízků) PDZ se řídí předpisy ŘSD (PPK-PDZ).

Kooperace s jinými systémy

LŘD x ZPI

V současné koncepci poskytování informací prostřednictvím ZPI jsou informace vkládány ručně dispečerem v souladu se schválenými texty. Tyto musí být v souladu se systémem LŘD, a proto bude zpracován projekt, který bude řešit detailně vazbu LŘD na ZPI. Systém LŘD musí poskytnout informace o aktuálních stavech všech řezů LŘD.

Specifikace řezů LŘD na SOKP a D1

Výše popsané řešení platí univerzálně pro všechny řídicí řezy a tímto způsobem je možné ho implementovat. Přesto existují parametry, které jsou specifické pro každý řez a musí být pro plně funkční řízení do systému vloženy. Jedná se o tyto parametry:

- vzdálenost k předcházejícímu řezu d-1,
- vazba na křižovatku:
 - ano,
 - ne,
- počet jízdních pruhů v řezu,
- na začátku linie:
 - první řez od začátku,
 - druhý řez od začátku,
 - třetí řez od začátku,
 - více než třetí řez,
- maximální rychlost pro daný řez
- trvalá aktivace světelné šipky.

V následujících tabulkách jsou všechny portály užité k LŘD v rámci tohoto projektu. Tabulky obsahují staničení portálů, a jejich vzdálenost od předchozího portálu ve směru jízdy, vazbu na křižovatku, popřípadě i vzdálenost od křižovatky pokud se jedná o portál nejbližší této křižovatce a nedá se k ní přiřadit. Položka „V řadě“ určuje, jestli je portál v linii, popřípadě jeho pořadí v řadě, vazba ke křižovatce zvýrazňuje portály, které jsou u křižovatky.

Tab. 16 Portály LŘD na D1 vlevo

[illegible]

Tab. 17 Portály LŘD na SOKP vpravo

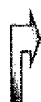
SOKP - vpravo		vzdálenost [m]		počet j.p.	v řadě	vazba ke křižovatce	fixní nastavení			poznámka
stanič ení [km]	Objekt	od předcho zího portálu	od křižova tky				maximáln í rychlost	B 4	S 8d	
-5,550	portál LŘD	-	-270	2	1	ano	130			
-5,280	křižovatka D1	-	-	-			-			
-4,460	portál LŘD	955	-	2	2		130			
-2,801	portál LŘD	1659	-	2	3		130			
-1,010	portál LŘD	1791	-	2			130			
0,050	křižovatka	-	-	-			-			
1,008	portál LŘD	2018	958	2	1	ano	130			
1,850	portál LŘD	842	-	2	2		130			1
2,800	portál LŘD	950	-	2	3		130			
4,265	portál LŘD	1465	-5	2		ano	130			
4,270	křižovatka	-	-	-			-			
5,300	křižovatka	-	-	-			-			
5,470	portál LŘD	1205	170	2		ano	130			1
	TUNEL	-	-	-			80			
9,740	portál LŘD	-	-	2			100			5
10,581	portál LŘD	841	0	3		ano	100			5
	TUNEL LOCHKOV	-	-	-			80			
13,613	portál LŘD	-	-	3			130			1,3
15,100	křižovatka	-	-	-			-			
16,420	křižovatka	-	-	-			-			
16,555	portál LŘD	2942	1455	2	1	ano	130			
18,240	portál LŘD	1685	-	2	2		130			1
19,645	křižovatka OŘECH	-	-	-			-			
19,950	portál LŘD	1675	305	2	3	ano	130			
20,900	křižovatky	-	-	-			-			
21,467	portál LŘD	1517	567	2		ano	130			1,2

Tab. 18 Portály LŘD na SOKP vlevo

SOKP - vlevo		vzdálenost [m]		počet j.p.	v řadě	vazba ke křižovatce	fixní nastavení				poznámka
stanič- ní [km]	Objekt	od předchozího portálu	od křižovatky				maxima lní rychlost	B 4	S 8d		
21,810	portál LŘD	-	-	2	1		130				
20,175	portál LŘD	1635	-85	2	2	ano	130				
20,090	křižovatka	-	-	-			-				
19,000	křižovatka OŘECH	-	-	-			-				
18,730	portál LŘD	1493	270	2	3	ano	130			1	
17,080	portál LŘD	1650	-	2			130			1	
15,745	portál LŘD	1335	-105	2		ano	130				
15,640	křižovatka	-	-	-			-				
14,524	portál LŘD	1221	-184	2		ano	130			1	
14,340	křižovatka	-	-	-			130				
	TUNEL LOCHKOV	-	-	-			80				
11,622	portál LŘD	-	-	2			100			5	
9,925	portál LŘD	1697	-	3			100			5	
	TUNEL	-	-	-			80				
6,845	portál LŘD	-	-	3			130		ano	1,3,4	
5,805	portál LŘD	1040	-	2			130				
4,400	křižovatka PÍSNICE	-	-	-			-				
4,385	portál LŘD	1420	15	2		ano	130				
2,817	křižovatka VESTEC	-	-	-			-				
2,813	portál LŘD	1572	4	2		ano	130			1	
1,700	portál LŘD	1113	-	2			130			1	
0,495	portál LŘD	1205	-	2			130				
-1,080	křižovatka	-	-	-			-				
-1,200	portál LŘD	1695	120	2		ano	130				
-2,799	portál LŘD	1599	-	2			130			1	
-4,200	portál LŘD	1401	-	2			130				
-5,405	portál LŘD	1205	-	2			130			2	

Vysvětlení poznámek z Tab. 16, Tab. 17 a Tab. 18:

Definuje návaznost portálu na křižovatku. Portál LŘD před hranicí křižovatky. Portál se vyskytuje v místě, kde je také připojovací pruh. Dle výkladu zákona o provozu na pozemních komunikacích se portál nalézá před hranicí křižovatky a je možné se domnívat, že nebude možný dohled dodržování rychlosti z důvodu zrušení platnosti DZ hranicí křižovatky.



Definuje návaznost portálu na křižovatku. Portál je za hranicí křižovatky. Aby nedošlo k ukončení platnosti symbolů dopravních značek poskytnutých řídicím řezem na následné křižovatce, je nezbytné, aby byly zopakovány na hranici další křižovatky. V případě, že je tento řez ve větší vzdálenosti za hranicí křižovatky (více než cca 300 m) lze plynulou návaznost platnosti DZ zpochybnit. Ideálně by měla být rychlost snižována opět z výchozí rychlosti úseku (obvykle 130 km/h). Řidiči, kteří tuto křižovatku použijí pro příjezd na řízený úsek komunikace, totiž budou mít informaci o snížení rychlosti až na první portálu za křižovatkou portálu. Po konzultacích se zástupci zadavatele ale na uvedené nebude brán zřetel a celá linie je považována za nepřerušenu.

pozn

.

- 1 Při výpadku předchozího řezu se tento řez stává prvním řezem v linii.
- 2 Poslední řez v linii. V případě aktivace jakéhokoliv regulačního opatření (zákaz vjezdu nákladních vozidel do levého jízdního pruhu, snížení rychlost) v předcházejících řezech, musí svítit konec všech zákazů.
- 3 Pokud není uplatňováno LŘD (snížování rychlosti) vždy je aktivní konec všech zákazů – ukončení platnosti omezení z tunelů.
- 4 Řídicí řez je před koncem levého pruhu - vždy aktivní světelná šipka vlevo na pozici C1 – jedná se o výjimku ze stavů definovaných v dopravním řádu.
- 5 Vždy aktivní 100 km/h, pokud není LŘD požadovaná nižší rychlost.
- 6 Portály nebudou funkční v září/říjnu 2010

Podmínky pro jednotlivé portály

Tato kapitola navazuje na předešlé tabulky a specifikuje podmínky pro jednotlivé portály LŘD. Dále upřesňuje možnosti zobrazení značek ve vazbě na konkrétní pozice v linii řízení dopravy a definuje vztah LŘD vůči ŘS tunelů na SOKP.

Obecný portál LŘD

Všechny portály (mimo portálu na km 21,990) jsou stejné, dvou nebo třípruhové, provedené dle typového výkresu: Telematika na D a R, Výkres opakovaných řešení, Typy portálů pro liniové řízení. Mohou zobrazovat všechny zákazové a varovné značky, dodatkové tabulky a směrové šipky. Vybrané portály podléhají omezení plynoucím z jejich umístění v rámci linie řezů.

První, druhý a třetí portál v pořadí

Dle tabulek na stranách 39 až 41 jsou portály označeny jako první, druhý a třetí v řadě. Portály označené jako PRVNÍ, mohou během běžného provozu liniového řízení zobrazovat nejnižší rychlost 100 km/h, a to i v případě že dle detekce mají požadavek na rychlost nižší. Portály označené jako DRUHÉ v řadě, mohou během běžného provozu liniového řízení zobrazovat nejnižší rychlost 80 km/h, a to i v případě že dle detekce mají požadavek na rychlost nižší. V případě, že druhý řez je od prvního dále než 1500 m, může tento druhý řez zobrazovat i rychlost 60 km/h. Portály označené jako TŘETÍ mohou vždy snížit rychlost až na 60 km/h, ale při uvedeném snižování rychlosti nebude nastavována rychlost 120 km/h na prvním řezu.

Pro každý tento specificky označený řez bude použit rozdílný algoritmus pro sladění s ostatními řezy (viz kapitola 0).

Vazba LŘD na tunely Lochkov a Cholutice

V tunelech na SOKP 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 portálů patřících k tunelu, musí být postupné zpomalení v koordinaci s portály LŘD. Výčet portálů umožňujících zpomalení k tunelu je zřejmý z níže uvedené tabulky.

Tab. 19 Řídící řezy ovládané ŘS tunelů

Staničení vpravo [km]	Staničení vlevo [km]
1,850	15,745
2,800	14,524
5,470	11,622
9,740	9,925
10,581	

Vyšší prioritu v nastavování symbolů na LŘD na vyjmenovaných portálech má ŘS tunelu. Pokud však bude požadavek na nižší rychlosti od systému LŘD, bude požadavek uplatněn.

Z pohledu LŘD bude nezbytná výměna informací mezi LŘD a ŘS tunelu. Může nastat situace, kdy je pomocí LŘD před tunelem snížena rychlost až na 60 km/h. DZ 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 DZ zobrazujících rychlost před vjezdu do tunelu. Na těchto PDZ musí být rychlosti sladěny k rychlostem, jakými právě vozidla mohou k tunelu přijíždět. Staničení PDZ, jejichž řízení by se mělo přizpůsobovat LŘD jsou uvedena v Tab. 20.

