

TECHNICKÁ ZPRÁVA – verze 2

Mobilní řízení dopravy – doplnění
MLŘD – D1 01191.C Brno-centrum – Brno-jih (etapa 0C)
Dálnice D1 – km 168–178 vpravo (ÚSEK B)
Dálnice D1 – km 178–187 vpravo (ÚSEK A)

Identifikační údaje:

Investor: ŘSD ČR
Zhotovitel DIO: ZNAKOM s.r.o.

Projektant PDZ části: Mobility and Intelligence s.r.o.
Vypracoval: Mgr. Marek Ščerba
Datum: 2/2024

Ministerstvo dopravy
Odbor pozemních komunikací,
příloha k č. j. MD-40164/2025-940/4.



Obsah

Identifikační údaje:.....	1
1 Úvod	3
2 Umístění a rozsah telematického systému	4
3 Všeobecné požadavky	5
4 Stávající dopravní značení	6
5 Zobrazované symboly.....	6
5.1 Grafické provedení použitých symbolů a textů	8
5.2 Symboly PDZ	8
5.3 Písmo a texty pro dodatkovou tabulku.....	8
5.4 Použitá výstražná světla	9
5.5 Použité řídicí algoritmy systému	9
6 Výběr konkrétních lokalit pro umístění přenosných PDZ.....	13
6.1 Řez 1 – PDZ.....	13
6.2 Řez 2 – PDZ.....	14
6.3 Řez 3 - PDZ	15
6.4 Řez 4 - PDZ	15
6.5 Řez – Doplnkový dopravní detektor.....	16
6.6 Řez 5 – PDZ.....	17
6.7 Řez 6 – PDZ.....	18
6.8 Řez 7 - PDZ	19
6.9 Řez 8 - PDZ	20

1 Úvod

Předmětem technické zprávy je popis mobilního řídicího systému, který je instalován v jednom směru na dálnici D1 v místě staničení 168 – 178 (ÚSEK B) a 178–187 (ÚSEK A) vpravo.

Systémy mobilního řízení dopravy budou po celou dobu rekonstrukce umístěny v níže uvedených místech. Jsou sestaveny z akčních členů – přenosných LED proměnných dopravních značek (dále jen PDZ) a senzorických členů – detektorů dopravy a detektorů cestovních časů. Součástí komplexního systému jsou rovněž provizorní kamerové sety, které jsou umístěny v místě staničení 187,94 a 178 km.

Součástí této technické dokumentace je doplnění staničení pro nový SET umístěný v km 168-178 vpravo, nových symbolů, schémat, ale také jednoho dopravního detektoru, který má za cíl vyplnit prostor časté tvorby dopravních kongescí v konkrétním místě, které není v současné chvíli monitorováno a není tak možné detekovat dopravní problém včas. Doplnění vychází ze zkušeností z provozu tohoto systému od září 2023.

Součástí doplnění jsou zejména:

- Jeden SET mobilních PDZ a jednoho kamerového systému.
- Nová schémata, která mají reagovat na časté hustotní vlny, které v konkrétním místě nasazení MLŘD vznikají a také obvyklá tvorba kolon nákladních vozidel v PJP.
- Nový symbol pro „Průjezd vozidel IZS“, která budou zobrazována v situacích dopravních kolon
- Nový symbol pro poskytování informací o zpoždění ke konkrétnímu staničení ve směru jízdy
- Umístění doplňkového dopravního detektoru ve staničení 182,600 je součástí přílohy „Schémata dopravního značení“.

Řízení provozu bude realizováno na základě dopravních dat z instalovaných detektorů dopravy. Konkrétní místo pro řízení provozu (řez) je vždy složen z kombinace dvou přenosných PDZ a detektorů dopravy.

Součástí instalovaného systému je řídicí Software s vizualizací stavu provozu, stavu jednotlivých zařízení a také zobrazovaných symbolů, který je řízení z prostředí ŘSD – NDIC. Do Software mohou být zřízeny přístupy na základě přidělených přístupových práv (VPN ŘSD).

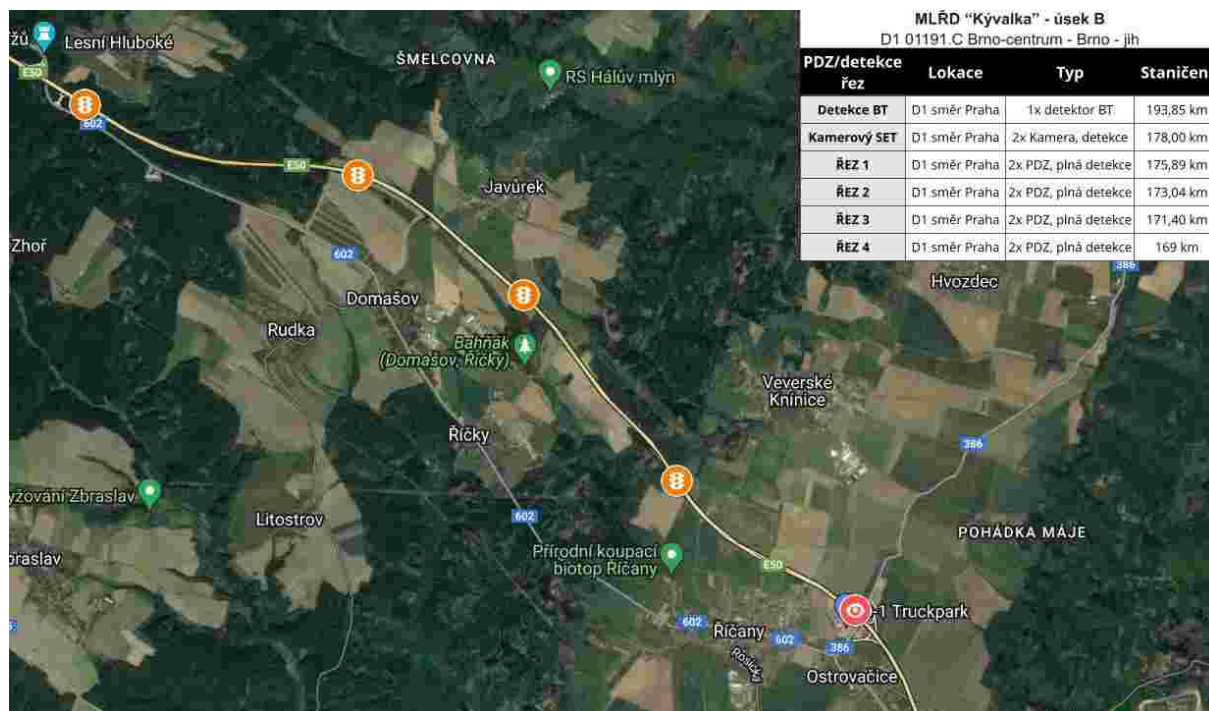
Ukázka řídicího SW je níže.



2 Umístění a rozsah telematického systému

Telematické systémy budou umístěny v jednom směru (jeden SET):





Komunikace:

D1, směr Brno bude umístěno osm řezů PDZ, 2x kamerový SET, samostatná dopravní detekce, 1x detekce cestovních časů

Staničení pro ÚSEK A:

Řez 1:	183,84 km
Řez 2:	182,80 km
Řez 3:	180,83 km
Řez 4:	178,99 km
Kamerový SET:	187,94 km
Dopravní detekce:	182,600 km
Detektor cestovních časů:	193,85 km

Staničení pro ÚSEK B:

Řez 1:	175,89 km
Řez 2:	173,04 km
Řez 3:	171,40 km
Řez 4:	169 km
Kamerový SET:	178,00 km
Detektor cestovních časů:	193,85 km

Další podrobnosti telematického systému jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci „Schémata DZ“, která je PŘÍLOHOU tohoto dokumentu.

3 Všeobecné požadavky

Všeobecné požadavky vychází z Požadavků na provedení a kvalitu přechodného dopravního značení na dálnicích a rychlostních silnicích ve správě ŘSD ČR. Jmenovitě pak musí být dodržena následující zásady:

Začátek zřizování přechodného dopravního značení musí být předem oznámen příslušné SSÚD/SSÚRS/Správě ŘSD. Bez jeho souhlasu nesmí být práce zahájeny. Zhotovitel je před zahájením prací povinen předat SSÚD/SSÚRS/Správě ŘSD jedno kompletní paré schváleného projektu včetně stanovení přechodné úpravy provozu na pozemní komunikaci dle § 77 zákona č. 361/2000 Sb.

Před zahájením prací musí pracovníci zhotovitele absolvovat školení BOZP u bezpečnostního technika ŘSD. Při zřizování, kontrole, údržbě a rušení přechodného značení musí být dodržována směrnice GŘ ŘSD č. 2/2002 „Pravidla bezpečné práce na dálnicích a rychlostních silnicích“ a „Technologický postup pro provádění přechodného dopravního značení na dálnicích a silnicích pro motorová vozidla ve správě ŘSD ČR“. Pracovníci jsou povinni mít na sobě výstražný oděv odpovídající ČSN EN 471.

Přechodné dopravní značení telematického systému bude **kontrolováno pomocí aplikace pro vzdálenou** správu. Kontrolován bude zejména stav napájecích prvků (akumulátory, palivové články), funkce LED zobrazovačů a funkce dopravních detektorů.

4 Stávající dopravní značení

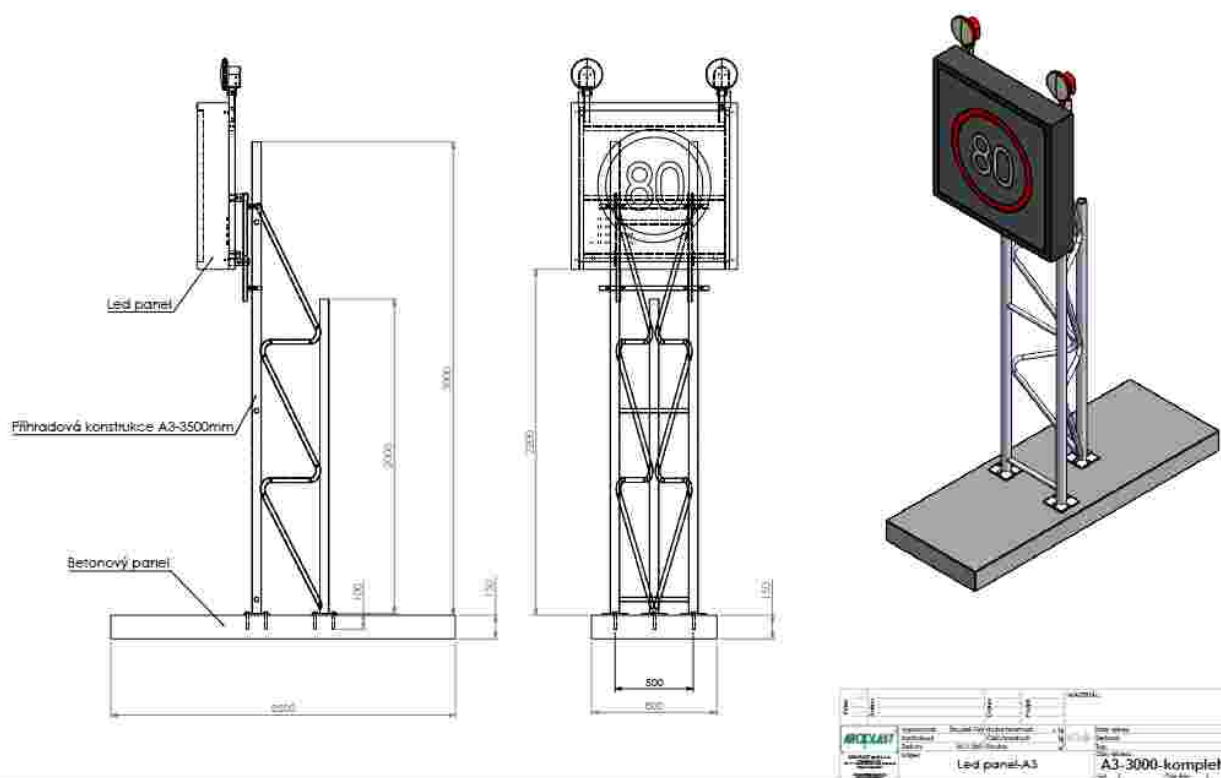
Systém je navržen s ohledem jak na stávající svislé dopravní značení (dodržení minimálních vzdáleností a konflikt zobrazovaných symbolů), tak s ohledem na stanovené dopravně inženýrské opatření.

5 Zobrazované symboly

Zobrazované symboly a princip jejich výběru je detailně popsán v příloze č. 1 tohoto dokumentu a je rovněž součástí žádosti pro stanovení přechodného dopravního značení.

Základní podoba telematického systému „Mobilní řízení dopravy“

Fyzická podoba přenosných proměnných dopravních značek:



Nosná konstrukce:

Nosná konstrukce pro přenosné PDZ LED tvořena příhradovými stojkami, které jsou schváleny ministerstvem dopravy podle § 124 odst. 2 písm. c/ zákona č. 361/2000 Sb. Trojboké příhradové stojky odpovídají ČSN EN 12899-1. Konstrukce je rozebíratelná, složená ze čtyř pevně nespojených částí – svislé a vodorovné.

Po namontování jsou všechny čtyři části pevně spojeny (šrouby a jiným spojovacím materiálem, který umožňuje rychlou montáž a demontáž).

Při nárazu vozidla dojde k ohnutí nebo ulomení nosné konstrukce od základu v místě koutových svarů. V první fázi nárazu nedojde k oddělení panelu LED od nosné konstrukce. Jednotlivé díly jsou k sobě pevně připevněny několika způsoby (šrouby, řetězy, svorkami). Stojiny jsou pomocí koutových svarů přivařeny na patní desky, které jsou připevněny šrouby k prefabrikovanému základu, který je tvořen železobetonovou konstrukcí

Kovové části konstrukce jsou natřeny použitím odstínu RAL 7042. Povrchová úprava všech částí nosné konstrukce i panelu LED je tak matná, aby nevyvolávala omezující nebo oslepující oslnění.

5.1 Grafické provedení použitých symbolů a textů

5.2 Symboly PDZ



B20a (100)



B20a (80)



A23 + E7



A23 + E13
RIZIKO



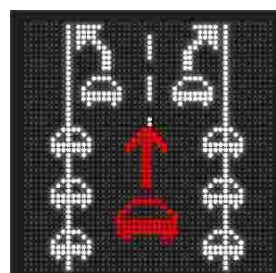
ZPI
Informace o
zdržení
Lokace + údaj o
zdržení



A27 + E3a
(Lokace událost)



B22a



ZPI
Průjezd pro IZS
Dvoupruh

5.3 Písmo a texty pro dodatkovou tabulku



5.4 Použitá výstražná světla

Na nosné konstrukci nad PDZ jsou upevněna dvě výstražná světla třídy L8H dle ČSN EN 12 352 s LED.

Světla tvoří signál S 7, blikající současně s frekvencí $50 \pm 10 \text{ min}^{-1}$.

Jedná se o signalizační dvojsvětlo LED 200 H společnosti DYNASIG, spol. s r.o.

PDZ a výstražná jsou schváleny podle § 124 odst. 2 písm. c/ zákona č. 361/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

5.5 Použité řídicí algoritmy systému

Řídicí scénáře vycházejí ze schválených funkčních schémat, které jsou ukázány v tabulce 1 níže.

Obecný popis

Systém pracuje v minutových intervalech a pro spínání a vypínání funkčních schémat využívá vstupní hodnoty (prahové hodnoty), které jsou před instalací systému nastaveny dle průměrných intenzit v dané lokalitě. Jednotlivé prahové hodnoty systému jsou v centrálním řídicím systému uživatelsky nastavitelné. V průběhu prvního týdne fungování systému budou upravovány s ohledem na chování dopravního proudu v konkrétní uzavírci, resp. Před dopravní uzavírkou. Prahové hodnoty systému jsou závislé na konkrétním vedení dopravy a také neproměnnými parametry vozovky (stoupání, klesání apod.). Chování systému se průběžně vyhodnocuje a prahové hodnoty mohou být postupně upravovány do cílové podoby.

Pro účely tohoto dokumentu jsou poskytnuty matice vzájemných vztahů odděleně pro ÚSEK A i ÚSEK B, ale v reálném provozu budou oba sety vzájemně spolupracovat na úrovni serveru, tak že budou tvořit kompaktní systém. Oddělené poskytnutí vztahů je z důvodů přehlednosti.