**Tab. 20 Staničení PDZ před tunelem pro
případné sladění rychlostí s LŘD**

Staničení vpravo [km]	Staničení vlevo [km]
6,270	14,010
6,446	13,815
10,581	9,642
10,778	9,436

Ukončení zákazových DZ na úseku mezi tunely

Jak vyplývá z výše uvedených tabulek, na úseku mezi tunely Cholupice a Lochkov bude rychlost omezena na 100 km/h. Toto opatření je motivováno tím, že úsek se 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 MÚK, zejména před malým tunelem. Aby nedocházelo k rozporům mezi stálým DZ a LŘD bude toto opatření uplatňováno pouze symboly B 20a na LŘD. V případě požadavku na nižší rychlost v důsledku jiných nepříznivých vlivů a jejich pominutí v tomto úseku, nebude tato událost ukončena DZ B 26a, ale pouze zobrazením výchozí rychlosti, tj. 100 km/h.

Atypický portál LŘD

První řez v linii D1, který se nalézá na km 21,990 směr Praha, je oproti všem ostatním řezům atypický. PDZ s DZ B 20a se nenacházejí na stojinách portálu, ale jsou umístěny nad každým jízdním pruhem. Portál neobsahuje zákazové značky B 4 a B 26, ani světelnou šipku, protože na pozicích těchto PDZ jsou umístěny PDZ s B 20a. Varovné značky jsou jako u ostatních portálů umístěny vždy na ose mezi dvěma jízdními pruhy, doplněny blikáči S 7.

Poskytování informací z meteohlásek

Dopravní opatření, která jsou vyvolána nepříznivými klimatickými vlivy, vychází z výše popsaných algoritmů. Pro jejich aplikaci je nezbytné vyjít z rozmístěných meteohlásek, poskytujících požadované informace o počasí na předmětné trase:

Tab. 21 Rozmístění meteohlásek

komunikace	staničení	směr	funkce			připojeno on-line
			množství srážek	stav vozovky	dohlednost	
R1 (stavba 512)	-4,740	vlevo	ano	ano	ano	SSÚD Rudná
	0,375	vlevo	ano	ano	ano	SSÚD Rudná
R1 (stavba 513)	3,771	vpravo	ano	ano	ano	SSÚD Rudná
	7,072	vlevo	ano	ano	ano	SSÚD Rudná
R1 (stavba 514)	10,340	vpravo	ano	ano	ano	SSÚD Rudná
	11,791	vlevo	ano	ano	ano	SSÚD Rudná
R1 (stavba 515)	15,830	vpravo	ano	ano	ano	SSÚD Rudná
R1 (stavba 516)	23,6	vpravo	ano	ano	ne	SSÚD Rudná
D5	0,350	vpravo	ano	ano	ano	SSÚD Rudná
D1	8,8	-	ano	ano	ne	SSÚD Mirošovice
	15,425	vlevo	ano	ano	ne	SSÚD Mirošovice
	16,570	vpravo	ano	ano	ano	SSÚD Mirošovice
	27,8	-	ano	ano	ne	SSÚD Mirošovice

Jak je z Tab. 21 patrné, všechny meteohlásky na SOKP i D1 disponují funkcí detekce množství srážek i stav vozovky. Funkcí měření dohlednosti jsou vybaveny všechny meteostanice na SOKP stavby 512 – 515 a pouze jedna meteohláska na předmětném úseku D1. Pro poskytování informací z meteohlásek bude dále využita meteostanice umístěna na začátku dálnice D5, která je v blízkosti posledních řídicích řezů na SOKP a disponuje všemi funkcemi.

Dopravní opatření na základě informací z meteohlásek jsou realizovány na přiřazených řezech LŘD. Vzhledem k tomu, že meteohlásky nejsou na předmětných komunikacích rozmístěny v pravidelných odstupech, tak nelze vazby LŘD - meteo popsat obecně. Každé meteohlásce jsou přiřazeny řezy LŘD v blízkém okolí (cca 3 km).

V případě, že v blízkosti některého řezu LŘD není k dispozici žádná meteohláska, pak se vychází z informací poskytnutých vzdálenými meteohláskami z obou směrů. Pro realizaci tohoto opatření musí být z obou těchto hlásek k dispozici stejný typ

informace. Pakliže jsou hlášeny z obou stran řezu informace o překročení hraničních hodnot, tak je realizováno výše popsané opatření. Jeho rozsah je dán horší hodnotou (větší množství srážek, nižší dohledností, horším varováním o námraze).

Tab. 22 Vazba LŘD na meteohlásky - D1 vlevo

staničení LŘD [km]	staničení přiřazené meteohlásky [km]	
	meteohlásky I	meteohlásky II ²
21,990	27,8	16,570
21,405	27,8	16,570
20,497	27,8	16,570
19,795	27,8	16,570
18,110	16,570	-
16,900	16,570	-
15,425	15,425	-
13,900	15,425	-
12,450	15,425	8,8
11,450	15,425	8,8
10,200	8,8	-

Na D1 je situace specifická umístěním dvou meteohlásek v odstupu cca 1 km. Vyjma řídicích řezů v jejich blízkosti budou všechny ostatní čerpat data ze dvou meteohlásek. Navíc pouze meteo na km 16,570 disponuje funkcí měření dohlednosti. Požadavek reagující na stupeň viditelnosti pak bude vycházet z tohoto zdroje pro všechny řezy na D1.

² Pokud je v tomto sloupci uvedeno staničení meteohlásky musí být pro daný řez LŘD k dispozici data potvrzena z meteohlásky I i meteohlásky II. Viz popis výše v textu.

Tab. 23 Vazba LŘD na meteohlásky - SOKP vpravo

staničení LŘD [km]	staničení přiřazené meteohlásky [km]	
	meteohlásky I	meteohlásky II ²
-5,415	-4,740	-
-4,460	-4,740	-
-2,803	0,375	-
-1,010	0,375	-
1,008	0,375	-
1,850	3,771	-
2,800	3,771	-
4,265	3,771	-
5,470	7,072	-
9,740	10,340	-
10,581	10,340	-
13,613	15,830	-
16,555	15,830	-
18,240	15,830	0,350 (D5)
19,950	15,830	0,350 (D5)
21,470	0,350 (D5)	-

Tab. 24 Vazba LŘD na meteohlásky - SOKP vlevo

staničení LŘD [km]	staničení přiřazené meteohlásky [km]	
	meteohlásky I	meteohlásky II ²
21,810	0,350 (D5)	-
20,175	0,350 (D5)	15,830
18,730	15,830	-
17,080	15,830	-
15,745	15,830	-
14,524	15,830	-
11,622	11,791	-
9,925	10,340	-
6,845	7,072	-
5,805	7,072	-
4,385	3,771	-
2,813	3,771	-
1,700	0,375	-
0,495	0,375	-
-1,200	0,375	-
-2,800	-4,740	-
-4,200	-4,740	-
-5,415	-4,740	-

POUŽITÉ ZKRATKY

DIO Dopravně inženýrské opatření

DZ Dopravní značka

IZS Integrovaného záchranného systému

j.p. Jízdní pruh

JV Jednotkové vozidlo

LŘD Liniové řízení dopravy

NDIC Národní informační dopravní centrum

PDZ Proměnné dopravní značení

ŘS Řídicí systém

ŘSD Ředitelství silnic a dálnic ČR

SOKP Silniční okruh kolem Prahy

XML (Extensible Markup Language) rozšiřitelný značkovací jazyk

ZPI Zařízení pro provozní informace

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Postup liniového řízení dopravy, vyznačující se tím, že liniové řízení dopravy je založeno na modulárním principu, kdy modulární rámec liniového řízení dopravy popisuje získávání dat, režim řízení při různých situacích a následné postupy při aktivaci dopravního značení, přičemž informace – dopravní data o dopravním proudu jsou získávány z detekčního řezu a informace pro řízení jsou průběžně zobrazovány na řídicím řezu - portálu LŘD, přičemž celý postup řízení je následující :

1. krok – příprava dat

2. krok - vyhlazování dat a prognóza trendu,

přičemž níže popsané algoritmy se použijí pro všechny měřené parametry dopravních dat a využívají prognostikovaných hodnot, k čemuž je použit algoritmus pro vyhlazování s posuvnou střední hodnotou a s předpokládaným trendem, přičemž hodnota W představuje vyhlazovanou naměřenou hodnotu, kterou je:

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

přičemž pro predikci hodnot se využívají následující rovnice:

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

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

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

3. krok – volba režimu liniového řízení dopravy a priorizování

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

automatický režim pracuje plně autonomně bez nutnosti zásahu dispečera do řízení a 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 a po detekování a agregaci dat následuje vyhodnocení algoritmů a modul priorizování, přičemž automatický režim s potvrzením samostatně vyhodnocuje dopravní a meteorologická data a navrhuje opatření dispečerovi, který musí toto opatření potvrdit, přičemž informace jsou čerpány jak z jednotlivých detekčních řezů, tak z meteohlásek a na základě níže popsaných algoritmů jsou individuálně aplikovány na konkrétní oblasti může dispečer podle dalších informací - meteorologické informace, vizuální pohled na kamery a vlastních zkušeností rozsah dotčené oblasti rozšířit, nebo omezit a v tomto režimu je možné zobrazovat varovné dopravní značky, které mají souvislost s povětrnostními podmínkami a v návaznosti na povětrnostní podmínky může v tomto režimu docházet k dalšímu omezení dopravního proudu a daný režim bude také obsahovat varování před kolonou a před vozidlem jedoucím v protisměru.

2. Postup liniového řízení dopravy, vyznačující se tím, že v poloautomatickém režimu nejsou použita data či informace samostatně, ale zadává je dispečer, který vloží definovaný dopravní stav přímo do konkrétního řezu nebo jejich skupiny, a systém pak samostatně upraví návaznosti okolních řezů, popř. priority zobrazovaných stavů, přičemž po prvním potvrzení algoritmů dispečerem následuje modul priorizování a v dalším kroku je zobrazeno okno pro definitivní potvrzení nových opatření, jak jím zvolených, tak i všech návazných, přičemž dispečer má přesný přehled o jím potvrzovaných změnách a může tak převzít plnou odpovědnost za realizované opatření, přičemž v tomto režimu mohou být zadány všechny dopravní stavy uvedené v dopravním řádu a to včetně omezení v jízdních pruzích.
3. Postup liniového řízení dopravy, vyznačující se tím, že v manuálním režimu je možné zadat jakýkoliv symbol na řídícím řezu a to včetně nepopsaných stavů definovaných dopravním řádem, přičemž symbol

nastavený v tomto režimu bude, uzamčen pro přepsání jiným symbolem s vyšší prioritou a zůstane tedy neměnný do doby, než dispečer symbol odstraní, přičemž systém se vždy snaží přizpůsobit ostatní řezy tak, aby byly dodrženy všechny definované zásady a v případě, že toto nebude možné bude na tuto skutečnost dispečer upozorněn a je tedy možné zadat libovolný symbol DZ při zachování zásad pro jednotlivé řezy, přičemž symboly zadane v tomto režimu řízení jsou nadřazeny všem symbolům zadávaným v jiných režimech.

4.

Postup liniového řízení dopravy, vyznačující se tím, že při režimu harmonizace dopravy dochází za pomoci značek k omezení maximální povolené rychlosti, přičemž rozhodnutí o tom, jaká je vhodná maximální povolená rychlost, se děje na základě měřených charakteristik dopravního proudu v detekčním řezu a harmonizace dopravy je prováděna primárně podle dopravní intenzity a pokud by hrozily kongesce, je rychlost pro tuto intenzitu omezena již na prvním profilu s danou intenzitou a v případě vzdouvajícího se čela kolony bude tento jev zachycen a snížení rychlosti se bude posouvat spolu s čelem této kolony, přičemž nadále bude zajištěno bezpečné dojetí ke koloně a následná jízda v koloně při snížené rychlosti, přičemž k harmonizaci dopravy dochází na základě hodnot intenzity dopravy v daném směru vyjádřených jako ekvivalent osobních automobilů, tzv. jednotkových vozidel, Q_{jv} , přičemž požadavek je určen jmenovitou intenzitou vozidel Q_{jv} a poměrem nákladních automobilů A_{NA} a 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

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

přičemž jednotlivé mezní hodnoty musí být konfigurovatelné/parametrizovatelné zvlášť pro každý úsek.

5.

Postup liniového řízení dopravy, vyznačující se tím, že pro stanovení nutnosti zobrazení varování před kolonami, existují 3 kritéria, přičemž k zapnutí varování stačí splnění libovolného z těchto kritérií:

první kritérium: detekce kolon na bázi obsazenosti:

k detekci dojde ve chvíli, kdy je obsazenost libovolného jízdního pruhu větší než předdefinovaná mezní zapínací hodnota, $b(i, j) > b_{\text{kongesce}}^{\text{ZAP}}$ a teprve pokud je obsazenost všech jízdních pruhů daného měřeného řezu menší než předdefinovaná mezní vypínací hodnota $b_{\text{kongesce}}^{\text{VYP}}$, může dojít k odstranění varování, přičemž jednotlivé mezní hodnoty musí být konfigurovatelné /parametrizovatelné zvlášť pro každý úsek a následující hodnoty uvádějí doporučené implicitní hodnoty časové obsazenosti smyček:

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

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

druhé kritérium: detekce kolon na bázi rychlosti, přičemž na daném úseku bude rozpoznána kongesce, pokud se na něm vozidla budou pohybovat malou rychlostí a pokud budou splněny dvě dodatečné podmínky:

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

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

podmínky:

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

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

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

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

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

a k rozpoznání konce kongesce dojde v případě, že:

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

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

jednotlivé mezní hodnoty musí být konfigurovatelné /parametrizovatelné zvlášť pro každý úsek

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:

$$V_{k_{\text{rozdíl}}} = \sqrt{\left(\frac{V_{\text{volný}} - \tilde{V}(i)}{V_{\text{volný}}}\right)^2 + \left(\frac{L\tilde{H}(i)}{LH_{\text{max}}}\right)} - \sqrt{\left(\frac{V_{\text{volný}} - \tilde{V}(i+1)}{V_{\text{volný}}}\right)^2 + \left(\frac{L\tilde{H}(i+1)}{LH_{\text{max}}}\right)}$$

kde

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

LH_{max} hustota vozidel při maximální intenzitě,

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

a na daném úseku bude rozpoznána kongesce, pokud platí následující podmínky:

$$V_{k_{\text{rozdíl}}} \geq V_{k_{\text{mez}}}^{\text{ZAP}} \text{ a zároveň } Q \geq Q_{\text{rozdíl}}^{\text{ZAP}}$$

příčemž pro zrušení detekované kongesce musí být splněno, že:

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

a u standardního řezu (i), kterému předchází minimálně další tři řezy, se pro vyhlazování vychází z požadované hodnoty řezu (i) a předcházející řezy se přizpůsobují. Není tedy upravována hodnota rychlosti řezu (i), ale řezů předcházejících (i-1, i-2,...). Postup vyhlazování je následující:

1. rozhodnutí:

dotaz na požadovanou hodnotu předešlého řezu (i-1). Pokud požadovaná rychlost řezu (i) je vyšší, nebo rovna předešlému řezu (i-1), algoritmus pro řez (i) končí (rychlost řezu (i) je zachována dle požadavku) a postup vyhlazení začíná opět 1. rozhodnutím v řezu (i-1). Pokud je požadovaná rychlost řezu (i) nižší než požadovaná rychlost řezu (i-1), přechází algoritmus na rozhodnutí 2.

2. rozhodnutí:

dotaz na požadovanou hodnotu předešlého řezu (i-1). Pokud požadovaná

hodnota rychlosti řezu ($i-1$) je stejná jako hodnota rychlosti řezu (i) + 20 km/h, přechází algoritmus k rozhodnutí 3. Pokud není rychlost požadovaná řezem ($i-1$) rovna rychlosti řezu (i) + 20 km/h, bude řezu ($i-1$) přiřazena hodnota rychlosti požadovaná řezem (i) navýšená o 20 km/h, a algoritmus přechází k rozhodnutí 3.

3. rozhodnutí:

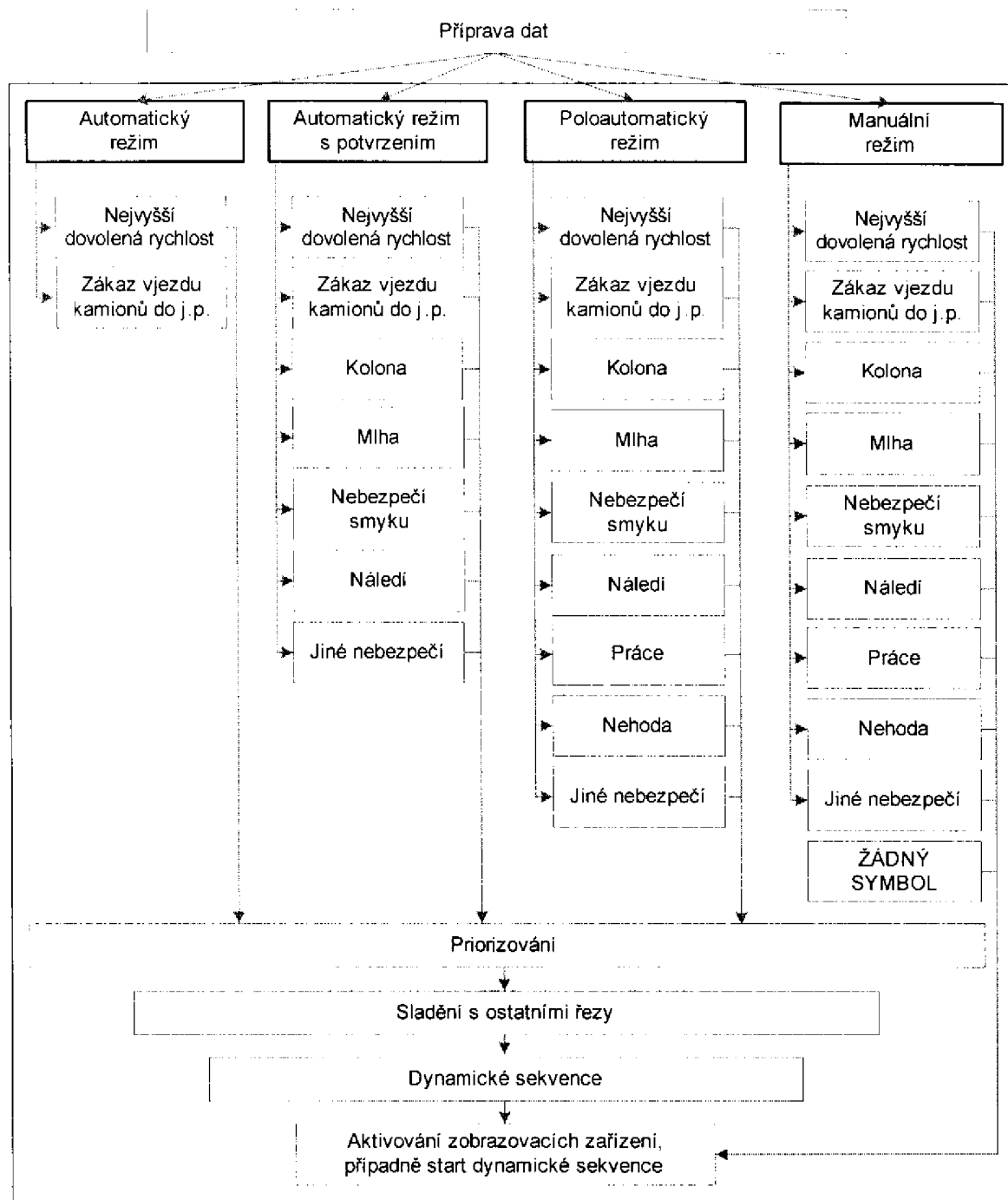
dotaz na požadovanou hodnotu řezu ($i-2$). Pokud požadovaná rychlost řezu (i) bude vyšší nebo rovna požadované rychlosti řezu ($i-2$), bude řezu ($i-1$) přiřazena stejná hodnota rychlosti jako je požadovaná na řezu (i) a algoritmus končí a začíná na dalším řezu, ($i-1$). Pokud bude požadovaná rychlost na řezu (i) nižší než na řezu ($i-2$) přechází algoritmus ke 4. rozhodnutí.

4. rozhodnutí:

pokud se požadovaná hodnota řezu (i) rovná 120 km/h, přechází algoritmus na 5. Rozhodnutí a pokud se požadovaná rychlost na řezu (i) nerovná hodnotě 120 km/h, algoritmus končí a opět začíná 1. rozhodnutím na řezu ($i-1$).