	Poznámka	Řez 4	Řez 3	Řez 2	Řez 1	Poznámka
Umístění před příčnou uzavěrou		3600-4200m + plná detekce	2600-3400m + plná detekce	1800-2200m + plná detekce	800-1200m + plná detekce	plná detekce 300-500 m kamery 100 m
Priorita 10000						
Schéma 1		B22a	B22a	B20a (100)	B20a (100)	bez kolony + int/obs > X1
Schéma 2		B22a	B20a (100)	B20a (100)	B20a (100)	bez kolony + int/obs > X2
Schéma 3		B20a (100)	B20a (100)	B20a (100)	A23+E13 (RIZIKO)	riziko kolony + int/obs > X3
Schéma 4		B20a (100)	B20a (100)	A23+E13 (RIZIKO)	A23 +E7	čelo kolony mezi uzavírkou a řezem 1
Schéma 5		B20a (100)	A23+E13 (RIZIKO)	A23+E7	ZPI Průjezd IZS	čelo kolony mezi řezem 1 řezem 2
Schéma 6		A23+E13 (RIZIKO)	A23+E7	ZPI Průjezd IZS	ZPI Zdržení	čelo kolony mezi řezem 2 a řezem 3

Schéma 7		A23+E7	ZPI Průjezd IZS	ZPI Zdržení	ZPI Průjezd IZS	čelo kolony mezi řezem 3 a řezem 4
Schéma 8		ZPI Průjezd IZS	ZPI Zdržení	ZPI Průjezd IZS	ZPI Zdržení	čelo kolony mezi řezem 4 a inf. vozíkem
Schéma 9		B20a (100)	A23	B20a (100)	A23	Vzdouvání 1
Schéma 10		B20a (100)	A23	B20a (80)	A23	Vzdouvání 2 Kolona v PJP za řezem 2 a 6
Schéma 11		B20a (80)	A23	B20a (80)	A23	Vzdouvání 3 Kolona v PJP za řezem 4 a 8
Priorita 5000						
Schéma 11		A27+E3a	A27+E3a	A27+E3a	A27+E3a	doplnění prázdných polí v případě nehody
Priorita 0						
Schéma 0		–	–	–	–	bez kolony + int/obs < X1

Tabulka 1: Funkční schémata (pozn. Pro účely instalace tohoto konkrétního systému jsou po dohodě zvětšeny vzdálenosti mezi konkrétními řezy PDZ).

Pozn. Nově navrhovaná schémata a symboly jsou zobrazeny červeně.

Ovládání systému

Systém primárně funguje v automatickém režimu. Reaguje na konkrétní parametry dopravního proudu:

V NDIC prostřednictvím řídicího SW (červené tlačítko) je možné systém uvést do schématu 0 – klidového režimu.

Systém má tyto funkce:

- Harmonizace dopravního proudu – Schéma 1-3
- Varování před kolonou – Schéma 4-12
- Vzduování (Šokové vlny) – Schéma 13-18
- Nehoda – Schéma 11 – Systém zobrazuje symbol nehody na základě generované dopravní události prostřednictvím ALERT C publikovaného NDIC.

Ukládání dat systémem

Data jsou ukládána ve dvou stupních agregace:

- surová data pro agregaci a využití při výpočtech agregovaných dat (využití až cca 15 min zpět např. u BT detektorů) a v minutových agregacích. Delší agregace skládány z minutových dle aktuální potřeby při vyhodnocování konkrétních podmínek rozhodovacího algoritmu.

- Delší agregace se dle „skládají“ z minutových (1) sčítáním (veškeré intenzity a PCE) nebo (2) aritmetickým průměrem (cestovní časy, rychlosti, obsazenost, odstupy),

Pro vyhodnocování podmínek je využíváno dvojitého exponenciálního vyhlazování, které dává starším hodnotám exponenciálně nižší vliv (rychlost „zapomínání“ je průběžně optimalizována, aby model co nejlépe odpovídal empirickým datům) a umožňuje odhadnout krátkodobý trend a na jeho základě i následující hodnotu posloupnosti. Pro podmínky sledující změnu schématu na nižší stupeň je využíváno vyhlazených hodnot bez predikce, pro podmínky sledující změnu schématu na vyšší stupeň je využíváno i hodnot predikovaných pro následující krok

Vyhodnocované údaje (všechny údaje se ukládají do databáze pro pozdější vyhodnocování):

- Cestovní čas (TT) pro každý segment mezi Detektory cestovních časů (údaje jsou vyhodnocovány také pro jednotlivé úseky (zpoždění v uzavírce, celkem v dotčené oblasti apod.).
- Aritmetický průměr rychlosti pro každý jízdní pruh a celkem v každém měřeném profilu). Kategorie vozidel: OS, SN, TN + celkem.
- Harmonický průměr rychlosti pro každý jízdní pruh a celkem v každém měření profilu. Kategorie vozidel: OS, SN, TN + celkem.
- 85 % kvantil rychlosti pro každý jízdní pruh a celkem v každém měření profilu. Kategorie vozidel: OS, SN, TN + celkem.
- Průměrná cestovní rychlost na segmentu spočítaná z cestovního času dle detektoru cestovního času (TT) a délky mezi-řezového segmentu.
- Intenzita dopravního proudu v každém měřeném řezu vždy pro každý jízdní pruh zvlášť a celkem, vždy pro každou kategorii zvlášť a celkem. Kategorie vozidel: OS: do 6 metrů, LN: 6–12 m, NA: +12 m
- Intenzita v PCE (ekvivalent jednotkových vozidel) v každém měřeném profilu vždy pro každý jízdní pruh zvlášť a celkem. Pro kategorie SN a TN musí být definovány přepočtové koeficienty $PCE_{SN} = 1,5$ (Uživatelsky definovaná hodnota) a $PCE_{TN} = 2$ (Uživatelsky definovaná hodnota).
- Obsazenost v každém řezu pro každý pruh a celkem. Jedná se o podíl času, kdy se v měřeném řezu detektoru nachází vozidlo. Pro každý pruh zvlášť + celkem. Jde o součet časů záznamů vozidla děleno délkou intervalu ve stejných jednotkách (bezrozměrná jednotka) krát 100 (hodnota v procentech).

Přechody mezi schématy

1) Harmonizace – Schéma 1-3

Pro vstup do harmonizačních schémat jsou především využívány data z detektorů na řezu 0 a řezu 4. Redundantně (v případě výpadku detektoru v řezech 3, případně 2).

Jednotlivá harmonizační schémata se spouští na základě překročení hraničních hodnot pravděpodobnosti vzniku kolony. Do výpočtu pravděpodobnosti vstupují intenzita, obsazenost řezu a složení dopravního proudu. Intenzita v kombinaci se skladbou dopravního proudu formou PCE.

Pro snížení harmonizačního schématu na nižší stupeň (vč. schéma 0 – vypnutí) nesmí po dobu 3 minut (uživatelsky nastavitelná hodnota) být překročena hranice pro libovolný stupeň vyšší, než na který má schéma klesnout.

Model pro výpočet pravděpodobnosti bude průběžně v rámci instalace aktualizován, konkrétní délka agregačního intervalu a kombinace a koeficienty jednotlivých veličin se tak mohou měnit na základě získaných dat a jejich průběžným vyhodnocením.

Redundance (případ výpadku dopravního detektoru):

V případě nárůstu cestovního času nad hodnotu odpovídající rychlosti 60 km/h v průměru za 3 minuty (tj. rychlost klesne v průměru pod 60 km/h) na základě dat z BT detektorů (dle TT a vzdálenosti BT detektorů) v prostoru uzavírky se systém přepíná na schéma 3 (hrozí rozvoj kolony vzniklé v uzavírci).

Default nastavení prahových hodnot pro:

Schéma 1 – PCE: 1950 JV/h (uživatelsky definovaná hodnota), Obsazenost: 20-22 % (uživatelsky definovaná hodnota)

Schéma 2 – PCE: 2400 JV/h (uživatelsky definovaná hodnota), Obsazenost: 24-26 % (uživatelsky definovaná hodnota),

Schéma 3 – PCE: 2700 JV/h (uživatelsky definovaná hodnota), Obsazenost: 26-30 % (uživatelsky definovaná hodnota),

2) Varování před kolonou – Schéma 4-12

Aby byla v daném řezu detekována přítomnost kolony a aplikováno tomu odpovídající schéma, musí průměrná minutová rychlost zůstat 2 minuty (uživatelsky definovaná hodnota) po sobě pod hraniční hodnotou 40 km/h (uživatelsky definovaná hodnota) v kterémkoliv jízdním pruhu.

Redundance (případ výpadku dopravního detektoru):

Cestovní čas v segmentu vzroste po dobu 2 po sobě jdoucích minut (uživatelsky definovaná hodnota) o více než 30 % (uživatelsky definovaná hodnota) oproti menší z hodnot a) dlouhodobý průměr daného segmentu za běžného provozu b) cestovní doba odpovídající aktuální nejvyšší dovolené rychlosti.

Krizové scénáře:

V případě výpadku komunikace s PDZ, které je umístěno na pravé straně komunikace po dobu delší než 10 přechází celý systém do schématu 0.

3) Vzdouvání – Schéma 13-18

Algoritmus pro detekci šokových vln je navržen pro efektivní řízení dopravy, zejména v situacích s nepravidelnými hustotními vlnami a kolonami. Následující body popisují klíčové aspekty tohoto algoritmu včetně nově implementovaného rozpoznávání rozdílů v rychlostech mezi jízdními pruhy.

A. Schémata Řízení Dopravy:

Algoritmus zahrnuje tři základní schémata pro řízení dopravy:

- **Schéma 13** (řízení dopravy ve druhé polovině úseku)
- **Schéma 14-18** (řízení dopravy v první polovině nebo celém úseku).

B. 2. Logika Použití Schémat:

Schéma s vyšším číslem má vždy přednost a je aktivováno na základě analýzy dopravního proudu a detekovaných rychlostí a obsazenosti.

Podmínky pro Aktivaci Systému:

- **Schéma 13-14** se aktivuje, pokud jsou zaznamenány významné poklesy průměrných rychlostí na určených profilech. Na řezech 3 nebo 4 je alespoň 2x zaznamenána průměrná rychlost nižší než 70 km/h během posledních 5 minut, nebo na profilech 3 nebo 4 je 5x zaznamenána průměrná rychlost nižší než 90 km/h během posledních 10 minut.
- **Schéma 15-18** reaguje na podobné podmínky v různých částech úseku. Základní podmínkou je že na více než jednom řezu dojde k poklesu rychlosti pod 60 km/h (uživatelsky) alespoň 2x za posledních 5 minut, nebo 5x za posledních 10 minut.

C. Detekce kolon na základě rychlosti v Jízdních pruzích:

Pro schéma 15-18, pokud je v pravém jízdním pruhu detekována průměrná rychlost o 30 km/h (uživatelsky definovaná hodnota) nižší než v levém jízdním pruhu po dobu alespoň 5 minut a zároveň je průměrná rychlost levého jízdního pruhu menší než 70 km/h na více než jednom řezu. Tyto (vedle jiných podmínek) podmínky se považují za indikaci kolony v pravém pruhu.

Podmínky pro Deaktivaci Systému:

Pokud po dobu 10 minut nejsou splněny podmínky pro aktivaci, dochází k deaktivaci schématu.

6 Výběr konkrétních lokalit pro umístění přenosných PDZ

6.1 Řez 1 – PDZ

Staničení: 183,84 (D1)

GPS: 49.18526, 16.46466

Vybavení řezu:

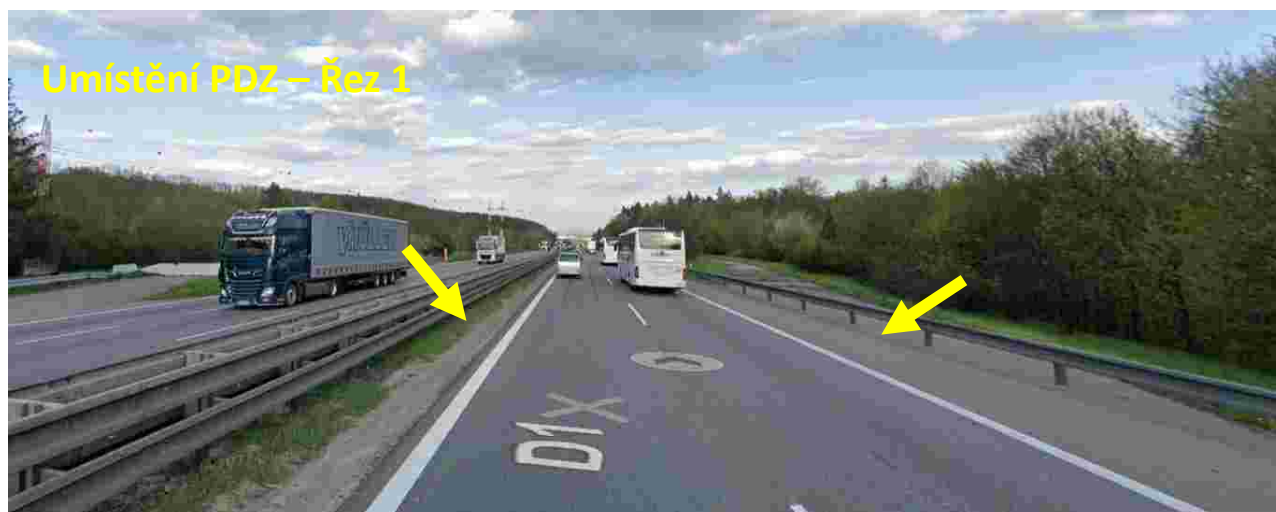
PDZ-P:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Baterie 400 Ah, solární články
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Palivové články, posílené napájecí kazety (bez nutnosti doplňování paliva a výměny akumulátorů 12 týdnů), Baterie 400 Ah,
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

Doprovodné foto:



6.2 Řez 2 – PDZ

Staničení: 182,80 (D1)

GPS: 49.18793, 16.44855

Vybavení řezu:

PDZ-P:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 400 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Baterie 400 Ah, Solární zdroj napájení
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

Doprovodné foto:



6.3 Řez 3 - PDZ

Staničení: 180,83 (D1)

GPS: 49.19676, 16.42771

Vybavení řezu:

PDZ-P:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 420 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Zásuvková skříň 220 V, Baterie 300 Ah (záloha 5 dní)
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

Doprovodné foto:



6.4 Řez 4 - PDZ

Staničení: 178,99 (D1)

GPS: 49.21119, 16.41594

Vybavení řezu:

PDZ-P:

- Dopravní detektor: Plná detekce
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 420 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: NE
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Palivové články, solární zdroj napájení, Baterie 400 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE

Doprovodné foto:



6.5 Řez – Doplnkový dopravní detektor

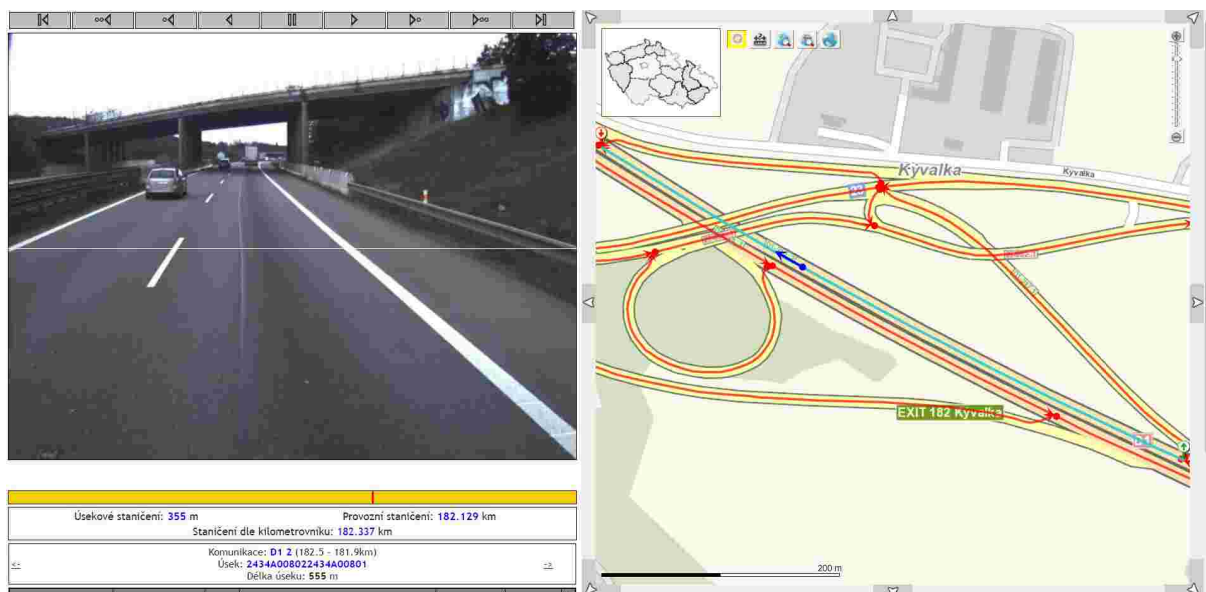
Staničení: 182, 340 vlevo (D1) (umístění v protisměru)

GPS: 49.189431, 16.445076

Vybavení řezu:

Dopravní detektor – doplnění:

- Dopravní detektor: Plná detekce
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 420 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)



6.6 Řez 5 – PDZ

Staničení: 175,89 (D1)

GPS: 49.22873, 16.38478

Vybavení řezu:

PDZ-P:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Baterie 400 Ah, solární články
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Zásuvka 220 V, záložní baterie, Baterie 400 Ah,
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

Doprovodné foto:



6.7 Řez 6 – PDZ

Staničení: 173,20 (D1)

GPS: 49.24563, 16.3632

Vybavení řezu:

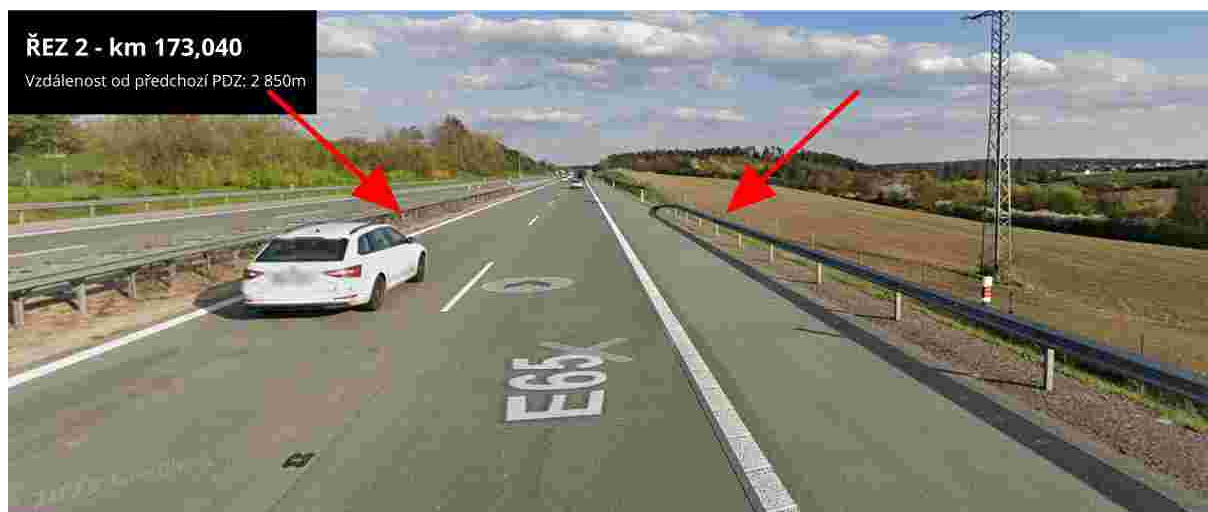
PDZ-P:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 400 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Zásuvka 220 V
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

Doprovodné foto:



6.8 Řez 7 - PDZ

Staničení: 171,40 (D1)

GPS: 49.25665, 16.34006

Vybavení řezu:

PDZ-P:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 420 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Palivové články, solární panely, baterie 420 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

Doprovodné foto:



6.9 Řez 8 - PDZ

Staničení: 169 (D1)
GPS: 49.260404, 16.308586

Vybavení řezu:

PDZ-P:

- Dopravní detektor: Plná detekce
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 420 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

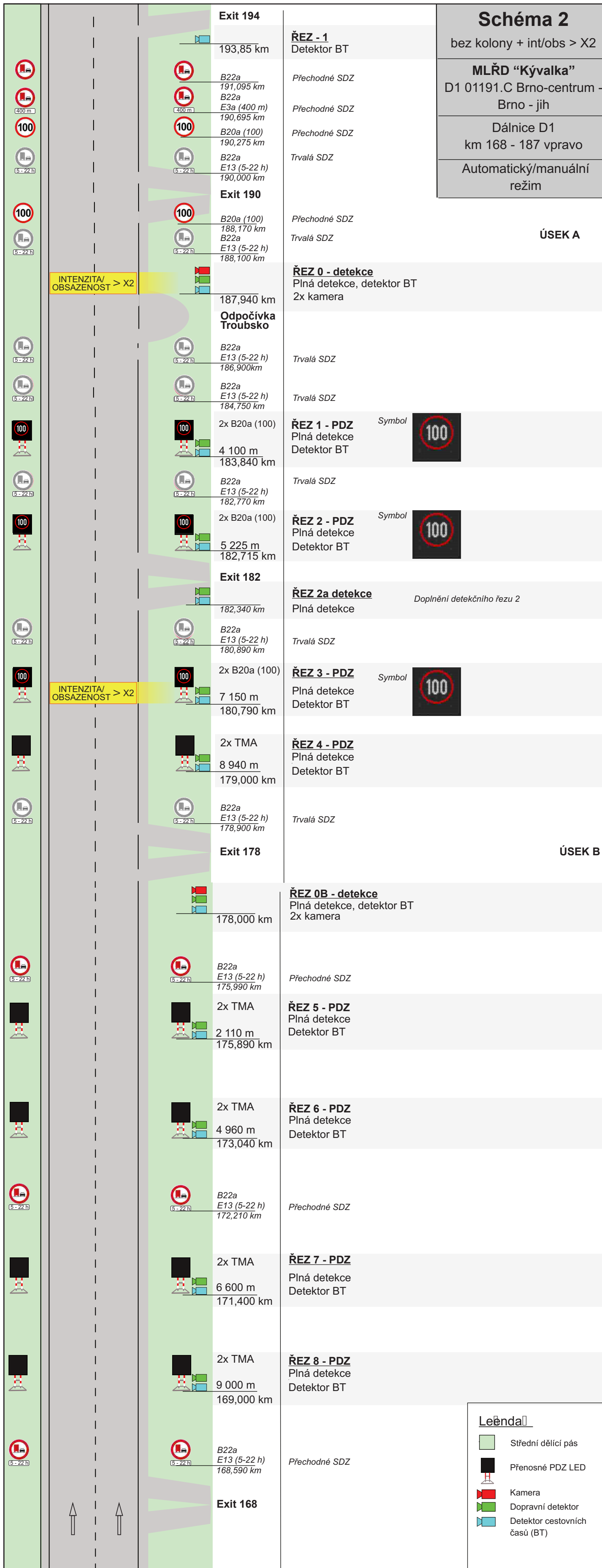
- Dopravní detektor: NE
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Napájecí skříň, Baterie 400 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE

Doprovodné foto:



[illegible]

[illegible]

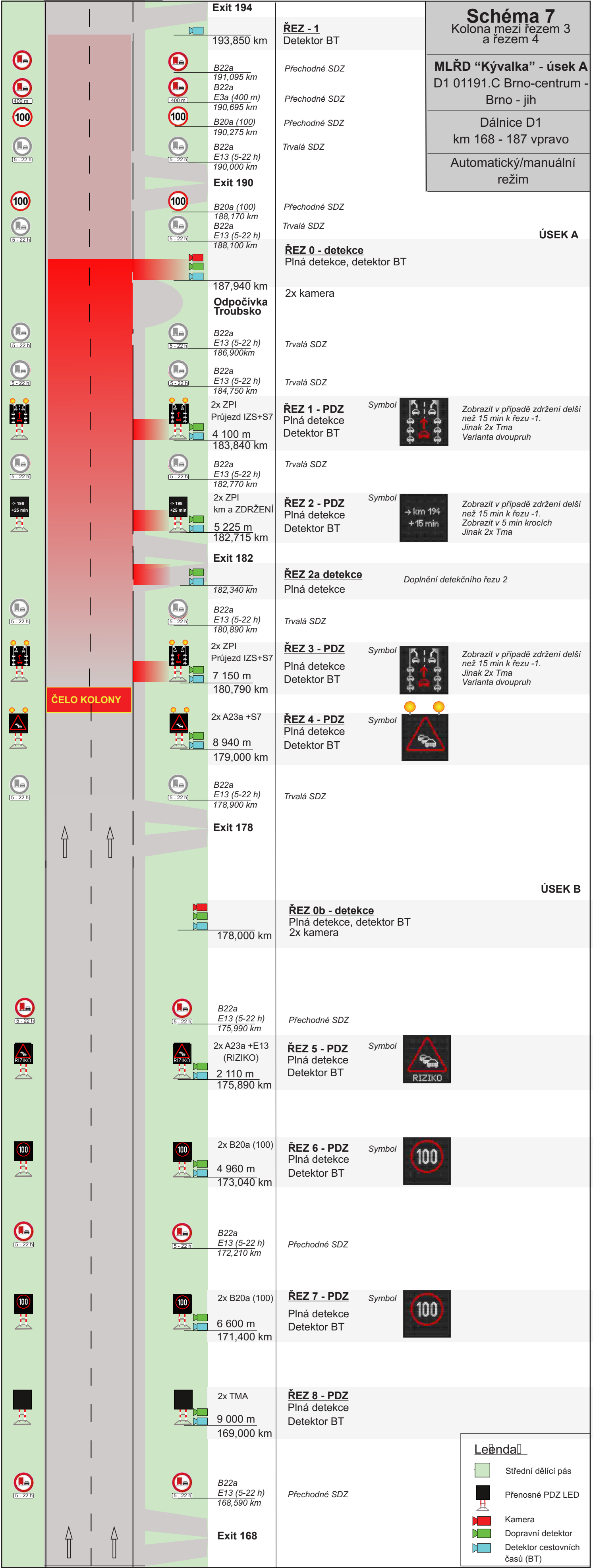


[illegible]

[illegible]

[illegible]

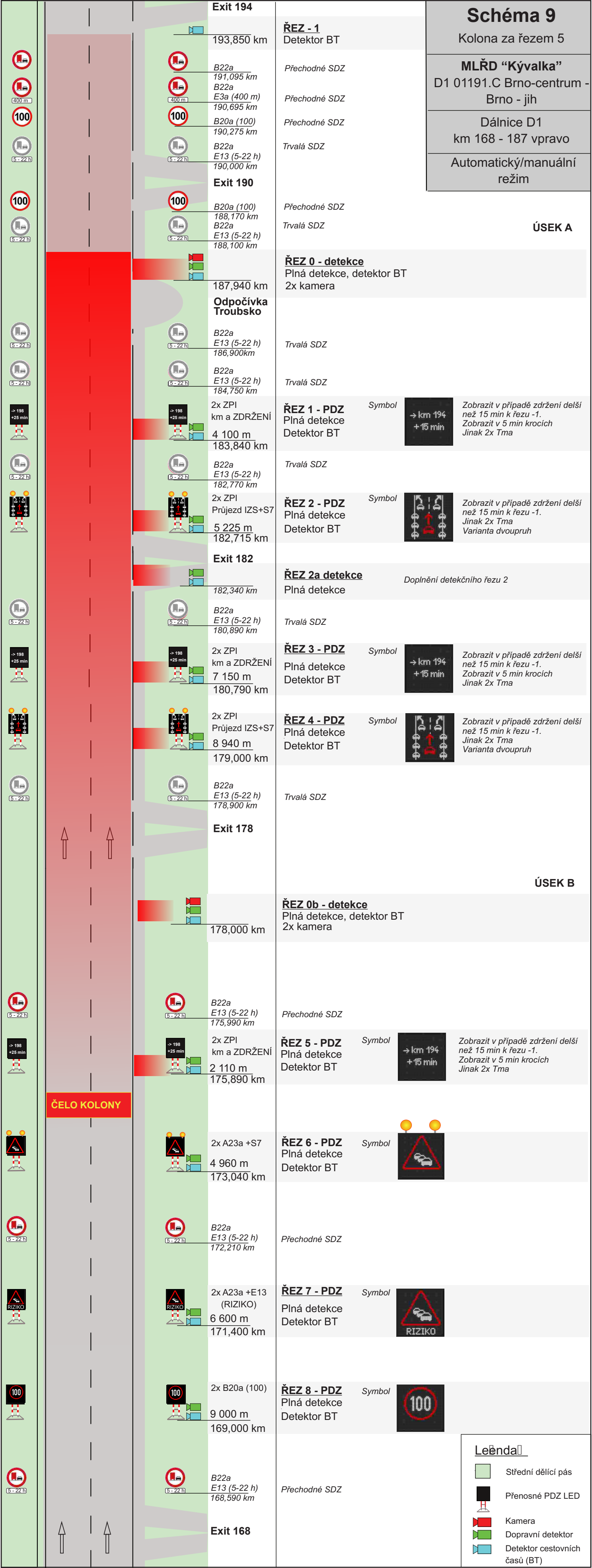
[illegible]

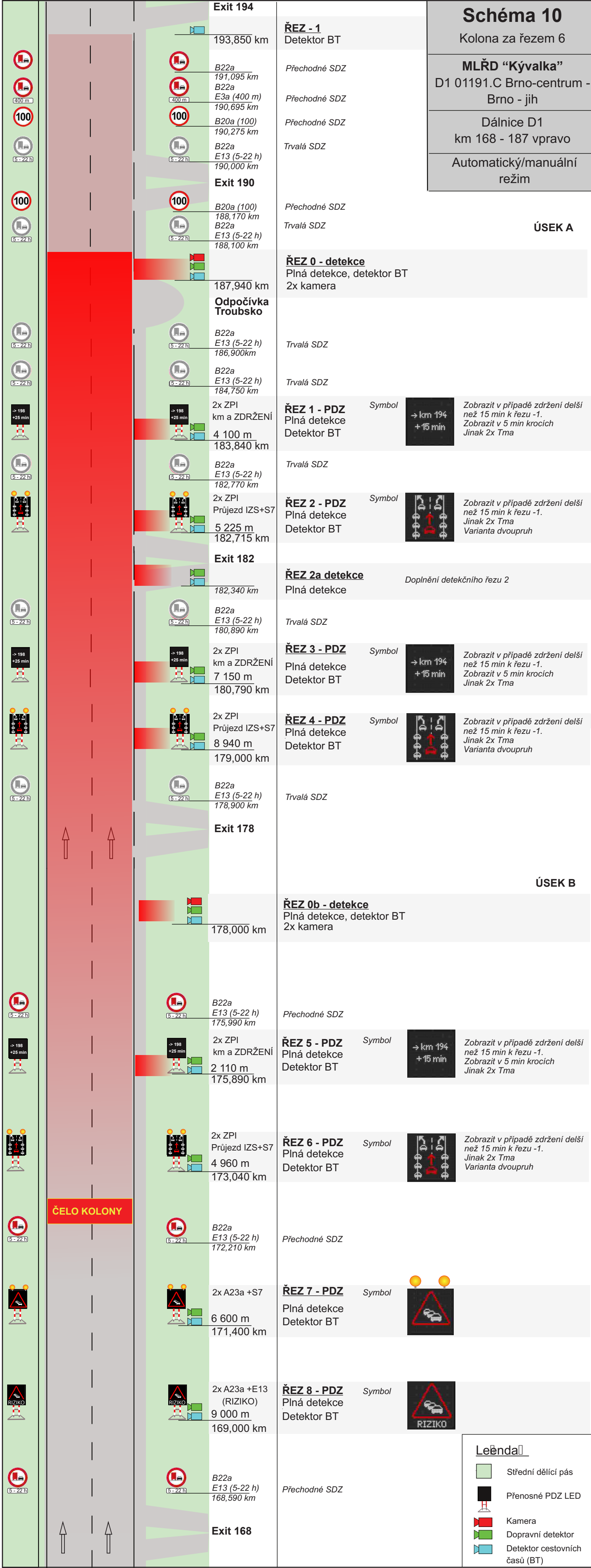


Legenda

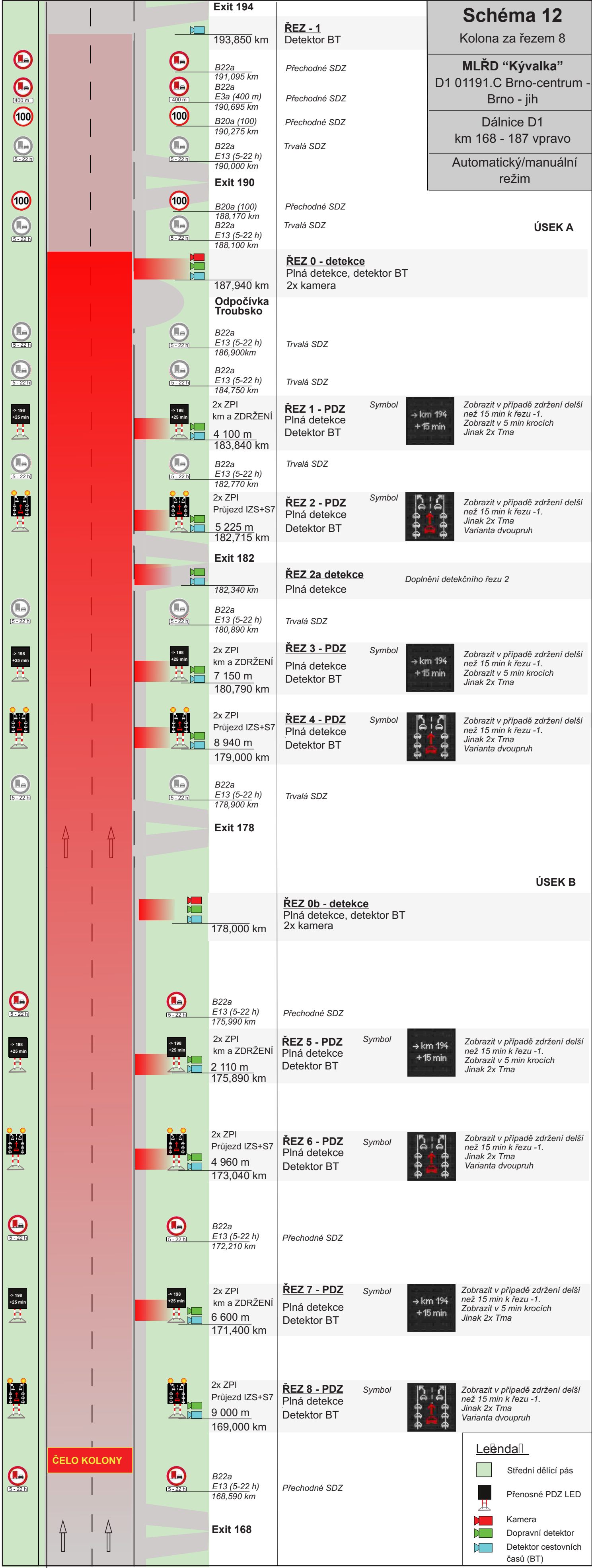
- Střední dělicí pás
- Přenosné PDZ LED
- Kamera
- Dopravní detektor
- Detektor cestovních časů (BT)