5. rozhodnutí:

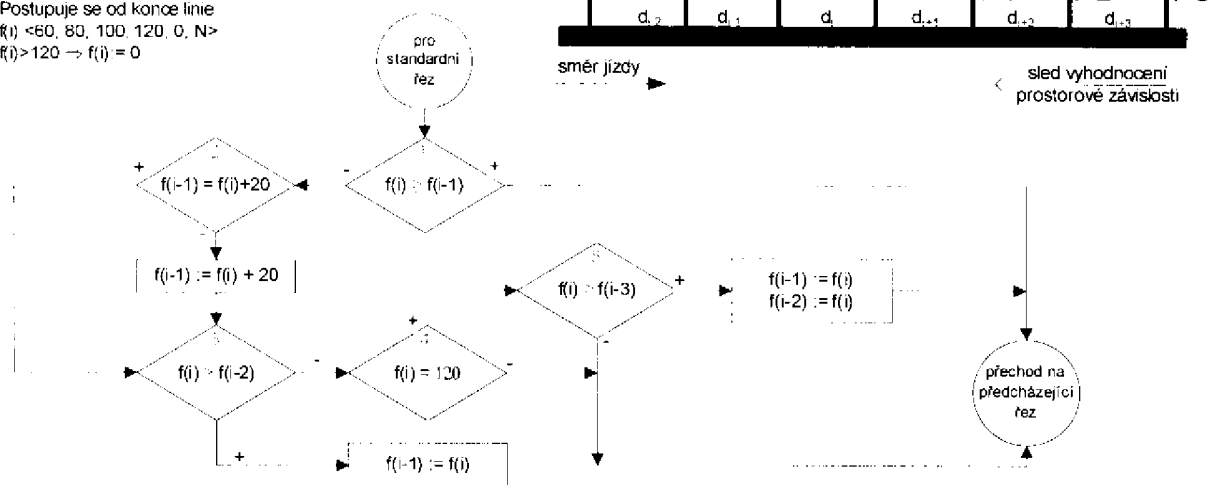
dotaz na požadovanou hodnotu řezu ($i-3$). Pokud je požadovaná rychlost řezu (i) vyšší nebo rovna rychlosti řezu ($i-3$), bude řezům ($i-1$) a ($i-2$) přiřazena hodnota řezu (i) a algoritmus se přesouvá k rozhodnutí 1 na řezu ($i-1$). Pokud je požadovaná hodnota rychlosti řezu (i) nižší než hodnota na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



Obr. 1

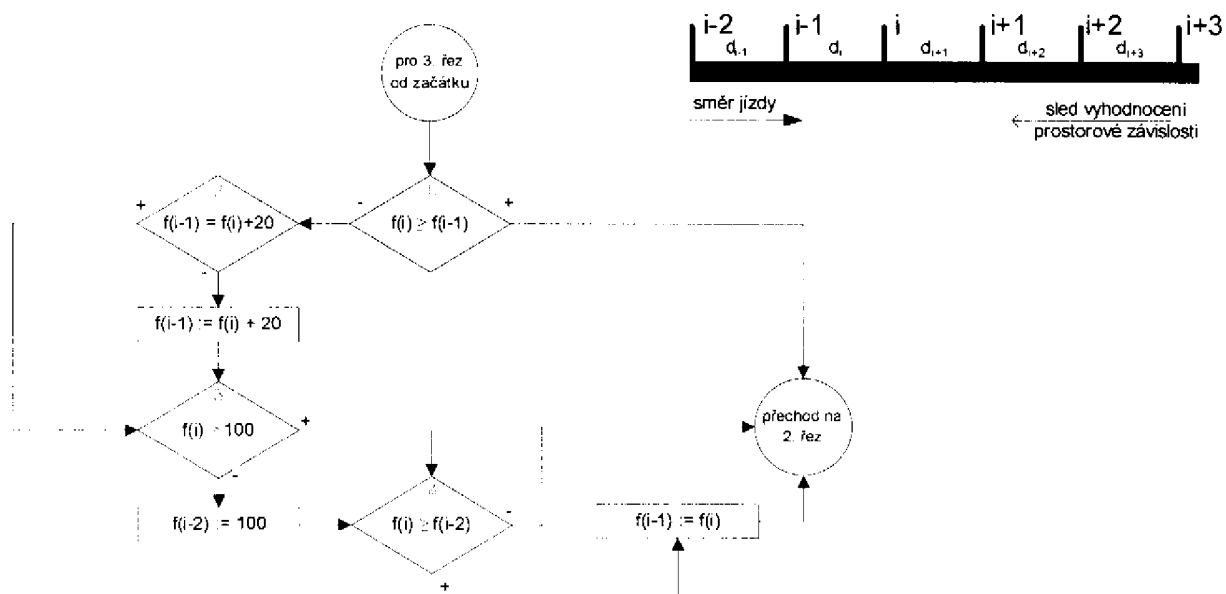
Základní rámec systém liniového řízení dopravy

Postupuje se od konce linie
 $f(i) < 60, 80, 100, 120, 0, N >$
 $f(i) > 120 \rightarrow f(i) = 0$



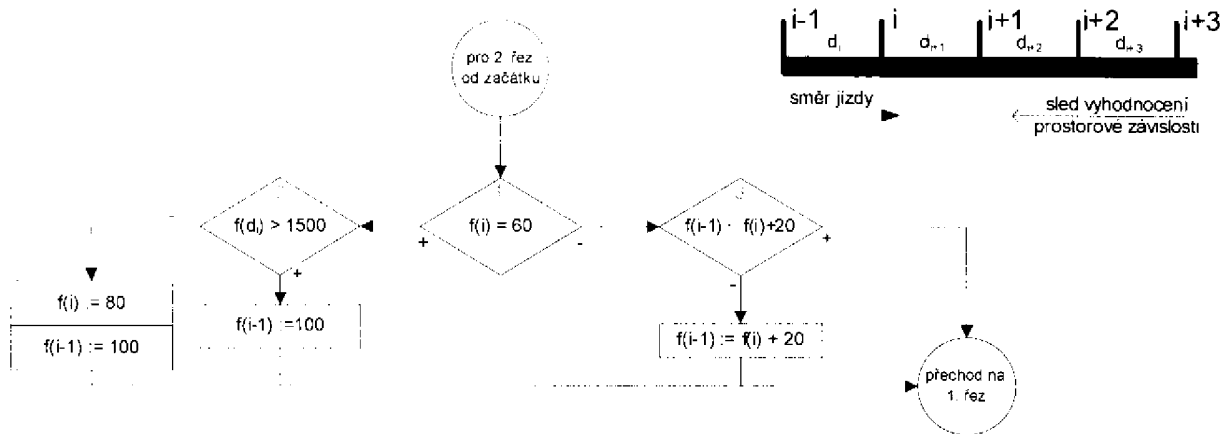
Obr. 2

Algoritmus prostorového vyhlazení rychlosti pro řez, kterému předchází nejméně 3 řezy



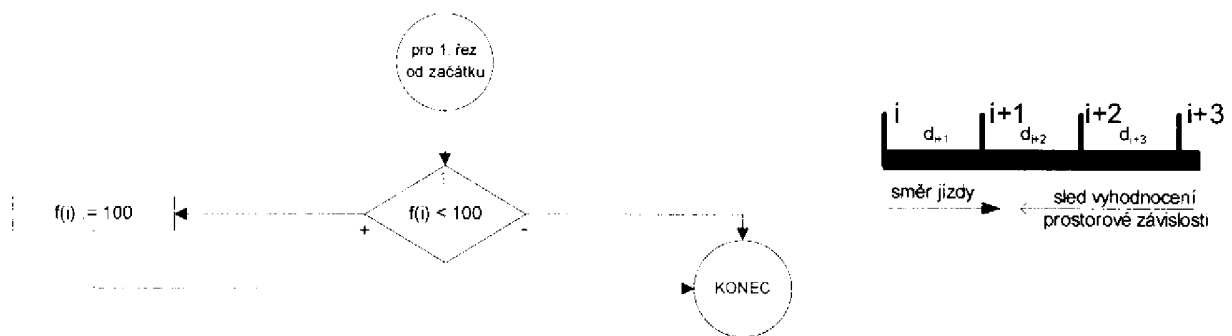
Obr. 3

Algoritmus prostorového vyhlazení rychlosti pro 3. řez od začátku řídicí linie



Obr. 4

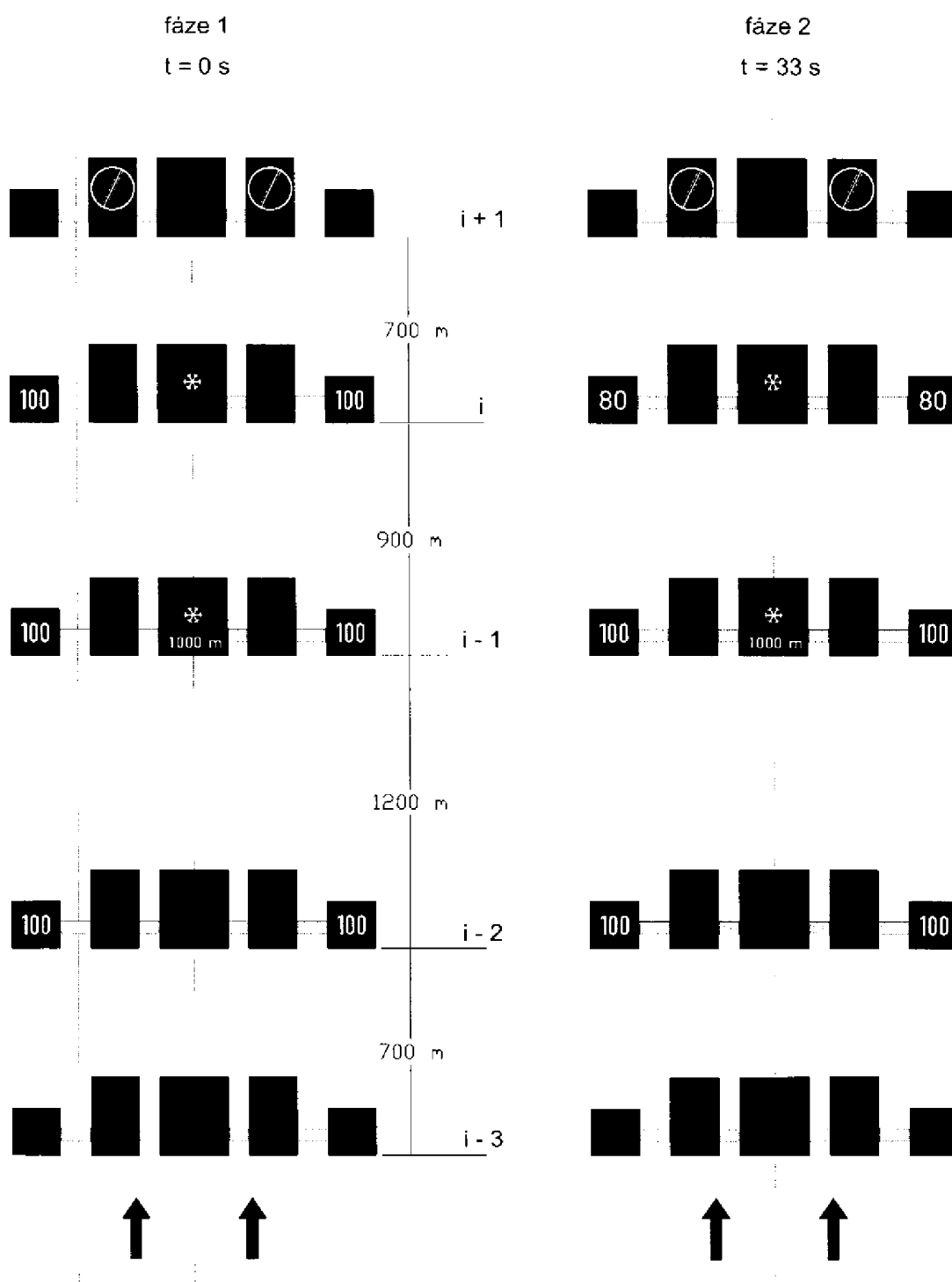
Algoritmus prostorového vyhlazení rychlostí pro 2. řez od začátku řídicí linie



Obr. 5

Algoritmus prostorového vyhlazení rychlostí pro 1. řez od začátku řídicí linie

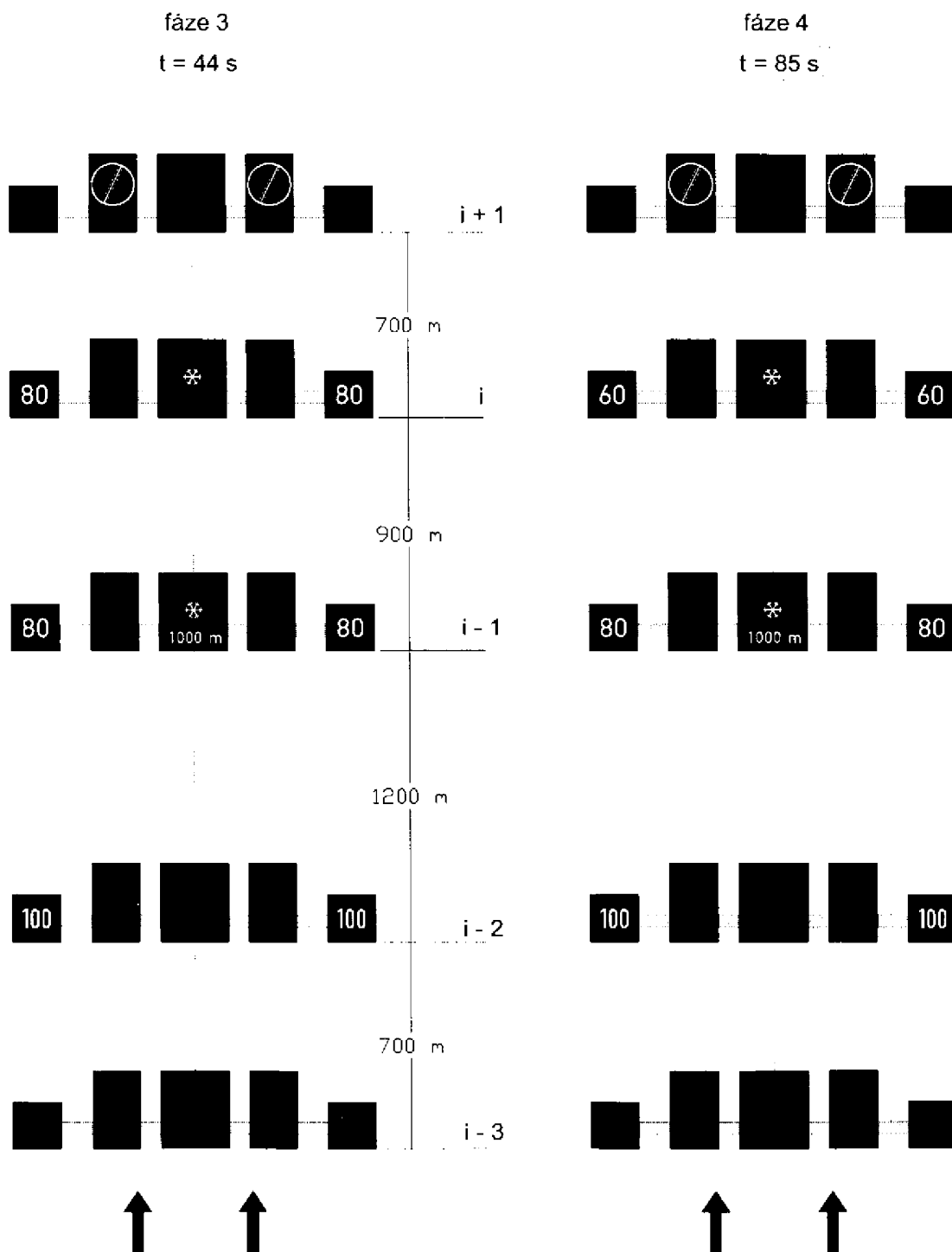
Příklad 1



Obr. 6

Dynamická sekvence snižování rychlosti Příklad 1, fáze 1 a fáze 2

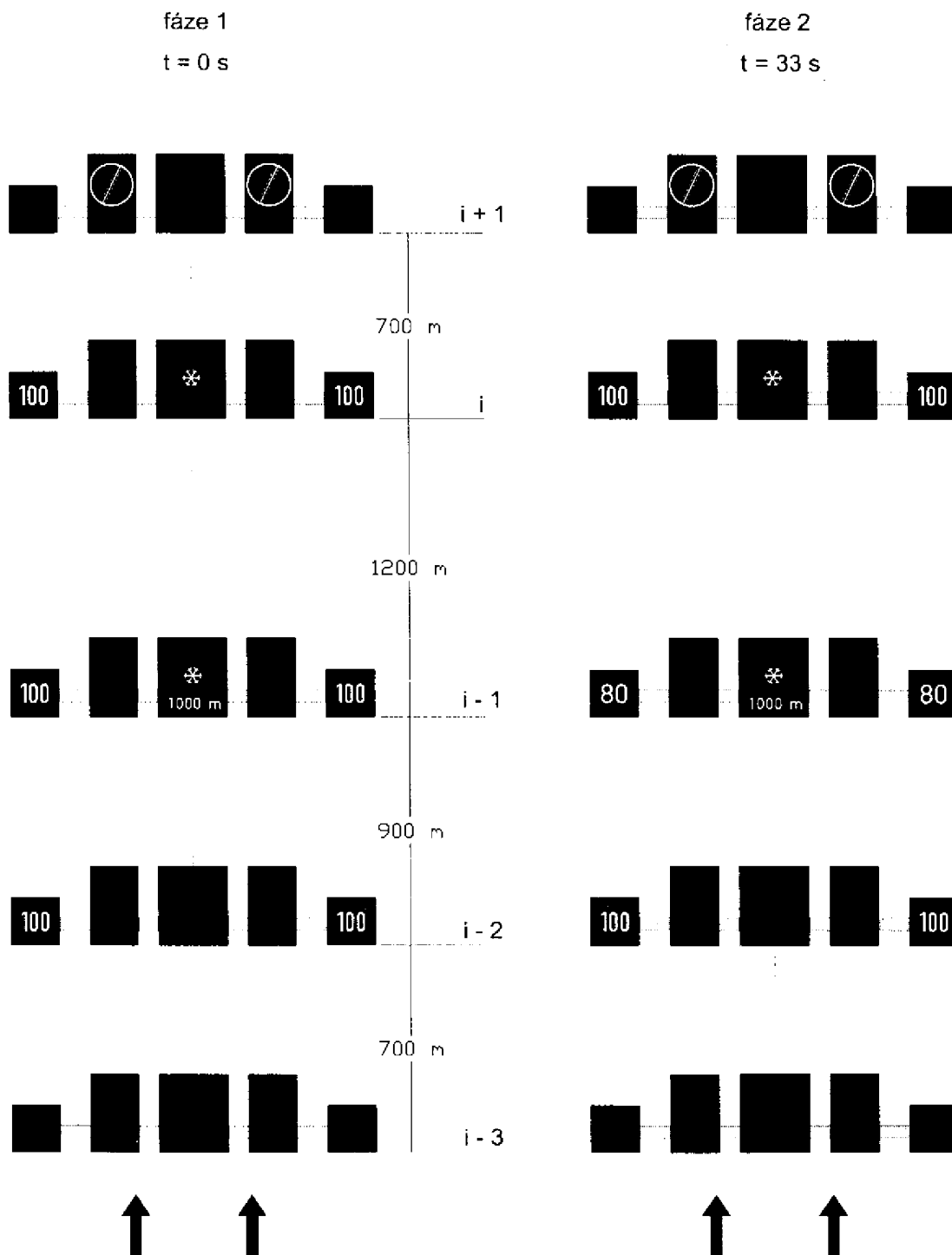
Příklad 1



Obr. 7

Dynamická sekvence snižování rychlosti Příklad 1, fáze 3 a fáze 4

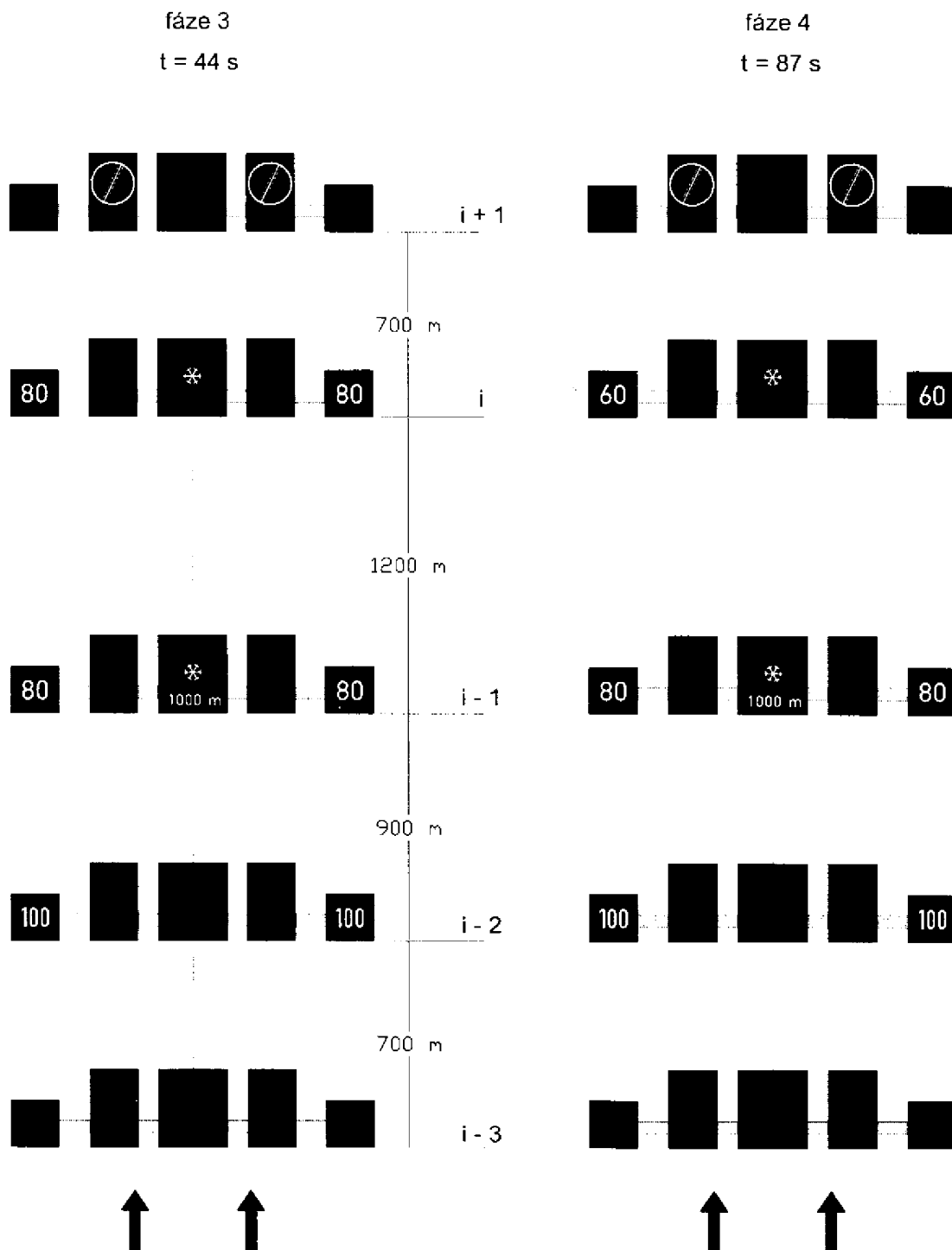
Příklad 2