[illegible]





[illegible]



[illegible]

[illegible]

[illegible]

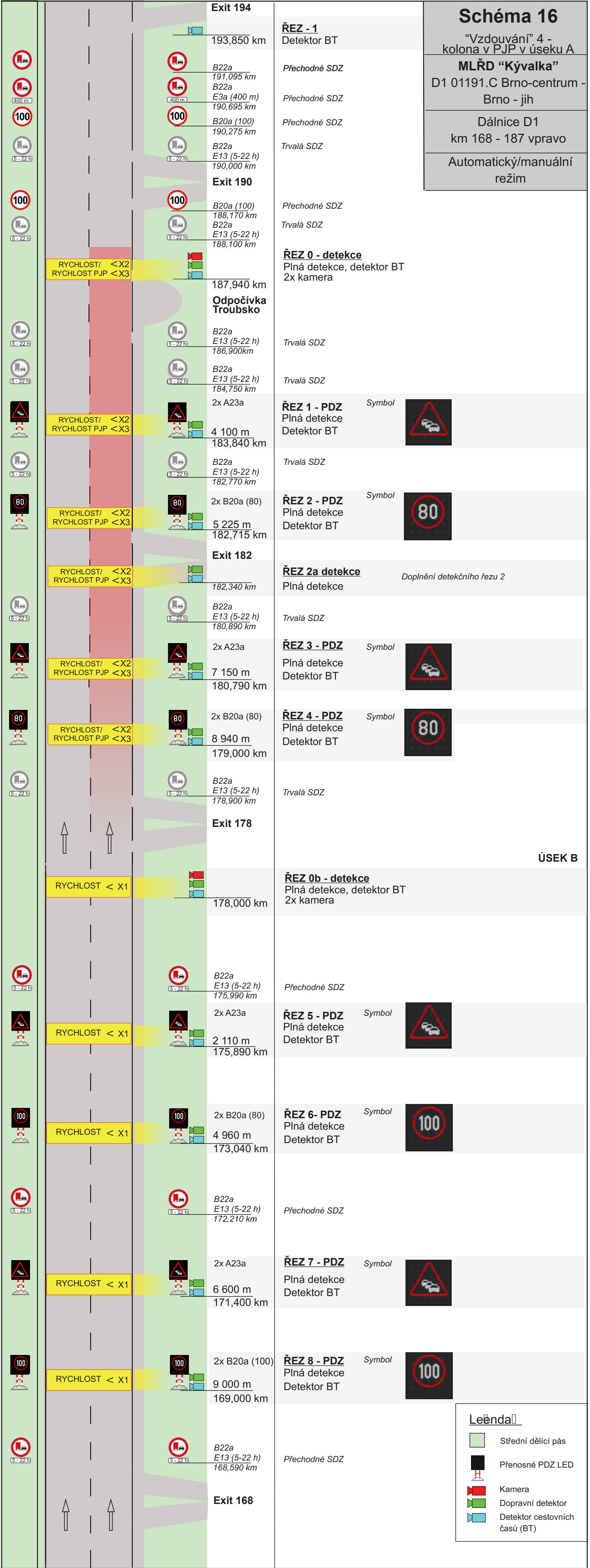


		Schéma 17 “Vzdouvání” 5 - kolona v PJP v úseku A i B	
		MLŘD “Kývalka” D1 01191.C Brno-centrum - Brno - jih	
		Dálnice D1 km 168 - 187 vpravo	
		Automatický/manuální režim	

[illegible]

[illegible]

TECHNICKÁ ZPRÁVA – verze 2

Mobilní řízení dopravy – doplnění MLŘD – D1 01191.C Brno-centrum – Brno-jih (etapa 0C) Dálnice D1 – EXIT 207, směr Praha

Identifikační údaje:

Investor:	ŘSD ČR
Zhotovitel DIO:	ZNAKOM s.r.o.
Projektant PDZ části:	Mobility and Intelligence s.r.o.
Vypracoval:	Mgr. Marek Ščerba
Datum:	12/2023

Obsah

Identifikační údaje:	1
1 Úvod	3
2 Umístění a rozsah telematického systému	4
3 Všeobecné požadavky	4
4 Stávající dopravní značení	5
5 Zobrazované symboly	5
5.1 Grafické provedení použitých symbolů a textů	6
5.2 Symboly PDZ	6
5.3 Písmo a texty pro dodatkovou tabulku	7
5.4 Použitá výstražná světla	7
5.5 Použité řídicí algoritmy systému	7
6 Výběr konkrétních lokalit pro umístění přenosných PDZ	12
6.1 Řez 1 – PDZ	12
6.2 Řez 2 – PDZ	13
6.3 Řez 3 – PDZ	13
6.4 Řez 4 – PDZ	14
6.5 Řez – Doplnkový dopravní detektor	15

1 Úvod

Předmětem technické zprávy je popis mobilního řídicího systému, který je instalován v jednom směru před exitem 207 na dálnici D1 ve směru Praha.

Systémy mobilního řízení dopravy budou po celou dobu rekonstrukce umístěny v níže uvedených místech. Jsou sestaveny z akčních členů – přenosných LED proměnných dopravních značek (dále jen PDZ) a senzorických členů – detektorů dopravy a detektorů cestovních časů (součástí komplexního systému je rovněž provizorní kamerový set, který je umístěn v místě staničení 206,6.

Součástí této technické dokumentace je doplnění nových symbolů, schémat, ale také jednoho dopravního detektoru, který má za cíl vyplnit prostor časté tvorby dopravních kongescí v konkrétním místě, které není v současné chvíli monitorováno a není tak možné detekovat dopravní problém. Doplnění vychází ze zkušeností z provozu tohoto systému od září 2023.

Součástí doplnění jsou zejména:

- doplněny dvě nová schémata, která mají reagovat na časté hustotní vlny, které v konkrétním místě nasazení MLŘD vznikají.
- Nový symbol pro „Průjezd vozidel IZS“, která budou zobrazována v situacích dopravních kolon
- Nový symbol pro poskytování informací o zpoždění ke konkrétnímu staničení ve směru jízdy
- Umístění doplňkového dopravního detektoru ve staničení 210,45 je součástí přílohy „Schémata dopravního značení“.

Řízení provozu je realizováno na základě dopravních dat z instalovaných detektorů dopravy. Konkrétní místo pro řízení provozu (řez) je vždy složen z kombinace dvou přenosných PDZ a detektorů dopravy.

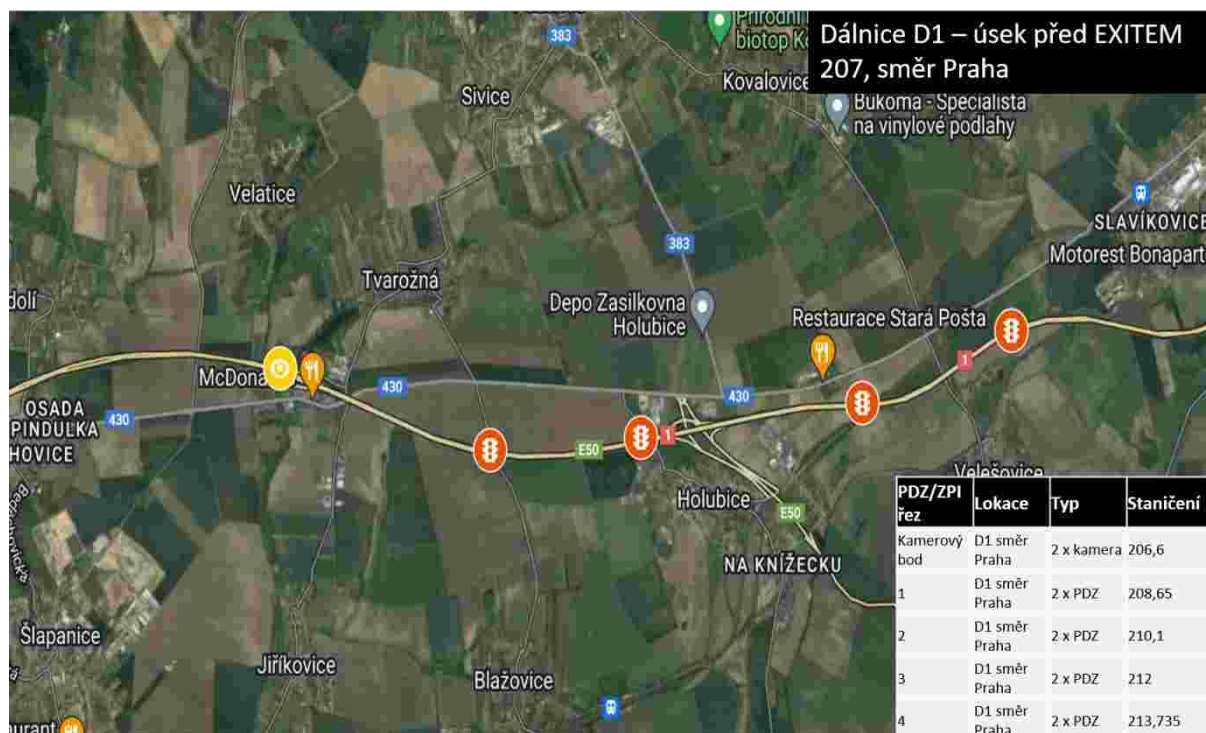
Součástí instalovaného systému je řídicí Software s vizualizací stavu provozu, stavu jednotlivých zařízení a také zobrazovaných symbolů, který je řízení z prostředí ŘSD – NDIC. Do Software mohou být zřízeny přístupy na základě přidělených přístupových práv (VPN ŘSD).

Ukázka řídicího SW je níže.



2 Umístění a rozsah telematického systému

Telematické systémy budou umístěny v jednom směru (jeden SET):



Komunikace: D1 213-207 km směr Praha budou umístěny čtyři řezy PDZ

Staničení:

ŘEZ 1:	208,65 km
ŘEZ 2:	210,10 km
ŘEZ 3:	212,00 km
ŘEZ 4:	213,73 km
Kamerový SET:	206,60 km
Dopravní detektor:	210,45 km
Detektor cestovních časů:	203,20 km

Další podrobnosti telematického systému a umístění jednotlivých komponent jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci „Schémata DZ“, která je PŘÍLOHOU tohoto dokumentu a také níže v tomto dokumentu.

3 Všeobecné požadavky

Všeobecné požadavky vychází z Požadavků na provedení a kvalitu přechodného dopravního značení na dálnicích a rychlostních silnicích ve správě ŘSD ČR. Jmenovitě pak musí být dodržena následující zásady:

Začátek zřizování přechodného dopravního značení musí být předem oznámen příslušné SSÚD/SSÚRS/Správě ŘSD. Bez jeho souhlasu nesmí být práce zahájeny. Zhotovitel je před zahájením prací povinen předat SSÚD/SSÚRS/Správě ŘSD jedno kompletní paré schváleného projektu včetně stanovení přechodné úpravy provozu na pozemní komunikaci dle § 77 zákona č. 361/2000 Sb.

Před zahájením prací musí pracovníci zhotovitele absolvovat školení BOZP u bezpečnostního technika ŘSD. Při zřizování, kontrole, údržbě a rušení přechodného značení musí být dodržována směrnice GŘ ŘSD č. 2/2002 „Pravidla bezpečné práce na dálnicích a rychlostních silnicích“ a „Technologický postup pro provádění přechodného dopravního značení na dálnicích a silnicích pro motorová vozidla ve správě ŘSD ČR“. Pracovníci jsou povinni mít na sobě výstražný oděv odpovídající ČSN EN 471.

Přechodné dopravní značení telematického systému bude **kontrolováno pomocí aplikace pro vzdálenou** správu. Kontrolován bude zejména stav napájecích prvků (akumulátory, palivové články), funkce LED zobrazovačů a funkce dopravních detektorů.

4 Stávající dopravní značení

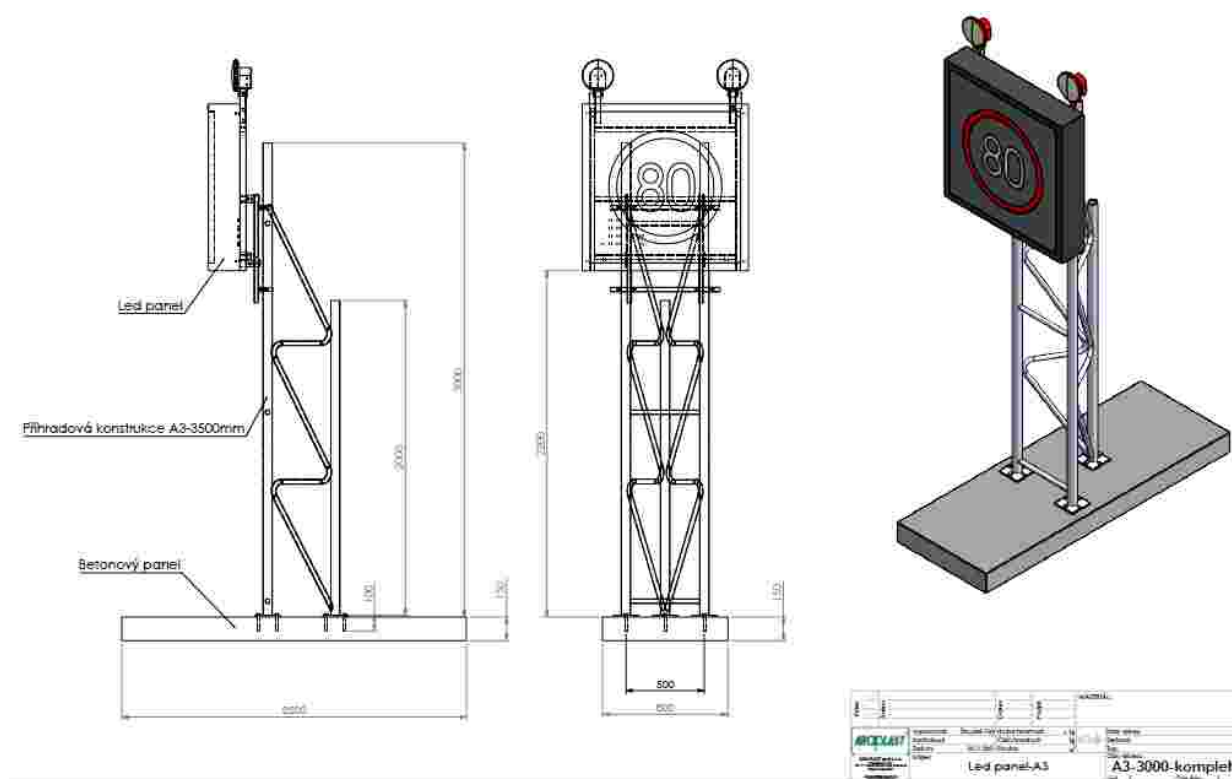
Systém je navržen s ohledem jak na stávající svislé dopravní značení (dodržení minimálních vzdáleností a konflikt zobrazovaných symbolů), tak s ohledem na stanovené dopravně inženýrské opatření.

5 Zobrazované symboly

Zobrazované symboly a princip jejich výběru je detailně popsán v příloze č. 1 tohoto dokumentu a je rovněž součástí žádosti pro stanovení přechodného dopravního značení.

Základní podoba telematického systému „Mobilní řízení dopravy“

Fyzická podoba přenosných proměnných dopravních značek:



Nosná konstrukce:

Nosná konstrukce pro přenosné PDZ LED tvořena příhradovými stojkami, které jsou schváleny ministerstvem dopravy podle § 124 odst. 2 písm. c/ zákona č. 361/2000 Sb. Trojboké příhradové

stojky odpovídají ČSN EN 12899-1. Konstrukce je rozebíratelná, složená ze čtyř pevně nespojených částí – svislé a vodorovné.

Po namontování jsou všechny čtyři části pevně spojeny (šrouby a jiným spojovacím materiálem, který umožňuje rychlou montáž a demontáž).

Při nárazu vozidla dojde k ohnutí nebo ulomení nosné konstrukce od základu v místě koutových svarů. V první fázi nárazu nedojde k oddělení panelu LED od nosné konstrukce. Jednotlivé díly jsou k sobě pevně připevněny několika způsoby (šrouby, řetězy, svorkami). Stojiny jsou pomocí koutových svarů přivařeny na patní desky, které jsou připevněny šrouby k prefabrikovanému základu, který je tvořen železobetonovou konstrukcí

Kovové části konstrukce jsou natřeny použitím odstínu RAL 7042. Povrchová úprava všech částí nosné konstrukce i panelu LED je tak matná, aby nevyvolávala omezující nebo oslepující oslnění.

5.1 Grafické provedení použitých symbolů a textů

5.2 Symboly PDZ



B20a (100)



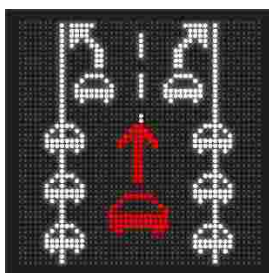
A23 + E7



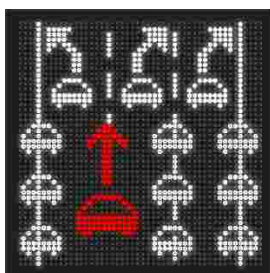
A23 + E13
RIZIKO



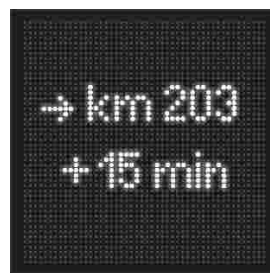
A27 + E3a
(Lokace událost)



Průjezd pro IZS
Dvoupruh



Průjezd pro IZS
Třípruh



Informace o
zdržení
Lokace + údaj o
zdržení

5.3 Písmo a texty pro dodatkovou tabulku



5.4 Použitá výstražná světla

Na nosné konstrukci nad PDZ jsou upevněna dvě výstražná světla třídy L8H dle ČSN EN 12 352 s LED. Světla tvoří signál S 7, blikající současně s frekvencí $50 \pm 10 \text{ min}^{-1}$.

Jedná se o signalizační dvojsvětlo LED 200 H společnosti DYNASIG, spol. s r.o.

PDZ a výstražná jsou schváleny podle § 124 odst. 2 písm. c/ zákona č. 361/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

5.5 Použité řídicí algoritmy systému

Řídicí scénáře vycházejí z funkčních schémat, které jsou zobrazeny v tabulce 1 níže.

Obecný popis

Systém pracuje v minutových intervalech a pro spínání a vypínání funkčních schémat využívá vstupní hodnoty (prahové hodnoty), které jsou nejdříve před instalací systému nastaveny dle průměrných intenzit v dané lokalitě. Jednotlivé prahové hodnoty systému jsou v centrálním řídicím systému uživatelsky nastavitelné. V průběhu fungování systému byly prahové hodnoty upravovány do současné podoby, která je uvedena níže. Úpravy probíhaly s ohledem na chování dopravního proudu v konkrétní uzavírci, resp. Před dopravní uzavírkou. Prahové hodnoty systému jsou závislé na konkrétním vedení dopravy a také neproměnnými parametry vozovky (stoupání, klesání apod.). Chování systému se průběžně vyhodnocuje a prahové hodnoty mohou být postupně upravovány do cílové podoby.

Na základě zkušeností z konkrétního místa instalace bylo přistoupeno k návrhu nových schémat, která do současné doby nebyly aplikována. Jedná se o situaci, kdy v dopravě dochází k tzv. šokovým vlnám neboli vzdouvání. Při těchto dopravních situacích není systém schopen adekvátně rychle reagovat na čelo kolony a dochází k problematickému zobrazování platných schémat, které nejsou pro konkrétní dopravní situaci relevantní. Z tohoto důvodu byly navrženy nové algoritmy a také schémata.

	Poznámka	Řez 4	Řez 3	Řez 2	Řez 1	Poznámka
Umístění před příčnou uzavěrou		3600-4200m + plná detekce	2600-3400m + plná detekce	1800-2200m + plná detekce	800-1200m + plná detekce	plná detekce 300-500 m kamery 100 m
Priorita 10000						
Schéma 1		–	–	B20a (100)	B20a (100)	bez kolony + int/obs > X1
Schéma 2			B20a (100)	B20a (100)	B20a (100)	bez kolony + int/obs > X2
Schéma 3		B20a (100)	B20a (100)	B20a (100)	A23+E13 (RIZIKO)	riziko kolony + int/obs > X3
Schéma 4		B20a (100)	B20a (100)	A23+E13 (RIZIKO)	A23 +E7	čelo kolony mezi uzavírkou a řezem 1
Schéma 5		B20a (100)	A23+E13 (RIZIKO)	A23+E7	ZPI Průjezd IZS	čelo kolony mezi řezem 1 řezem 2
Schéma 6		A23+E13 (RIZIKO)	A23+E7	ZPI Průjezd IZS	ZPI Zdržení	čelo kolony mezi řezem 2 a řezem 3
Schéma 7		A23+E7	ZPI Průjezd IZS	ZPI Zdržení	ZPI Průjezd IZS	čelo kolony mezi řezem 3 a řezem 4
Schéma 8		ZPI Průjezd IZS	ZPI Zdržení	ZPI Průjezd IZS	ZPI Zdržení	čelo kolony mezi řezem 4 a inf. vozíkem
Schéma 9		B20a (100)	A23	B20a (100)	A23	Vzdouvání 1
Schéma 10		B20a (100)	A23	B20a (80)	A23	Vzdouvání 2 Kolona v PJP (za řezem 2)
Schéma 11		B20a (80)	A23	B20a (80)	A23	Vzdouvání 3 Kolona v PJP (za řezem 4)
Priorita 5000						
Schéma 12		A27+E3a	A27+E3a	A27+E3a	A27+E3a	doplnění prázdných polí v případě nehody
Priorita 0						
Schéma 0		–	–	–	–	bez kolony + int/obs < X1

Tabulka 1: Funkční schémata (pozn. Pro účely instalace tohoto konkrétního systému jsou po dohodě zvětšeny vzdálenosti mezi konkrétními řezy PDZ).

Pozn. Nově navrhovaná schémata a symboly jsou zobrazeny červeně.

Ovládání systému

Systém primárně funguje v automatickém režimu. Reaguje na konkrétní parametry dopravního proudu:

V NDIC prostřednictvím řídicího SW (červené tlačítko) je možné systém uvést do schématu 0 – klidového režimu.

Systém má tyto funkce:

- Harmonizace dopravního proudu – Schéma 1-3
- Varování před kolonou – Schéma 4-8
- Vzduchování (Šokové vlny) – Schéma 9-11
- Nehoda – Schéma 11 – Systém zobrazuje symbol nehody na základě generované dopravní události prostřednictvím ALERT C publikovaného NDIC.

Ukládání dat systémem

Data jsou ukládána ve dvou stupních agregace:

- surová data pro agregaci a využití při výpočtech agregovaných dat (využití až cca 15 min zpět např. u BT detektorů) a v minutových agregacích. Delší agregace skládány z minutových dle aktuální potřeby při vyhodnocování konkrétních podmínek rozhodovacího algoritmu.
- Delší agregace se „skládají“ z minutových (1) sčítáním (veškeré intenzity a PCE) nebo (2) aritmetickým průměrem (cestovní časy, rychlosti, obsazenost, odstupy),

Pro vyhodnocování podmínek je využíváno dvojitého exponenciálního vyhlazování, které dává starším hodnotám exponenciálně nižší vliv (rychlost „zapomínání“ je průběžně optimalizována, aby model co nejlépe odpovídal empirickým datům) a umožňuje odhadnout krátkodobý trend a na jeho základě i následující hodnotu posloupnosti. Pro podmínky sledující změnu schématu na nižší stupeň je využíváno vyhlazených hodnot bez predikce, pro podmínky sledující změnu schématu na vyšší stupeň je využíváno i hodnot predikovaných pro následující krok.

Vyhodnocované údaje (všechny údaje se ukládají do databáze pro pozdější vyhodnocování):

- Cestovní čas (TT) pro každý segment mezi Detektory cestovních časů (údaje jsou vyhodnocovány také pro jednotlivé úseky (zpoždění v uzavírcce, celkem v dotčené oblasti apod.).
- Aritmetický průměr rychlosti pro každý jízdní pruh a celkem v každém měřeném profilu). Kategorie vozidel: OS, SN, TN + celkem.
- Harmonický průměr rychlosti pro každý jízdní pruh a celkem v každém měřeném profilu. Kategorie vozidel: OS, SN, TN + celkem.
- 85 % kvantil rychlosti pro každý jízdní pruh a celkem v každém měření profilu. Kategorie vozidel: OS, SN, TN + celkem.
- Průměrná cestovní rychlost na segmentu spočítaná z cestovního času dle detektoru cestovního času (TT) a délky mezi-řezového segmentu.
- Intenzita dopravního proudu v každém měřeném řezu vždy pro každý jízdní pruh zvlášť a celkem, vždy pro každou kategorii zvlášť a celkem. Kategorie vozidel: OS: do 6 metrů, LN: 6–12 m, NA: +12 m
- Intenzita v PCE (ekvivalent jednotkových vozidel) v každém měřeném profilu vždy pro každý jízdní pruh zvlášť a celkem. Pro kategorie SN a TN musí být definovány přepočtové koeficienty $PCE_{SN} = 1,5$ (Uživatelsky definovaná hodnota) a $PCE_{TN} = 2$ (Uživatelsky definovaná hodnota).

- Obsazenost v každém řezu pro každý pruh a celkem. Jedná se o podíl času, kdy se v měřeném řezu detektoru nachází vozidlo. Pro každý pruh zvlášť + celkem. Jde o součet časů záznamů vozidla děleno délkou intervalu ve stejných jednotkách (bezrozměrná jednotka) krát 100 (hodnota v procentech).

Přechody mezi schématy

1) Harmonizace – Schéma 1-3

Pro vstup do harmonizačních schémat jsou především využívány data z detektorů na řezu 0 a řezu 4. Redundantně (v případě výpadku detektoru v řezech 3, případně 2).

Jednotlivá harmonizační schémata se spouští na základě překročení hraničních hodnot pravděpodobnosti vzniku kolony. Do výpočtu pravděpodobnosti vstupují intenzita, obsazenost řezu a složení dopravního proudu. Intenzita v kombinaci se skladbou dopravního proudu formou PCE.

Pro snížení harmonizačního schématu na nižší stupeň (vč. schéma 0 – vypnutí) nesmí po dobu 3 minut (uživatelsky nastavitelná hodnota) být překročena hranice pro libovolný stupeň vyšší, než na který má schéma klesnout.

Model pro výpočet pravděpodobnosti bude průběžně v rámci instalace aktualizován, konkrétní délka agregačního intervalu a kombinace a koeficienty jednotlivých veličin se tak mohou měnit na základě získaných dat a jejich průběžným vyhodnocením.

Redundance (případ výpadku dopravního detektoru):

V případě nárůstu cestovního času nad hodnotu odpovídající rychlosti 60 km/h v průměru za 3 minuty (tj. rychlost klesne v průměru pod 60 km/h) na základě dat z BT detektorů (dle TT a vzdálenosti BT detektorů) v prostoru uzavírky se systém přepíná na schéma 3 (hrozí rozvoj kolony vzniklé v uzavírci).

Default nastavení prahových hodnot pro:

Schéma 1 – PCE: 1950 JV/h (uživatelsky definovaná hodnota), Obsazenost: 20-22 % (uživatelsky definovaná hodnota)

Schéma 2 – PCE: 2400 JV/h (uživatelsky definovaná hodnota), Obsazenost: 24-26 % (uživatelsky definovaná hodnota),

Schéma 3 – PCE: 2750 JV/h (uživatelsky definovaná hodnota), Obsazenost: 26-30 % (uživatelsky definovaná hodnota),

2) Varování před kolonou – Schéma 4-8

Aby byla v daném řezu detekována přítomnost kolony a aplikováno tomu odpovídající schéma, musí průměrná minutová rychlost zůstat 2 minuty (uživatelsky definovaná hodnota) po sobě pod hraniční hodnotou 40 km/h (uživatelsky definovaná hodnota) v kterémkoliv jízdním pruhu. Pro deaktivaci kolonového schématu na nižší stupeň musí rychlost dopravního proudu stoupnout nad hodnotu 55 km/h ve dvou po sobě jdoucích minutách.

Redundance (případ výpadku dopravního detektoru):

Cestovní čas v segmentu vzroste po dobu 2 po sobě jdoucích minut (uživatelsky definovaná hodnota) o více než 30 % (uživatelsky definovaná hodnota) oproti menší z hodnot a) dlouhodobý průměr daného segmentu za běžného provozu b) cestovní doba odpovídající aktuální nejvyšší dovolené rychlosti.

Krizové scénáře:

V případě výpadku komunikace s PDZ, které je umístěno na pravé straně komunikace po dobu delší než 10 přechází celý systém do schématu 0.

3) Vzdouvání – Schéma 9-11

Algoritmus pro detekci šokových vln je navržen pro efektivní řízení dopravy, zejména v situacích s nepravidelnými hustotními vlnami a kolonami. Následující body popisují klíčové aspekty tohoto algoritmu včetně nově implementovaného rozpoznávání rozdílů v rychlostech mezi jízdními pruhy.

A. Schémata Řízení Dopravy:

Algoritmus zahrnuje tři základní schémata pro řízení dopravy:

- **Schéma 9** (řízení dopravy ve druhé polovině úseku)
- **Schéma 10** (řízení dopravy v první polovině nebo celém úseku).

B. 2. Logika Použití Schémat:

Schéma s vyšším číslem má vždy přednost a je aktivováno na základě analýzy dopravního proudu a detekovaných rychlostí a obsazenosti.

Podmínky pro Aktivaci Systému:

- **Schéma 9** se aktivuje, pokud jsou zaznamenány významné poklesy průměrných rychlostí na určených profilech. Na řezech 3 nebo 4 je alespoň 2x zaznamenána průměrná rychlost nižší než 70 km/h během posledních 5 minut, nebo na profilech 3 nebo 4 je 5x zaznamenána průměrná rychlost nižší než 90 km/h během posledních 10 minut.
- **Schéma 10 a 11** reaguje na podobné podmínky v různých částech úseku. Základní podmínkou je že na více než jednom řezu dojde k poklesu rychlosti pod 60 km/h (uživatelsky) alespoň 2x za posledních 5 minut, nebo 5x za posledních 10 minut.

C. Detekce kolon na základě rychlosti v Jízdních pruzích:

Pro schéma 10 a 11, pokud je v pravém jízdním pruhu detekována průměrná rychlost o 30 km/h (uživatelsky definovaná hodnota) nižší než v levém jízdním pruhu po dobu alespoň 5 minut a zároveň je průměrná rychlost levého jízdního pruhu menší než 70 km/h na více než jednom řezu. Tyto (vedle jiných podmínek) podmínky se považují za indikaci kolony v pravém pruhu.

Podmínky pro Deaktivaci Systému:

Pokud po dobu 10 minut nejsou splněny podmínky pro aktivaci, dochází k deaktivaci schématu.

6 Výběr konkrétních lokalit pro umístění přenosných PDZ

6.1 Řez 1 – PDZ

Staničení: 208,65 (D1)

GPS: 49.18065, 16.78298

Vybavení řezu:

PDZ-P:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Palivové články, Baterie 400 Ah, solární články
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Palivové články, posílené napájecí kazety (bez nutnosti doplňování paliva a výměny akumulátorů 12 týdnů), Baterie 400 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

Doprovodné foto:



6.2 Řez 2 – PDZ

Staničení: 210,10 (D1)
GPS: 49.18143, 16.80256

Vybavení řezu:

PDZ-P:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 400 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Baterie 400 Ah, Solární zdroj napájení
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

Doprovodné foto:



6.3 Řez 3 - PDZ

Staničení: 212,00 (D1)
GPS: 49.18373, 16.83115

Vybavení řezu:

PDZ-P:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: ANO

- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 420 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Zásuvková skříň 220 V, Baterie 300 Ah (záloha 5 dní)
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

Doprovodné foto:



6.4 Řez 4 - PDZ

Staničení: 213,73 m (D1)

GPS: 49.18847, 16.85056

Vybavení řezu:

PDZ-P:

- Dopravní detektor: Plná detekce
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 420 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: NE
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 420 Ah

- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE

Doprovodné foto:



6.5 Řez – Doplnkový dopravní detektor

Staničení: 210,45 vlevo (D1)

GPS: 49.181871, 16.807205

Vybavení řezu:

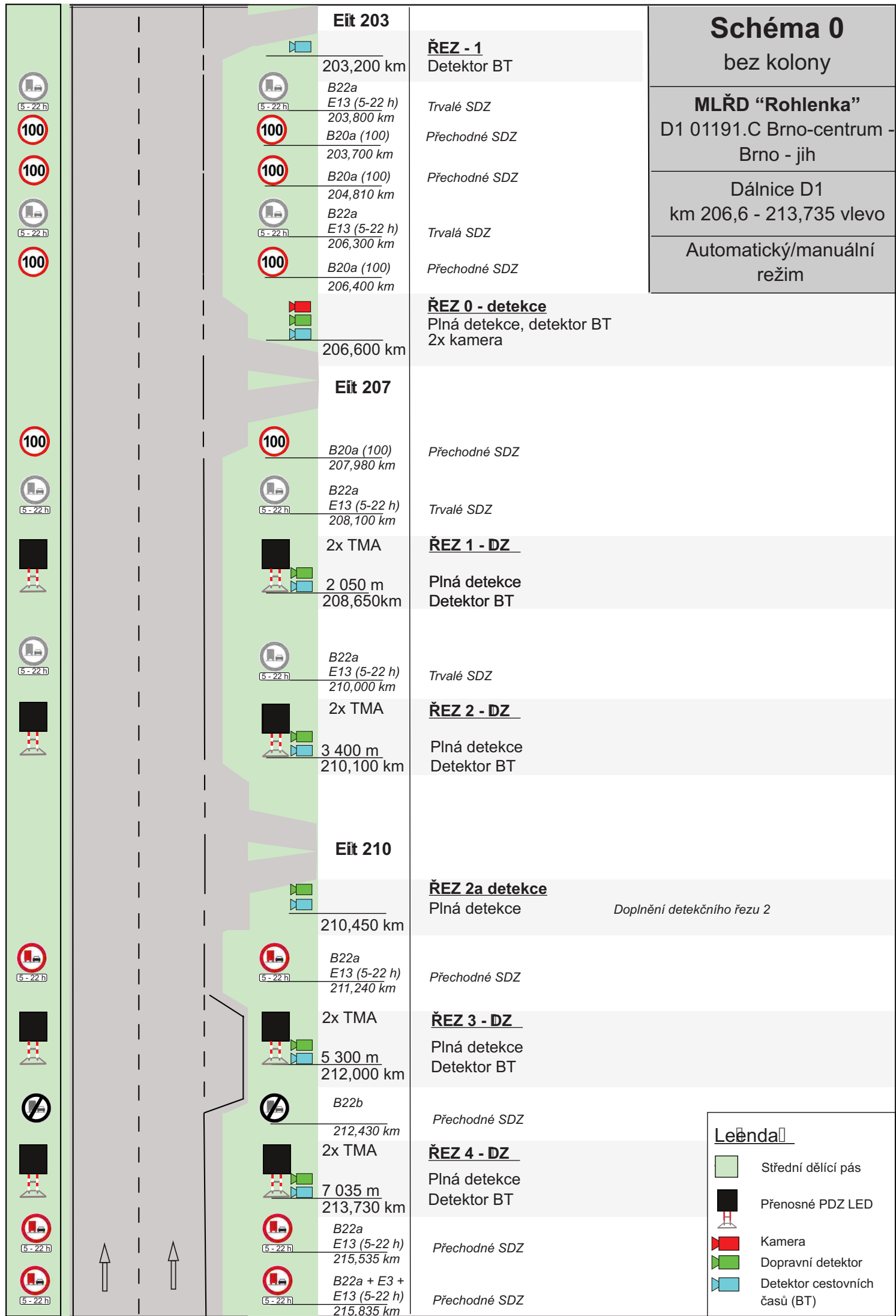
Dopravní detektor – doplnění:

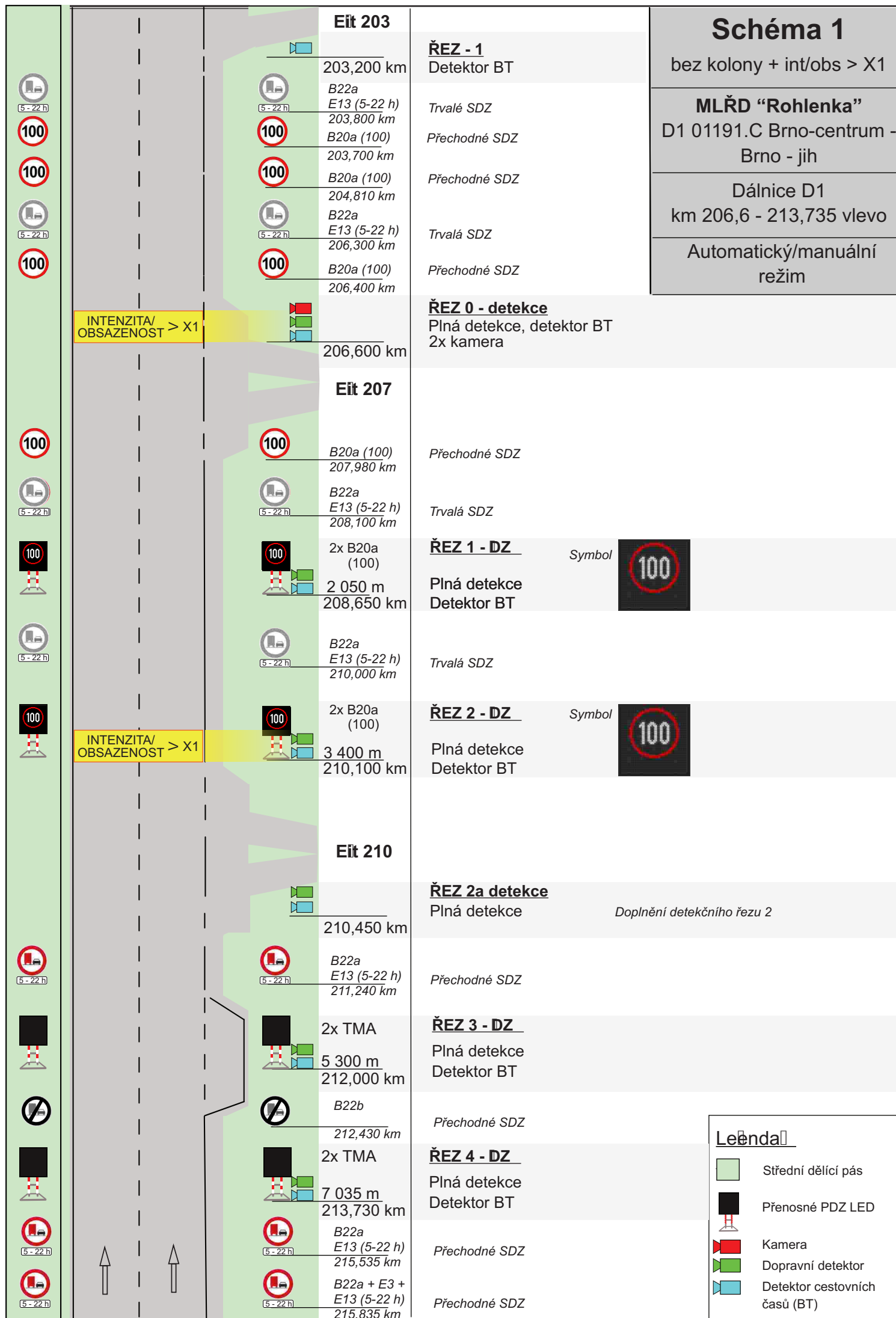
- Dopravní detektor: Plná detekce
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 420 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

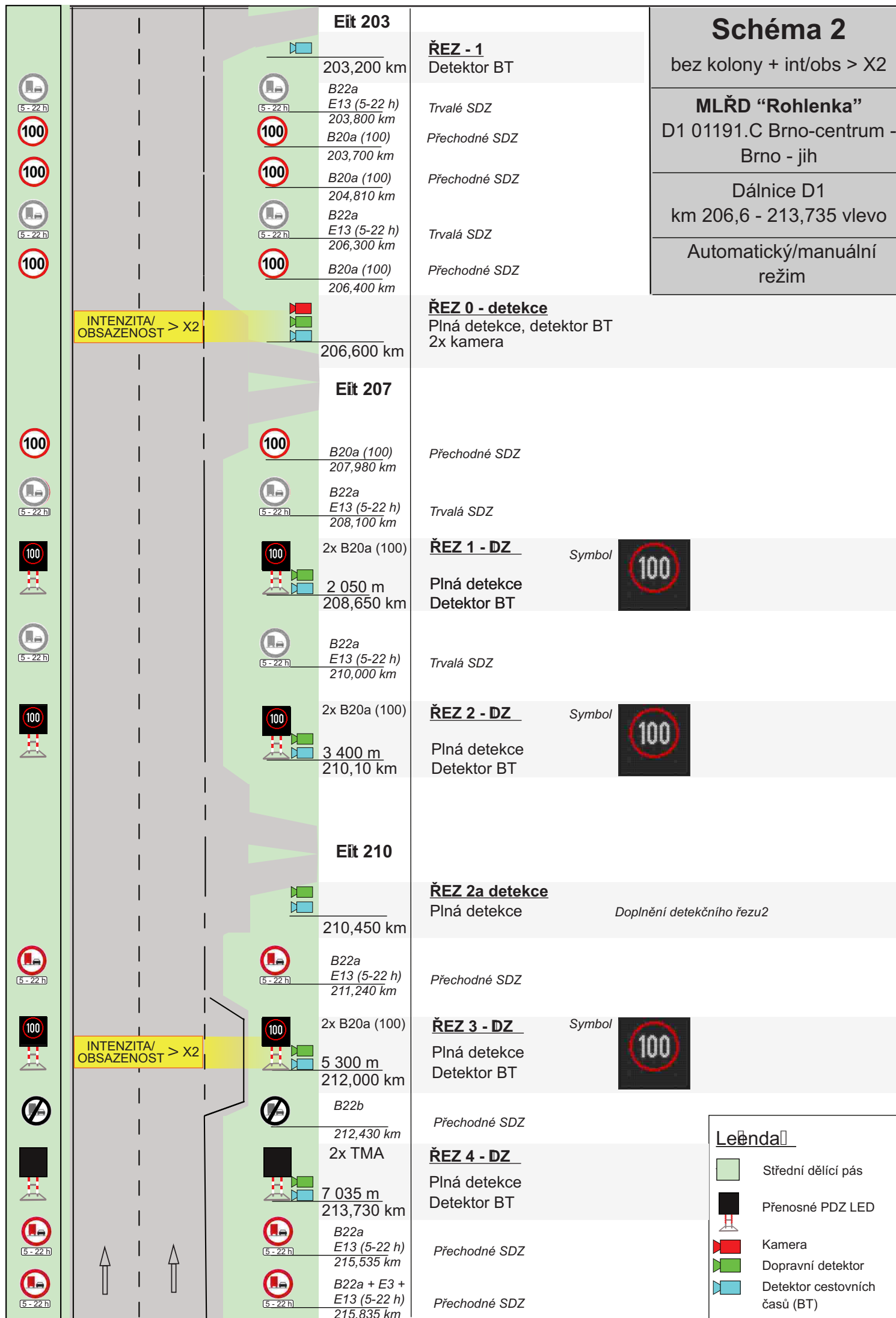


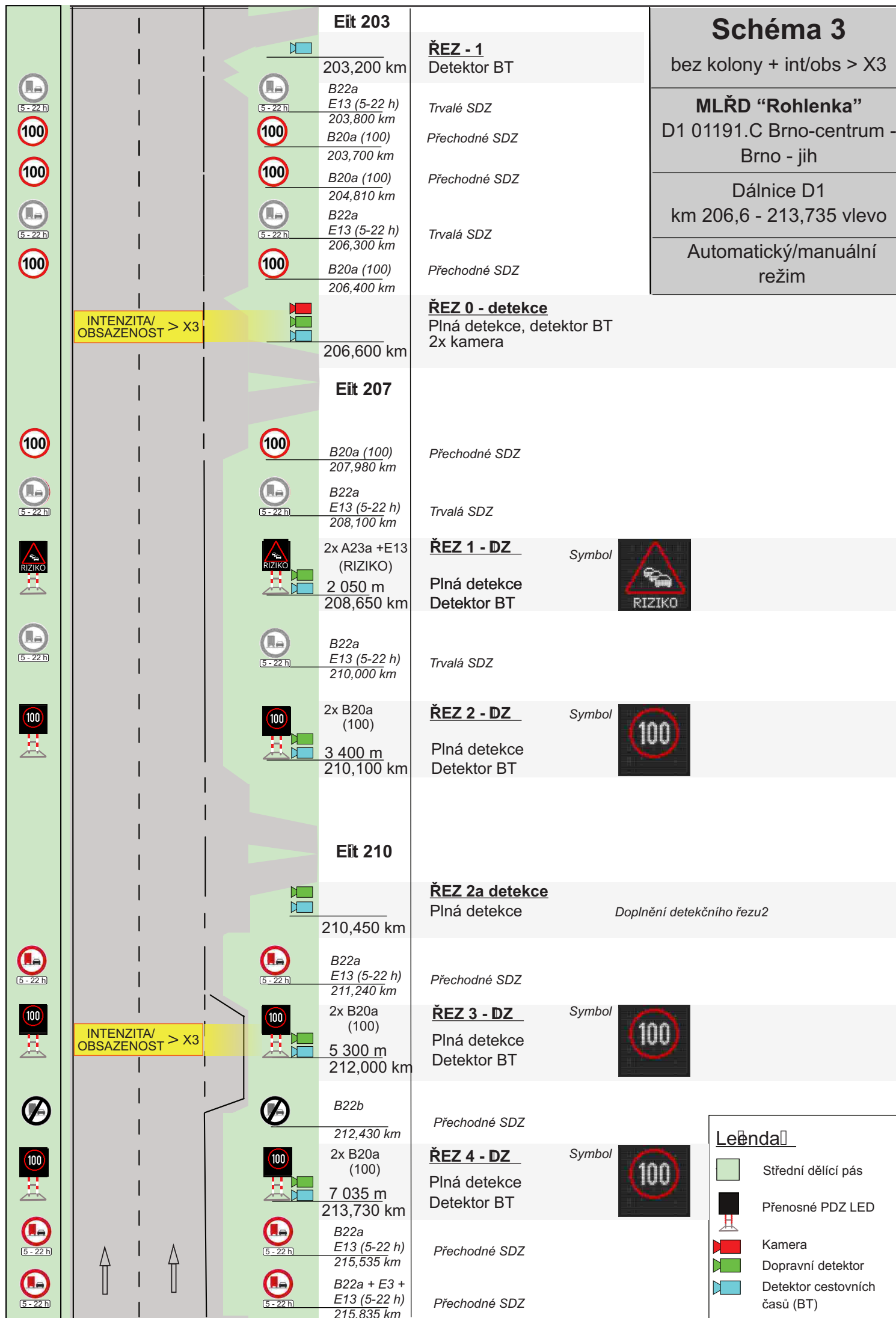
Úsekové staničení: 350 m	
Provozní staničení: 210.275 km	
Staničení dle kilometrovniku: 210.453 km	
Komunikace: D1 2 (210.6 - 210.2km)	
Úsek: 2443A168032443A16804	
Délka úseku: 454 m	