Obr. 8

Dynamická sekvence snižování rychlosti Příklad 2, fáze 1 a fáze 2

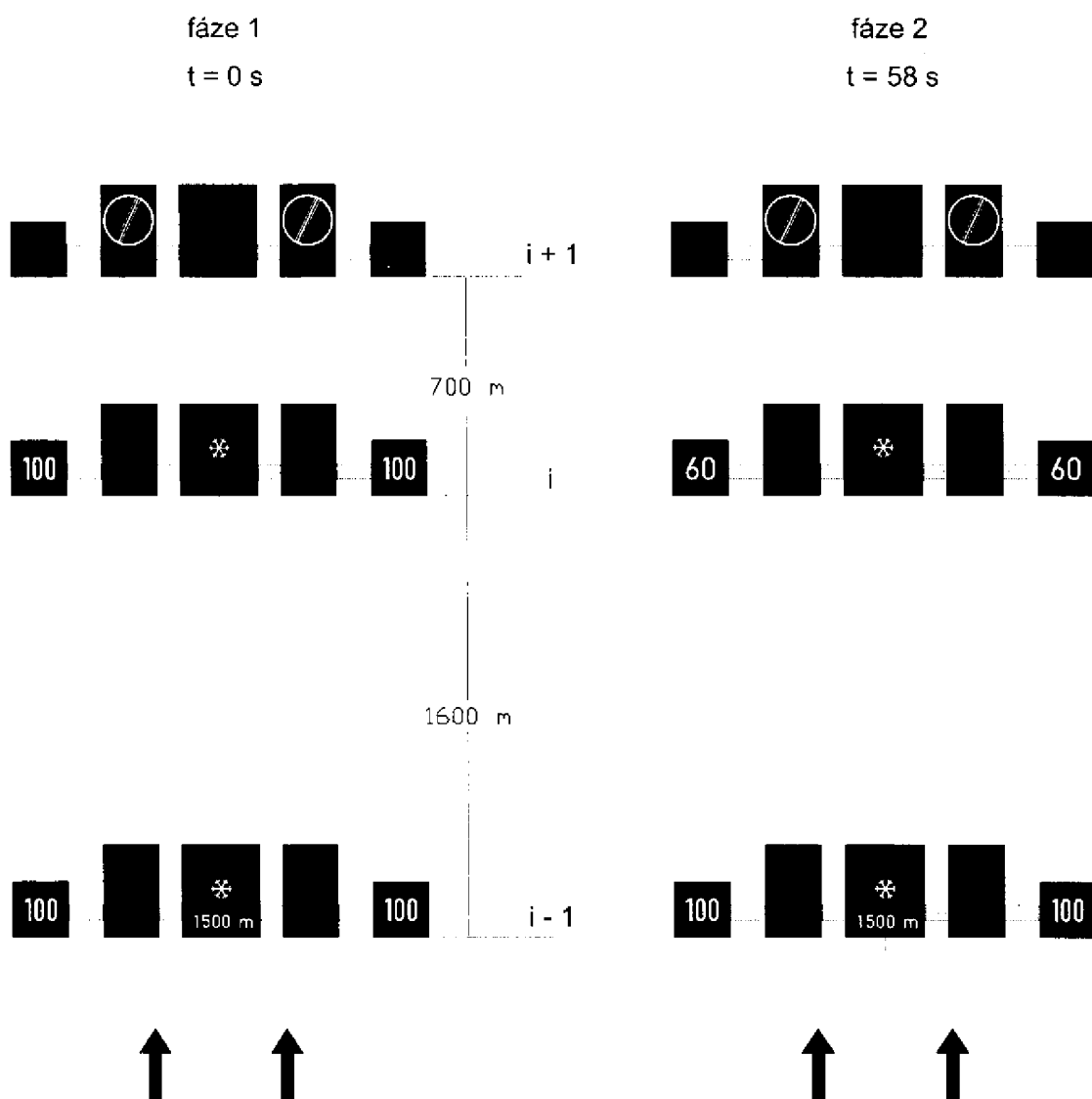
Příklad 2



Obr. 9

Dynamická sekvence snižování rychlosti Příklad 2, fáze 3 a fáze 4

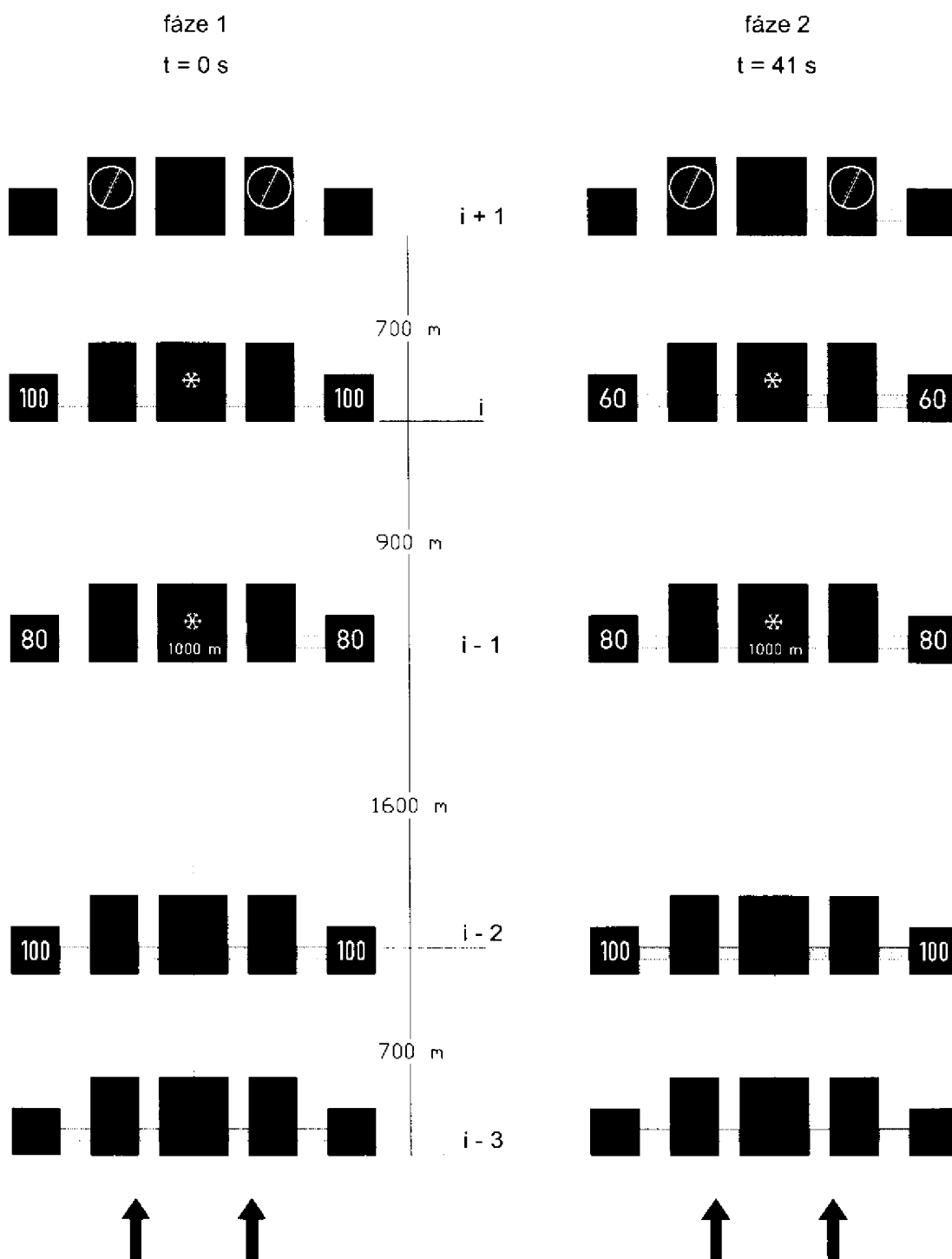
Příklad 3



Obr. 10

Dynamická sekvence snižování rychlosti Příklad 3, fáze 1 a fáze 2

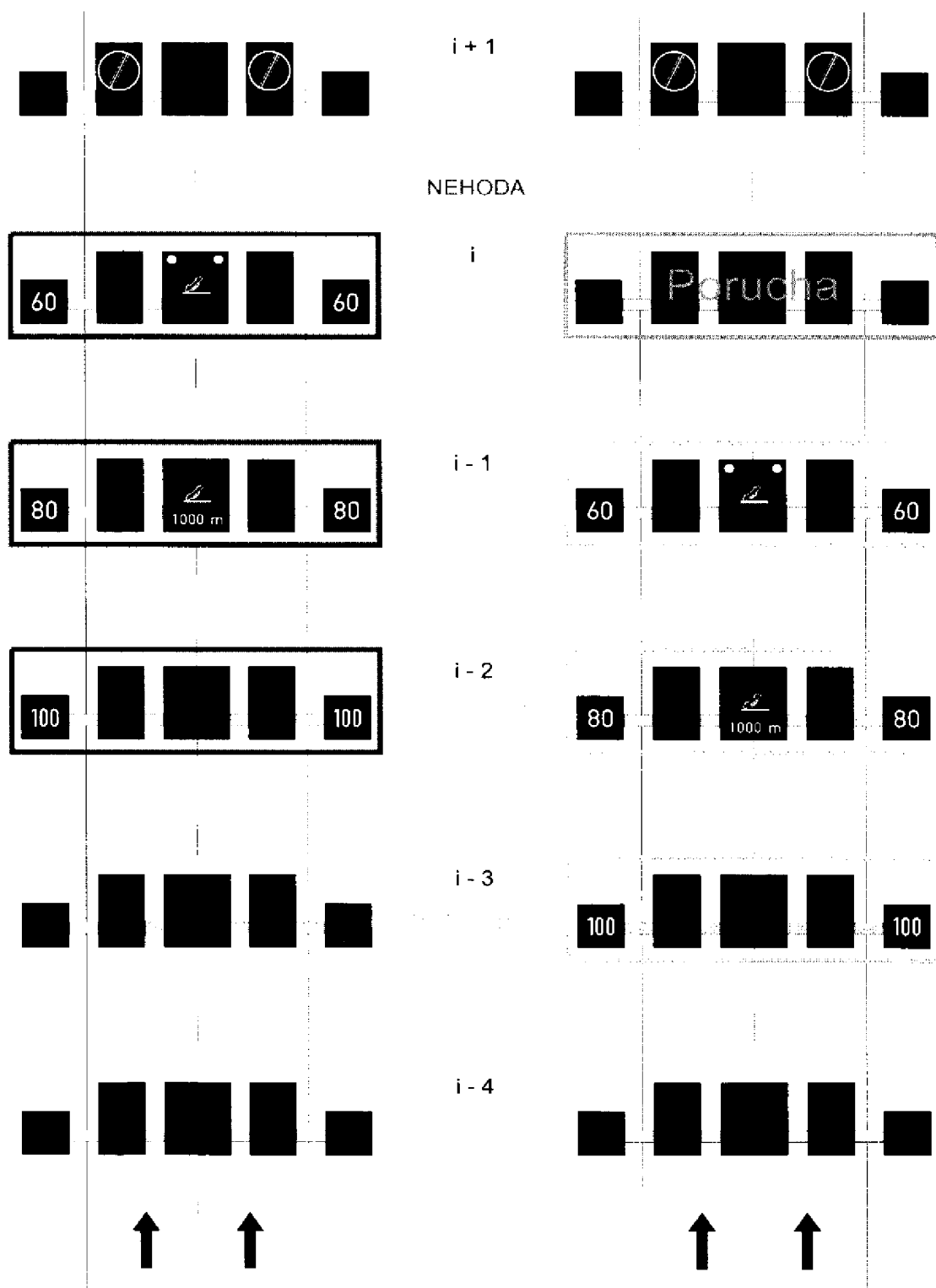
Příklad 4



Obr. 11