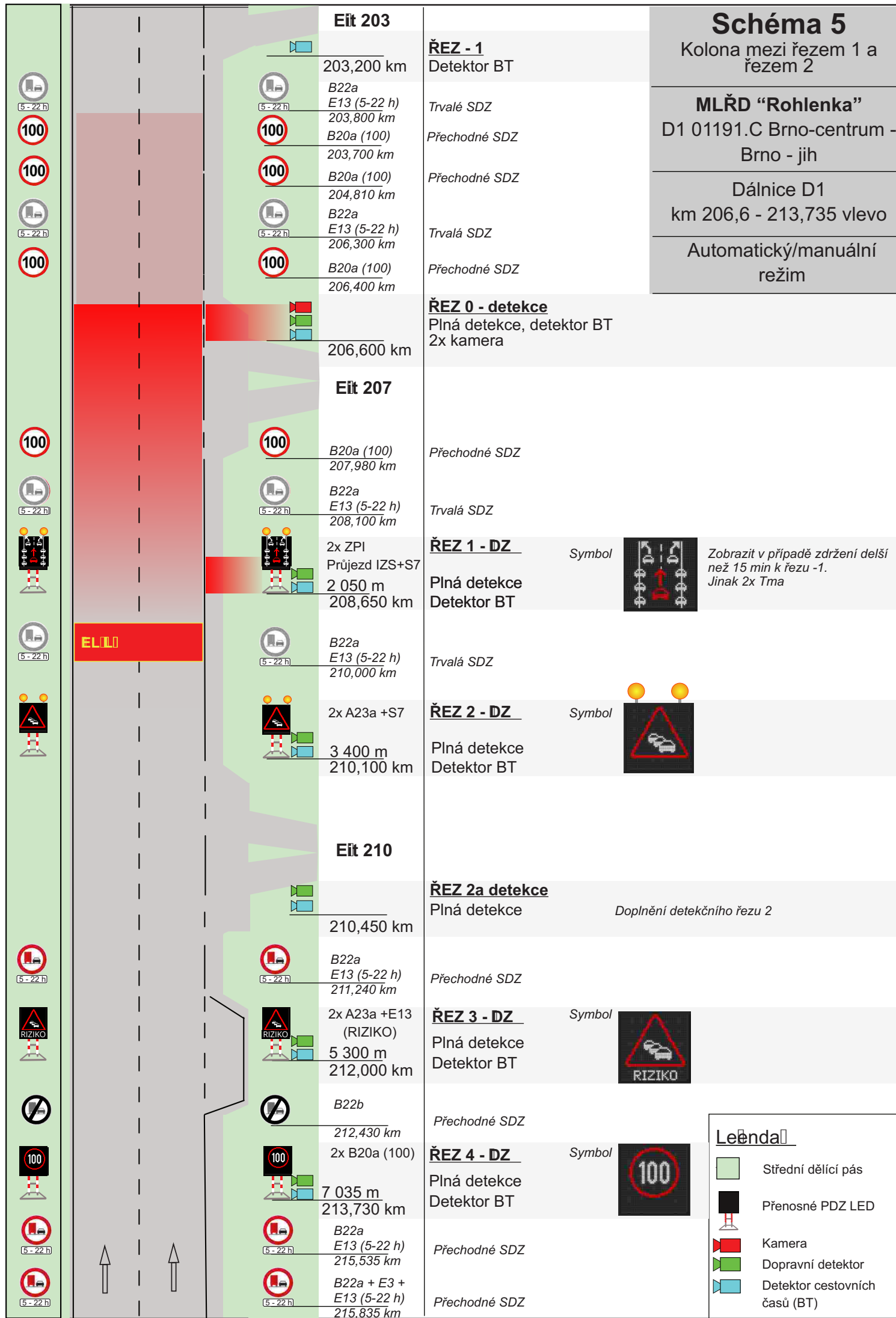


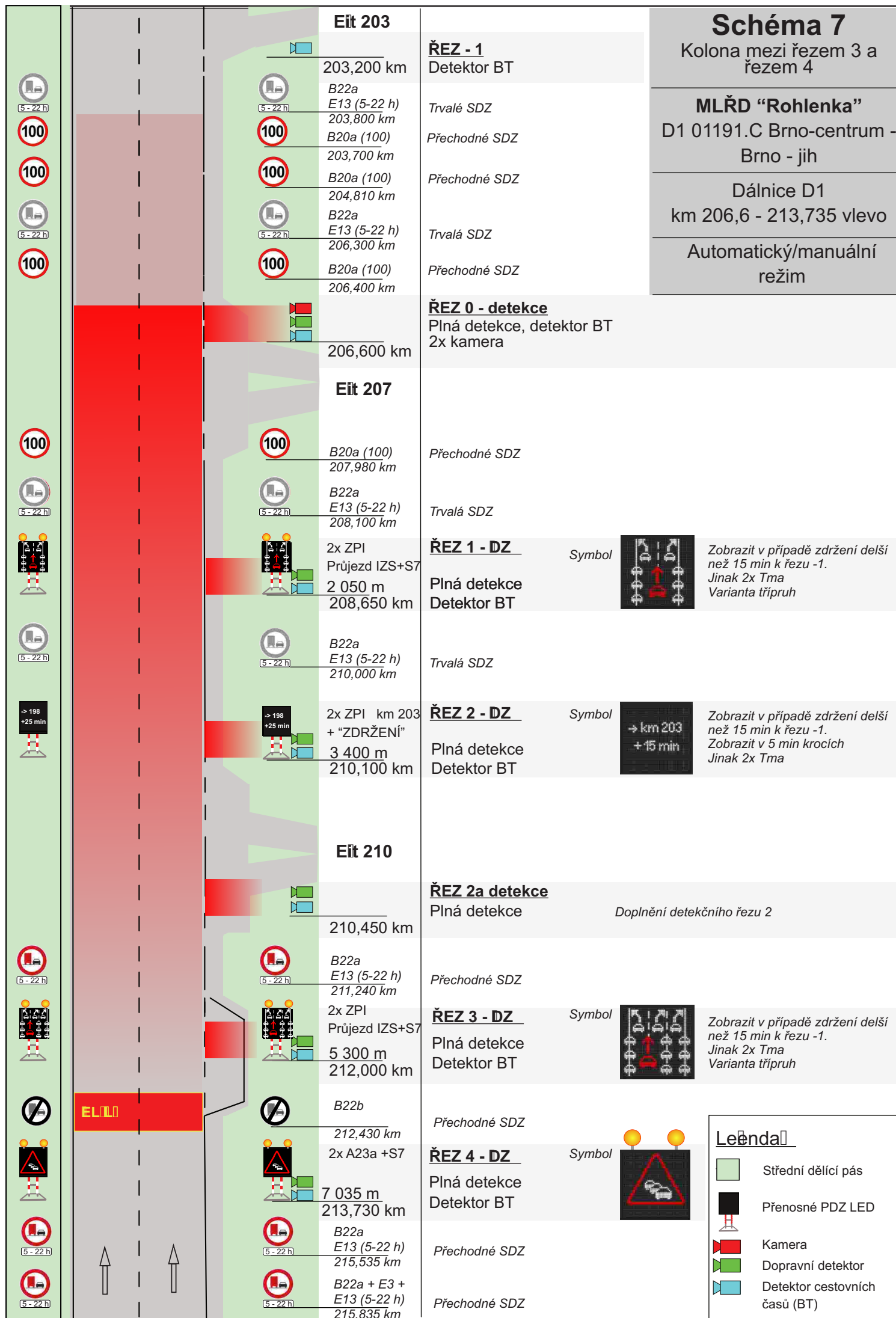


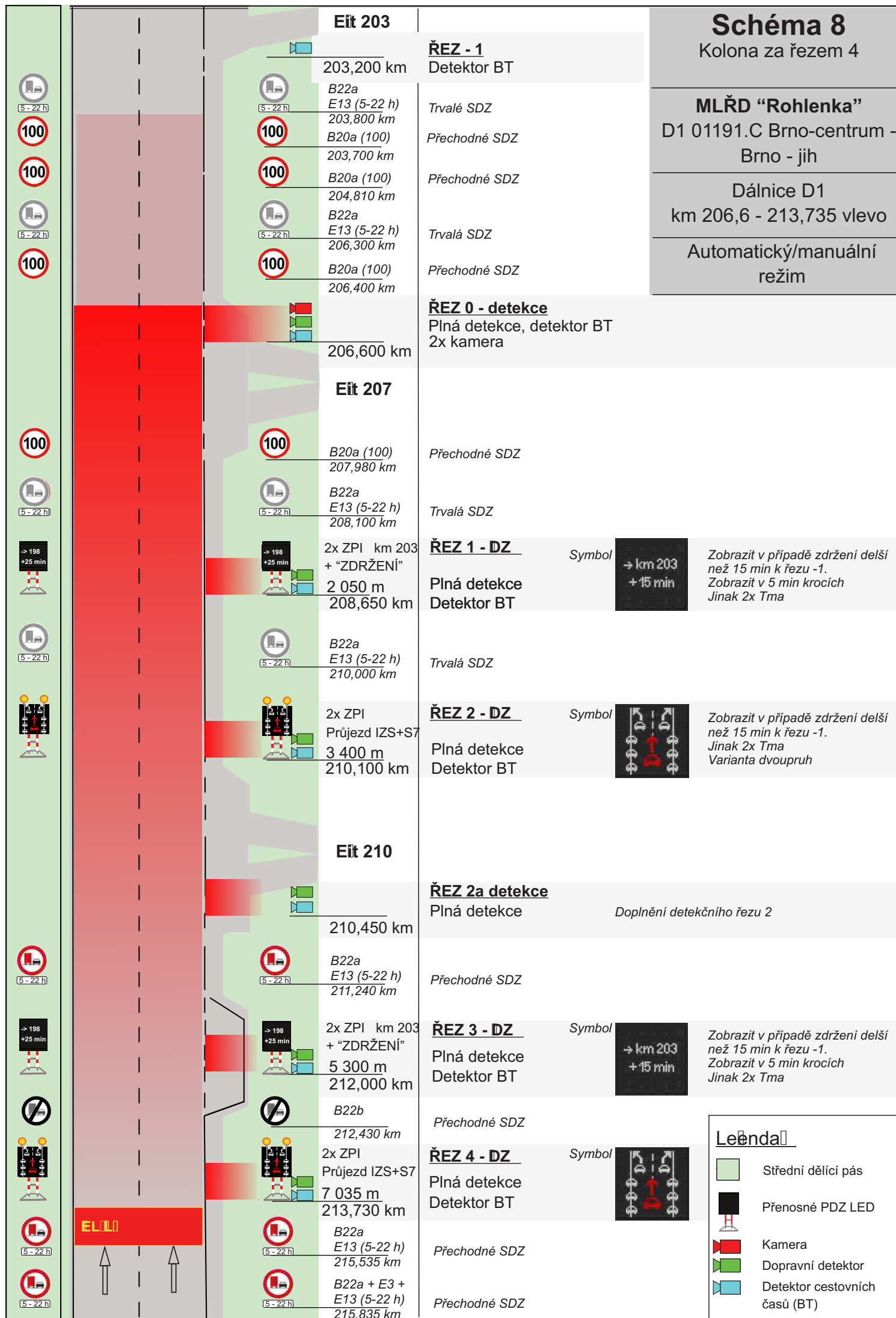












TECHNICKÁ ZPRÁVA – verze 2

Mobilní řízení dopravy **MLŘD – D1 01191.C Brno-centrum – Brno-jih (etapa 0C)** **Dálnice D2 – km 11–1**

Identifikační údaje:

Investor:	ŘSD ČR
Zhotovitel DIO:	ZNAKOM s.r.o.
Projektant PDZ části:	Mobility and Intelligence s.r.o.
Vypracoval:	Mgr. Marek Ščerba
Datum:	12/2023

Obsah

Identifikační údaje:.....	1
1 Úvod	3
2 Umístění a rozsah telematického systému	4
3 Všeobecné požadavky	4
4 Stávající dopravní značení	5
5 Zobrazované symboly.....	5
5.1 Grafické provedení použitých symbolů a textů.....	6
5.2 Symboly PDZ.....	6
5.3 Písmo a texty pro dodatkovou tabulku	7
5.4 Použitá výstražná světla	7
5.5 Použité řídicí algoritmy systému	7
6 Výběr konkrétních lokalit pro umístění přenosných PDZ.....	12
6.1 Řez 1a – PDZ	12
6.2 Řez 2a – PDZ	13
6.3 Řez 3a - PDZ.....	14
6.4 Řez 4a - PDZ.....	15

1 Úvod

Předmětem technické zprávy je popis mobilního řídicího systému, který bude instalován v jednom směru na dálnici D2 v místě staničení 11–1 vlevo.

Systémy mobilního řízení dopravy budou po celou dobu rekonstrukce umístěny v níže uvedených místech. Jsou sestaveny z akčních členů – přenosných LED proměnných dopravních značek (dále jen PDZ) a senzorických členů – detektorů dopravy a detektorů cestovních časů (součástí komplexního systému je rovněž provizorní kamerový set, který je umístěn v místě staničení 2,2.

Součástí této technické dokumentace je doplnění nových symbolů a schémat. Doplnění vychází ze zkušeností z provozu tohoto systému od září 2023.

Součástí doplnění jsou zejména:

- doplněny dvě nová schémata, která mají reagovat na časté hustotní vlny, které v konkrétním místě nasazení MLŘD vznikají.
- Nový symbol pro „Průjezd vozidel IZS“, která budou zobrazována v situacích dopravních kolon
- Nový symbol pro poskytování informací o zpoždění ke konkrétnímu staničení ve směru jízdy

Řízení provozu bude realizováno na základě dopravních dat z instalovaných detektorů dopravy. Konkrétní místo pro řízení provozu (řez) je vždy složen z kombinace dvou přenosných PDZ a detektorů dopravy.

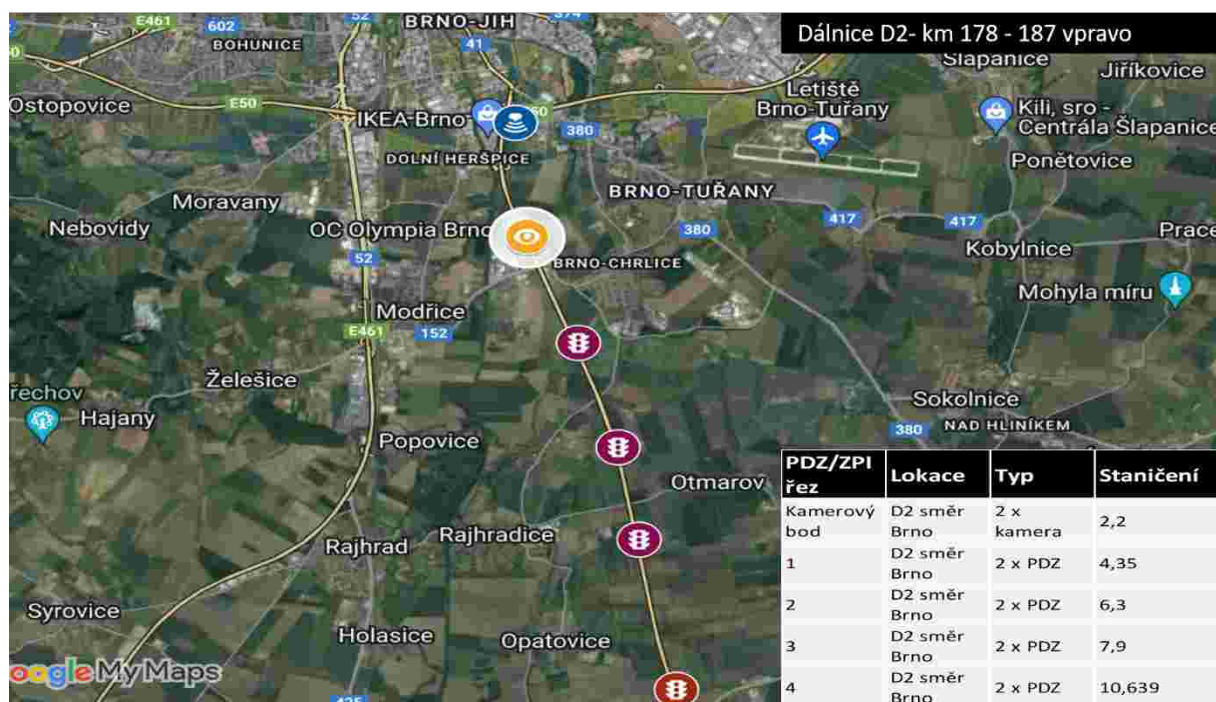
Součástí instalovaného systému je řídicí Software s vizualizací stavu provozu, stavu jednotlivých zařízení a také zobrazovaných symbolů, který je řízen z prostředí ŘSD – NDIC. Do Software mohou být zřízeny přístupy na základě přidělených přístupových práv (VPN ŘSD).

Ukázka řídicího SW je níže.



2 Umístění a rozsah telematického systému

Telematické systémy budou umístěny v jednom směru (jeden SET):



Komunikace: D2, směr Brno budou umístěny čtyři řezy PDZ

Staničení:

Řez 1:	4,35 km
Řez 2:	6,30 km
Řez 3:	7,90 km
Řez 4:	10,63 km
Kamerový SET:	2,20 km
Detektor cestovních časů:	1,00 km

Další podrobnosti telematického systému jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci, která je součástí tohoto dokumentu níže.

3 Všeobecné požadavky

Všeobecné požadavky vychází z Požadavků na provedení a kvalitu přechodného dopravního značení na dálnicích a rychlostních silnicích ve správě ŘSD ČR. Jmenovitě pak musí být dodržena následující zásady:

Začátek zřizování přechodného dopravního značení musí být předem oznámen příslušné SSÚD/SSÚRS/Správě ŘSD. Bez jeho souhlasu nesmí být práce zahájeny. Zhotovitel je před zahájením prací povinen předat SSÚD/SSÚRS/Správě ŘSD jedno kompletní paré schváleného projektu včetně stanovení přechodné úpravy provozu na pozemní komunikaci dle § 77 zákona č. 361/2000 Sb.

Před zahájením prací musí pracovníci zhotovitele absolvovat školení BOZP u bezpečnostního technika ŘSD. Při zřizování, kontrole, údržbě a rušení přechodného značení musí být dodržována směrnice GŘ ŘSD č. 2/2002 „Pravidla bezpečné práce na dálnicích a rychlostních silnicích“ a „Technologický postup pro provádění přechodného dopravního značení na dálnicích a silnicích pro motorová vozidla ve správě ŘSD ČR“. Pracovníci jsou povinni mít na sobě výstražný oděv odpovídající ČSN EN 471.

Přechodné dopravní značení telematického systému bude **kontrolováno pomocí aplikace pro vzdálenou** správu. Kontrolován bude zejména stav napájecích prvků (akumulátory, palivové články), funkce LED zobrazovačů a funkce dopravních detektorů.

4 Stávající dopravní značení

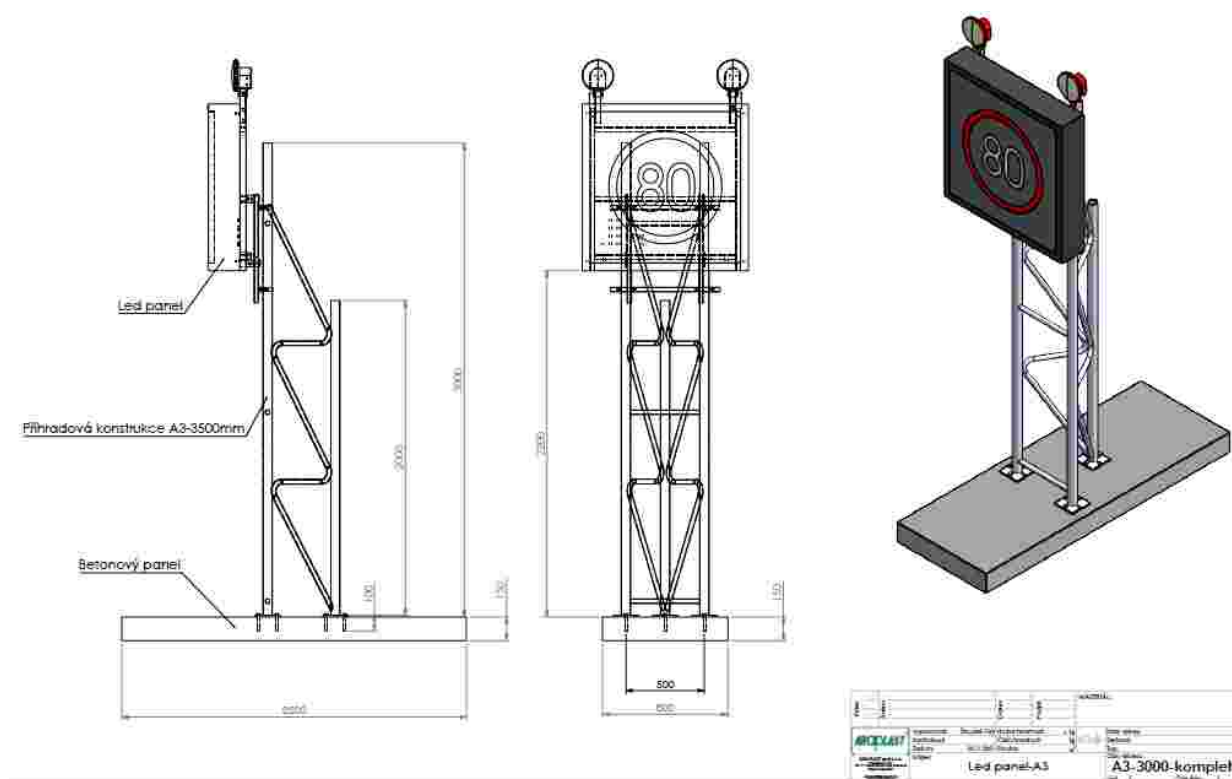
Systém je navržen s ohledem jak na stávající svislé dopravní značení (dodržení minimálních vzdáleností a konflikt zobrazovaných symbolů), tak s ohledem na stanovené dopravně inženýrské opatření.