Dynamická sekvence snižování rychlosti Příklad 4 (ze 120 km/h), fáze 1 a fáze 2

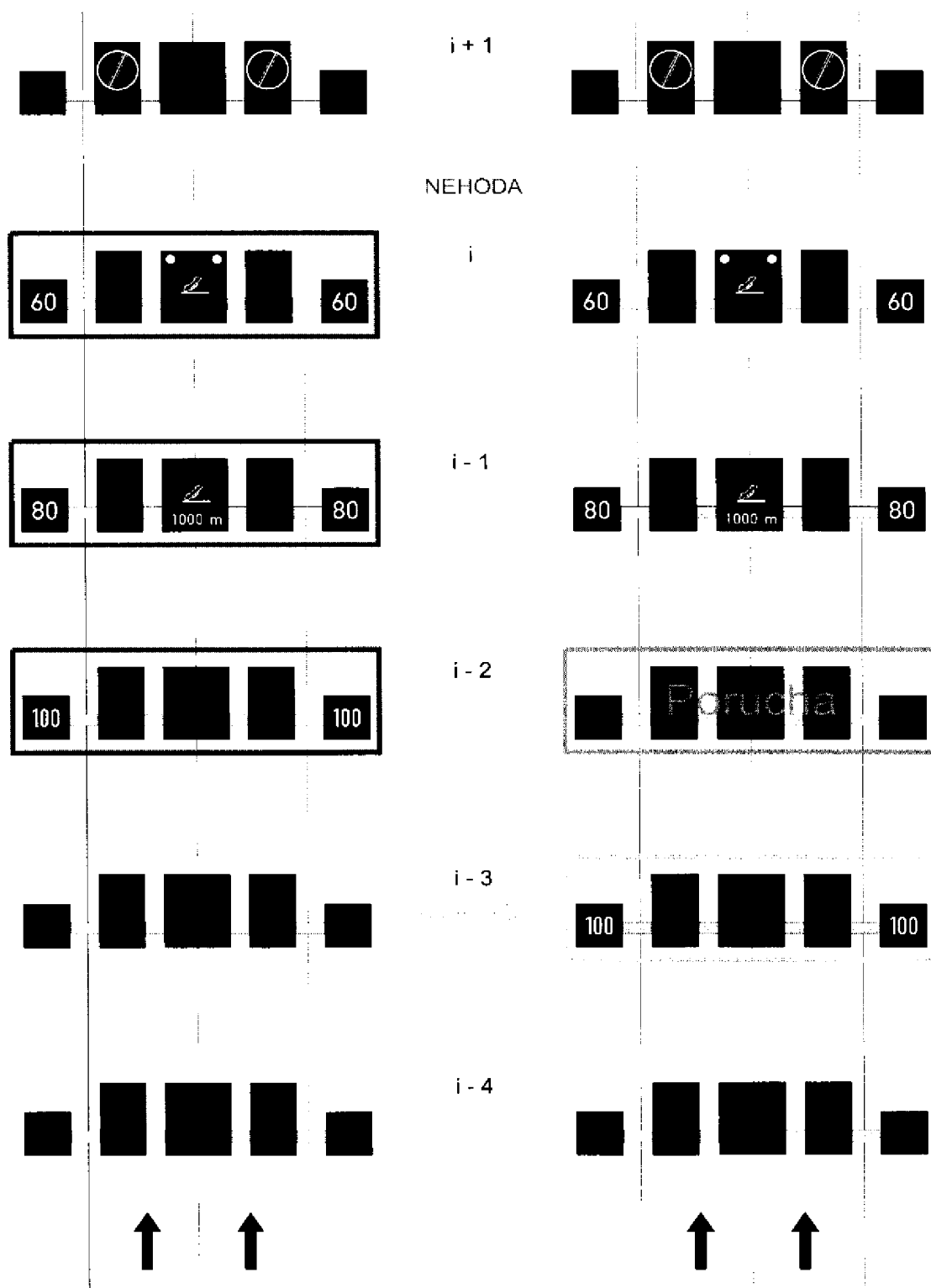
Příklad 1



Obr. 12

Výpadek řezu v linii Příklad 1

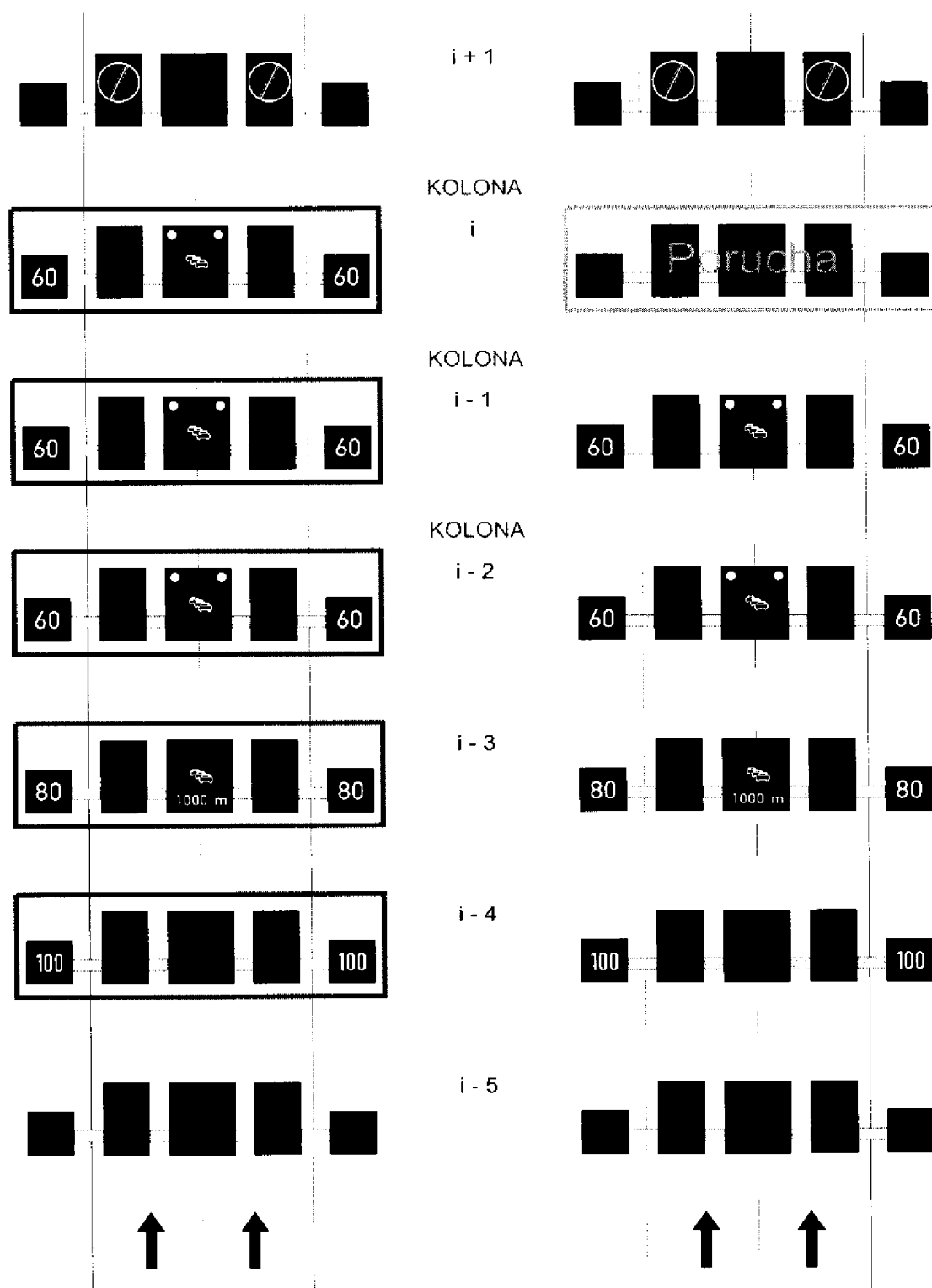
Příklad 2



Obr. 13

Výpadek řezu v linii Příklad 2

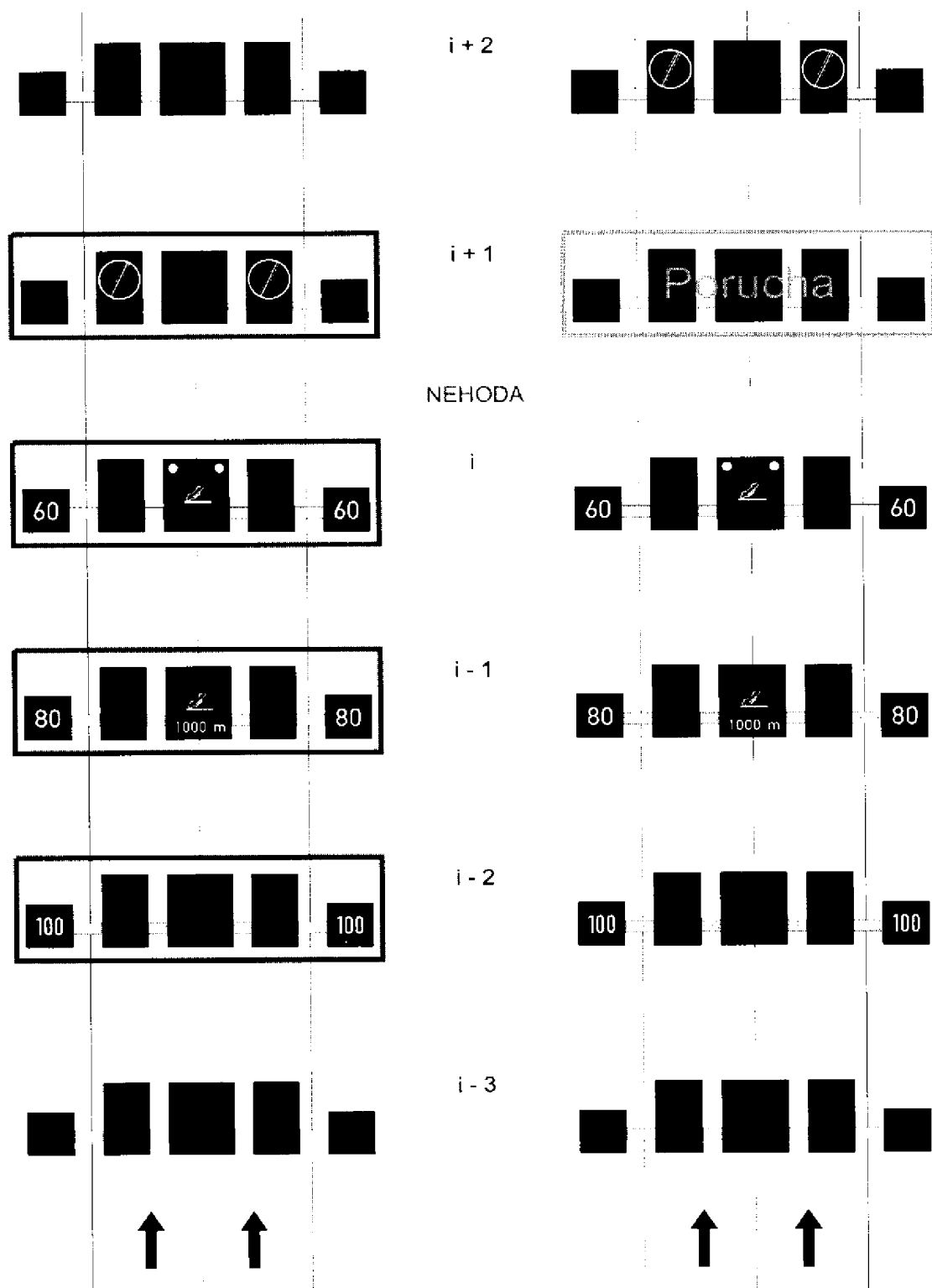
Příklad 3



Obr. 14

Výpadek řezu v linii Příklad 3

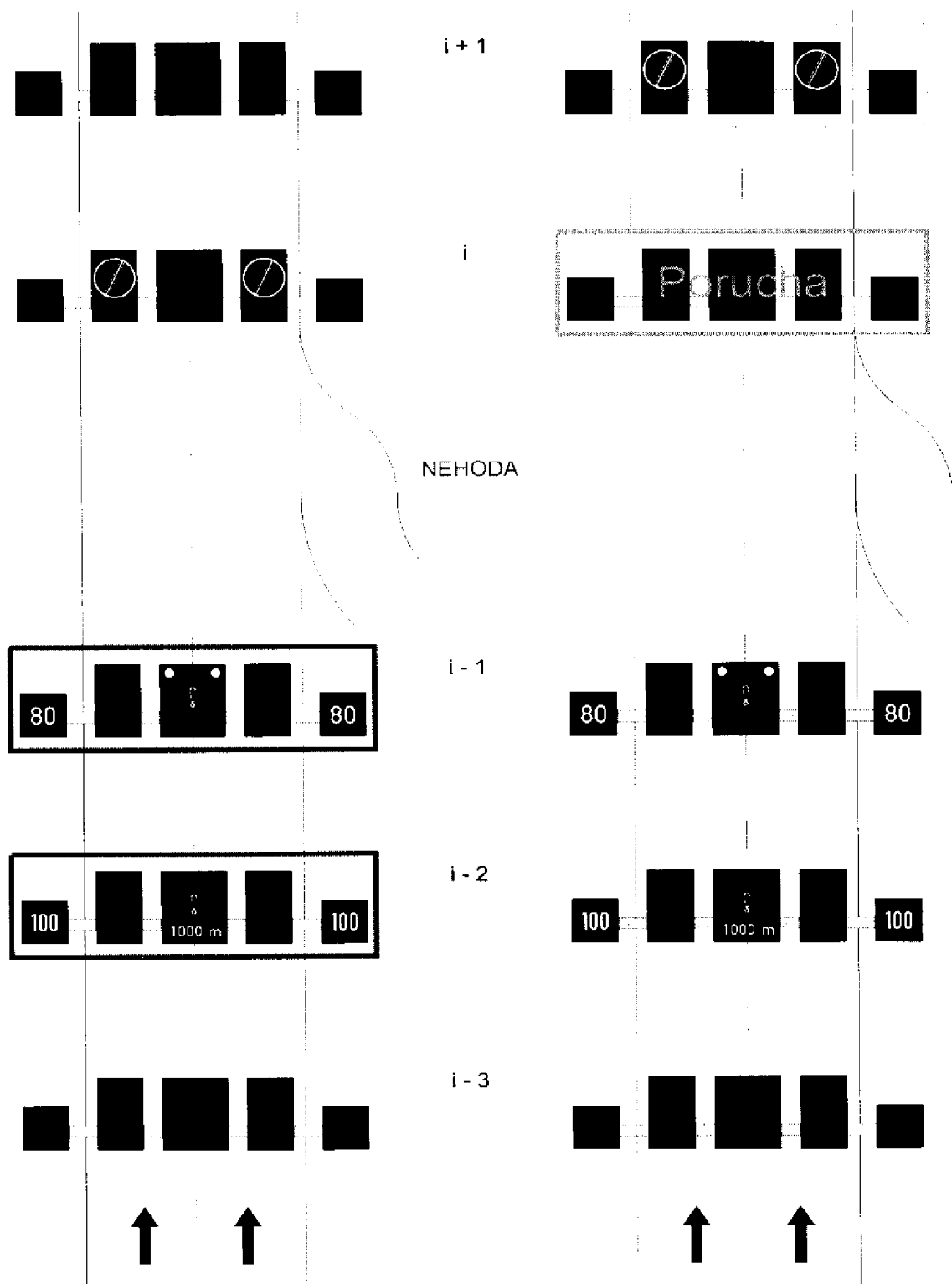
Příklad 4



Obr. 15

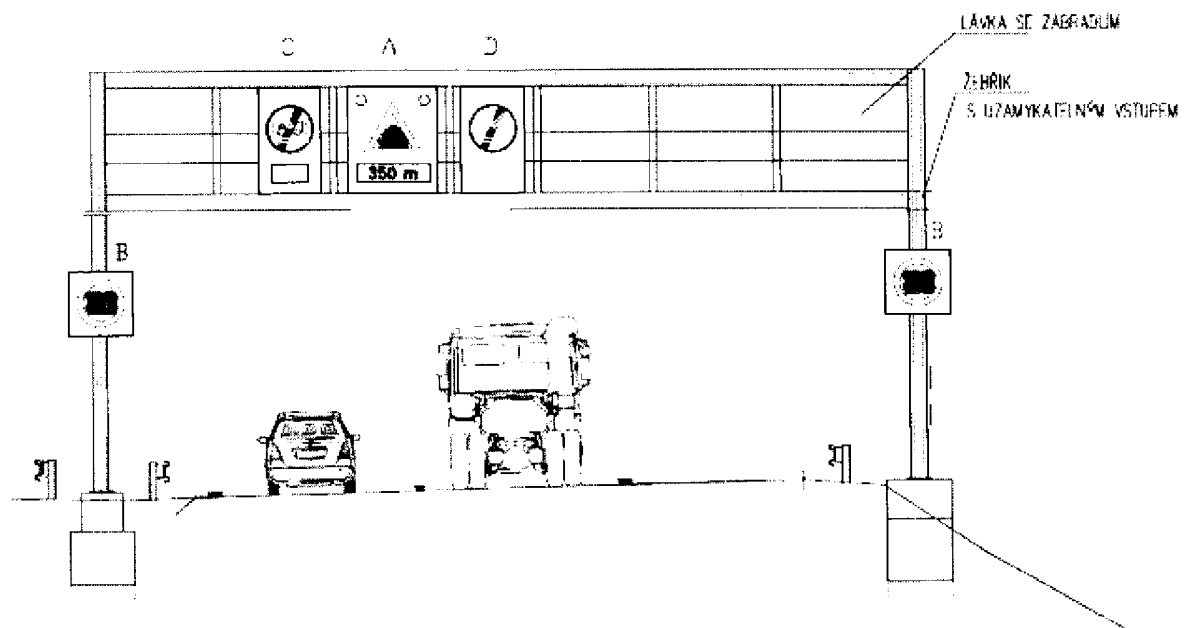
Výpadek řezu v linii Příklad 4

Příklad 1



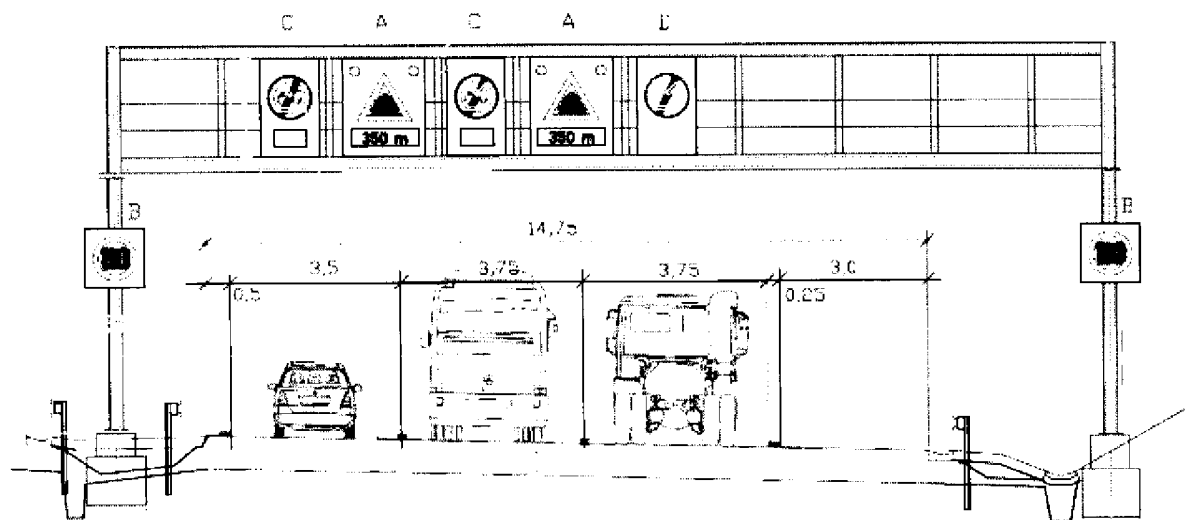
Obr. 16

Výpadek řezů s vazbou na křižovatku Příklad 1



Obr. 177

Umístění jednotlivých typů PDZ na řídicím řezu obousměrné komunikace se 2 jízdními pruhy



Obr. 18

Umístění jednotlivých typů PDZ na řídicím řezu obousměrné komunikace se 3 jízdními pruhy