5 Zobrazované symboly

Zobrazované symboly a princip jejich výběru je detailně popsán v příloze č. 1 tohoto dokumentu a je rovněž součástí žádosti pro stanovení přechodného dopravního značení.

Základní podoba telematického systému „Mobilní řízení dopravy“

Fyzická podoba přenosných proměnných dopravních značek:



Nosná konstrukce:

Nosná konstrukce pro přenosné PDZ LED tvořena příhradovými stojkami, které jsou schváleny ministerstvem dopravy podle § 124 odst. 2 písm. c/ zákona č. 361/2000 Sb. Trojboké příhradové

stojky odpovídají ČSN EN 12899-1. Konstrukce je rozebíratelná, složená ze čtyř pevně nespojených částí – svislé a vodorovné.

Po namontování jsou všechny čtyři části pevně spojeny (šrouby a jiným spojovacím materiálem, který umožňuje rychlou montáž a demontáž).

Při nárazu vozidla dojde k ohnutí nebo ulomení nosné konstrukce od základu v místě koutových svarů. V první fázi nárazu nedojde k oddělení panelu LED od nosné konstrukce. Jednotlivé díly jsou k sobě pevně připevněny několika způsoby (šrouby, řetězy, svorkami). Stojiny jsou pomocí koutových svarů přivařeny na patní desky, které jsou připevněny šrouby k prefabrikovanému základu, který je tvořen železobetonovou konstrukcí

Kovové části konstrukce jsou natřeny použitím odstínu RAL 7042. Povrchová úprava všech částí nosné konstrukce i panelu LED je tak matná, aby nevyvolávala omezující nebo oslepující oslnění.

5.1 Grafické provedení použitých symbolů a textů

5.2 Symboly PDZ



B20a (100)



B20a (80)



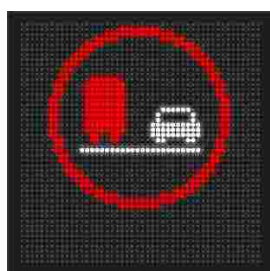
A23 + E7



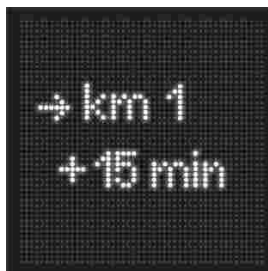
A23 + E13
RIZIKO



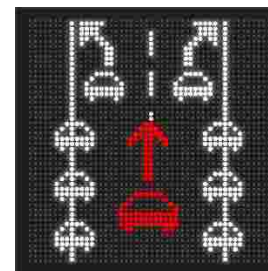
A27 + E3a
(Lokace událost)



A27 + E3a
(Lokace událost)



Informace o
zdržení
Lokace + údaj o
zdržení



Průjezd pro IZS
Dvoupruh

5.3 Písmo a texty pro dodatkovou tabulku



5.4 Použitá výstražná světla

Na nosné konstrukci nad PDZ jsou upevněna dvě výstražná světla třídy L8H dle ČSN EN 12 352 s LED.

Světla tvoří signál S 7, blikající současně s frekvencí $50 \pm 10 \text{ min}^{-1}$.

Jedná se o signalizační dvojsvětlo LED 200 H společnosti DYNASIG, spol. s r.o.

PDZ a výstražná jsou schváleny podle § 124 odst. 2 písm. c/ zákona č. 361/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

5.5 Použité řídicí algoritmy systému

Řídicí scénáře vycházejí ze schválených funkčních schémat, které jsou ukázány v tabulce 1 níže.

Obecný popis

Systém pracuje v minutových intervalech a pro spínání a vypínání funkčních schémat využívá vstupní hodnoty (prahové hodnoty), které jsou před instalací systému nastaveny dle průměrných intenzit v dané lokalitě. Jednotlivé prahové hodnoty systému jsou v centrálním řídicím systému uživatelsky nastavitelné. V průběhu prvního týdne fungování systému budou upravovány s ohledem na chování dopravního proudu v konkrétní uzavírci, resp. Před dopravní uzavírkou. Prahové hodnoty systému jsou závislé na konkrétním vedení dopravy a také neproměnnými parametry vozovky (stoupání, klesání apod.). Chování systému se průběžně vyhodnocuje a prahové hodnoty mohou být postupně upravovány do cílové podoby.

	Poznámka	Řez 4	Řez 3	Řez 2	Řez 1	Poznámka
Umístění před příčnou uzávěrou		3600-4200m + plná detekce	2600-3400m + plná detekce	1800-2200m + plná detekce	800-1200m + plná detekce	plná detekce 300-500 m kamery 100 m
Priorita 10000						
Schéma 1					B20a (100)	bez kolony + int/obs > X1
Schéma 2		B22a	B22a	B20a (100)	B20a (100)	bez kolony + int/obs > X2
Schéma 3		B22a	B20a (100)	B20a (100)	A23+E13 (RIZIKO)	riziko kolony + int/obs > X3
Schéma 4		B20a (100)	B20a (100)	A23+E13 (RIZIKO)	A23 +E7	čelo kolony mezi uzavírkou a řezem 1
Schéma 5		B20a (100)	A23+E13 (RIZIKO)	A23+E7	ZPI Průjezd IZS	čelo kolony mezi řezem 1 řezem 2
Schéma 6		A23+E13 (RIZIKO)	A23+E7	ZPI Průjezd IZS	ZPI Zdržení	čelo kolony mezi řezem 2 a řezem 3
Schéma 7		A23+E7	ZPI Průjezd IZS	ZPI Zdržení	ZPI Průjezd IZS	čelo kolony mezi řezem 3 a řezem 4
Schéma 8		ZPI Průjezd IZS	ZPI Zdržení	ZPI Průjezd IZS	ZPI Zdržení	čelo kolony mezi řezem 4 a inf. vozíkem
Schéma 9		B20a (100)	A23	B20a (100)	A23	Vzdouvání 1
Schéma 10		B20a (100)	A23	B20a (80)	A23	Vzdouvání 2 Kolona v PJP za řezem 2
Schéma 11		B20a (80)	A23	B20a (80)	A23	Vzdouvání 2 Kolona v PJP za řezem 4
Priorita 5000						
Schéma 11		A27+E3a	A27+E3a	A27+E3a	A27+E3a	doplnění prázdných polí v případě nehody
Priorita 0						
Schéma 0		–	–	–	–	bez kolony + int/obs < X1

Tabulka 1: Funkční schémata (pozn. Pro účely instalace tohoto konkrétního systému jsou po dohodě zvětšeny vzdálenosti mezi konkrétními řezy PDZ)

Pozn. Nově navrhovaná schémata a symboly jsou zobrazeny červeně.

Ovládání systému

Systém primárně funguje v automatickém režimu. Reaguje na konkrétní parametry dopravního proudu:

V NDIC prostřednictvím řídicího SW (červené tlačítko) je možné systém uvést do schématu 0 – klidového režimu.

Systém má tyto funkce:

- Harmonizace dopravního proudu – Schéma 1-3
- Varování před kolonou – Schéma 4-8
- Vzduchování (Šokové vlny) – Schéma 9-11
- Nehoda – Schéma 11 – Systém zobrazuje symbol nehody na základě generované dopravní události prostřednictvím ALERT C publikovaného NDIC.

Ukládání dat systémem

Data jsou ukládána ve dvou stupních agregace:

- surová data pro agregaci a využití při výpočtech agregovaných dat (využití až cca 15 min zpět např. u BT detektorů) a v minutových agregacích. Delší agregace skládány z minutových dle aktuální potřeby při vyhodnocování konkrétních podmínek rozhodovacího algoritmu.
- Delší agregace se dle „skládají“ z minutových (1) sčítáním (veškeré intenzity a PCE) nebo (2) aritmetickým průměrem (cestovní časy, rychlosti, obsazenost, odstupy),

Pro vyhodnocování podmínek je využíváno dvojitého exponenciálního vyhlazování, které dává starším hodnotám exponenciálně nižší vliv (rychlost „zapomínání“ je průběžně optimalizována, aby model co nejlépe odpovídal empirickým datům) a umožňuje odhadnout krátkodobý trend a na jeho základě i následující hodnotu posloupnosti. Pro podmínky sledující změnu schématu na nižší stupeň je využíváno vyhlazených hodnot bez predikce, pro podmínky sledující změnu schématu na vyšší stupeň je využíváno i hodnot predikovaných pro následující krok

Vyhodnocované údaje (všechny údaje se ukládají do databáze pro pozdější vyhodnocování):

- Cestovní čas (TT) pro každý segment mezi Detektory cestovních časů (údaje jsou vyhodnocovány také pro jednotlivé úseky (zpoždění v uzavírci, celkem v dotčené oblasti apod.).
- Aritmetický průměr rychlosti pro každý jízdní pruh a celkem v každém měřeném profilu. Kategorie vozidel: OS, SN, TN + celkem.
- Harmonický průměr rychlosti pro každý jízdní pruh a celkem v každém měření profilu. Kategorie vozidel: OS, SN, TN + celkem.
- 85 % kvantil rychlosti pro každý jízdní pruh a celkem v každém měření profilu. Kategorie vozidel: OS, SN, TN + celkem.
- Průměrná cestovní rychlost na segmentu spočítaná z cestovního času dle detektoru cestovního času (TT) a délky mezi-řezového segmentu.
- Intenzita dopravního proudu v každém měřeném řezu vždy pro každý jízdní pruh zvlášť a celkem, vždy pro každou kategorii zvlášť a celkem. Kategorie vozidel: OS: do 6 metrů, LN: 6–12 m, NA: +12 m
- Intenzita v PCE (ekvivalent jednotkových vozidel) v každém měřeném profilu vždy pro každý jízdní pruh zvlášť a celkem. Pro kategorie SN a TN musí být definovány

přepočtové koeficienty $PCE_{SN} = 1,5$ (Uživatelsky definovaná hodnota) a $PCE_{TN} = 2$ (Uživatelsky definovaná hodnota).

- Obsazenost v každém řezu pro každý pruh a celkem. Jedná se o podíl času, kdy se v měřeném řezu detektoru nachází vozidlo. Pro každý pruh zvlášť + celkem. Jde o součet časů záznamů vozidla děleno délkou intervalu ve stejných jednotkách (bezrozměrná jednotka) krát 100 (hodnota v procentech).

Přechody mezi schématy

1) Harmonizace – Schéma 1-3

Pro vstup do harmonizačních schémat jsou především využívány data z detektorů na řezu 0 a řezu 4. Redundantně (v případě výpadku detektoru v řezech 3, případně 2).

Jednotlivá harmonizační schémata se spouští na základě překročení hraničních hodnot pravděpodobnosti vzniku kolony. Do výpočtu pravděpodobnosti vstupují intenzita, obsazenost řezu a složení dopravního proudu. Intenzita v kombinaci se skladbou dopravního proudu formou PCE.

Pro snížení harmonizačního schématu na nižší stupeň (vč. schéma 0 – vypnutí) nesmí po dobu 3 minut (uživatelsky nastavitelná hodnota) být překročena hranice pro libovolný stupeň vyšší, než na který má schéma klesnout.

Model pro výpočet pravděpodobnosti bude průběžně v rámci instalace aktualizován, konkrétní délka agregačního intervalu a kombinace a koeficienty jednotlivých veličin se tak mohou měnit na základě získaných dat a jejich průběžným vyhodnocením.

Redundance (případ výpadku dopravního detektoru):

V případě nárůstu cestovního času nad hodnotu odpovídající rychlosti 60 km/h v průměru za 3 minuty (tj. rychlost klesne v průměru pod 60 km/h) na základě dat z BT detektorů (dle TT a vzdálenosti BT detektorů) v prostoru uzavírky se systém přepíná na schéma 3 (hrozí rozvoj kolony vzniklé v uzavírci).

Default nastavení prahových hodnot pro:

Schéma 1 – PCE: 1400 JV/h (uživatelsky definovaná hodnota), Obsazenost: 20-22 % (uživatelsky definovaná hodnota)

Schéma 2 – PCE: 2200 JV/h (uživatelsky definovaná hodnota), Obsazenost: 24-26 % (uživatelsky definovaná hodnota),

Schéma 3 – PCE: 2550 JV/h (uživatelsky definovaná hodnota), Obsazenost: 26-30 % (uživatelsky definovaná hodnota),

2) Varování před kolonou – Schéma 4-8

Aby byla v daném řezu detekována přítomnost kolony a aplikováno tomu odpovídající schéma, musí průměrná minutová rychlost zůstat 2 minuty (uživatelsky definovaná hodnota) po sobě pod hraniční hodnotou 40 km/h (uživatelsky definovaná hodnota) v kterémkoliv jízdním pruhu.

Redundance (případ výpadku dopravního detektoru):

Cestovní čas v segmentu vzroste po dobu 2 po sobě jdoucích minut (uživatelsky definovaná hodnota) o více než 30 % (uživatelsky definovaná hodnota) oproti menší z hodnot a) dlouhodobý průměr daného segmentu za běžného provozu b) cestovní doba odpovídající aktuální nejvyšší dovolené rychlosti.

Krizové scénáře:

V případě výpadku komunikace s PDZ, které je umístěno na pravé straně komunikace po dobu delší než 10 přechází celý systém do schématu 0.

3) Vzdouvání – Schéma 9-11

Algoritmus pro detekci šokových vln je navržen pro efektivní řízení dopravy, zejména v situacích s nepravidelnými hustotními vlnami a kolonami. Následující body popisují klíčové aspekty tohoto algoritmu včetně nově implementovaného rozpoznávání rozdílů v rychlostech mezi jízdními pruhy.

A. Schémata Řízení Dopravy:

Algoritmus zahrnuje tři základní schémata pro řízení dopravy:

- **Schéma 9** (řízení dopravy ve druhé polovině úseku)
- **Schéma 10 a 11** (řízení dopravy v první polovině nebo celém úseku).

B. 2. Logika Použití Schémat:

Schéma s vyšším číslem má vždy přednost a je aktivováno na základě analýzy dopravního proudu a detekovaných rychlostí a obsazenosti.

Podmínky pro Aktivaci Systému:

- **Schéma 9** se aktivuje, pokud jsou zaznamenány významné poklesy průměrných rychlostí na určených profilech. Na řezech 3 nebo 4 je alespoň 2x zaznamenána průměrná rychlost nižší než 70 km/h během posledních 5 minut, nebo na profilech 3 nebo 4 je 5x zaznamenána průměrná rychlost nižší než 90 km/h během posledních 10 minut.
- **Schéma 10 a 11** reaguje na podobné podmínky v různých částech úseku. Základní podmínkou je že na více než jednom řezu dojde k poklesu rychlosti pod 60 km/h (uživatelsky) alespoň 2x za posledních 5 minut, nebo 5x za posledních 10 minut.

C. Detekce kolon na základě rychlosti v Jízdních pruzích:

Pro schéma 10 a 11, pokud je v pravém jízdním pruhu detekována průměrná rychlost o 30 km/h (uživatelsky definovaná hodnota) nižší než v levém jízdním pruhu po dobu alespoň 5 minut a zároveň je průměrná rychlost levého jízdního pruhu menší než 70 km/h na více než jednom řezu. Tyto (vedle jiných podmínek) podmínky se považují za indikaci kolony v pravém pruhu.

Podmínky pro Deaktivaci Systému:

Pokud po dobu 10 minut nejsou splněny podmínky pro aktivaci, dochází k deaktivaci schématu.

6 Výběr konkrétních lokalit pro umístění přenosných PDZ

6.1 Řez 1 – PDZ

Staničení: 4,35 (D2)

GPS: 49.12292, 16.64481

Vybavení řezu:

PDZ-P:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Baterie 400 Ah, solární články
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Palivové články, posílené napájecí kazety (bez nutnosti doplňování paliva a výměny akumulátorů 12 týdnů), Baterie 400 Ah,
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

Doprovodné foto:



6.2 Řez 2 – PDZ

Staničení: 6,30 (D2)

GPS: 49.10593, 16.65286

Vybavení řezu:

PDZ-P:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 400 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Baterie 400 Ah, Solární zdroj napájení
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

Doprovodné foto:



6.3 Řez 3 - PDZ

Staničení: 7,90 (D2)

GPS: 49.09115, 16.65698

Vybavení řezu:

PDZ-P:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 420 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: Integrovaný mikrovlnný detektor
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Zásuvková skříň 220 V, Baterie 300 Ah (záloha 5 dní)
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

Doprovodné foto:



6.4 Řez 4 - PDZ

Staničení: 10,63 (D2)

GPS: 49.06712, 16.66422

Vybavení řezu:

PDZ-P:

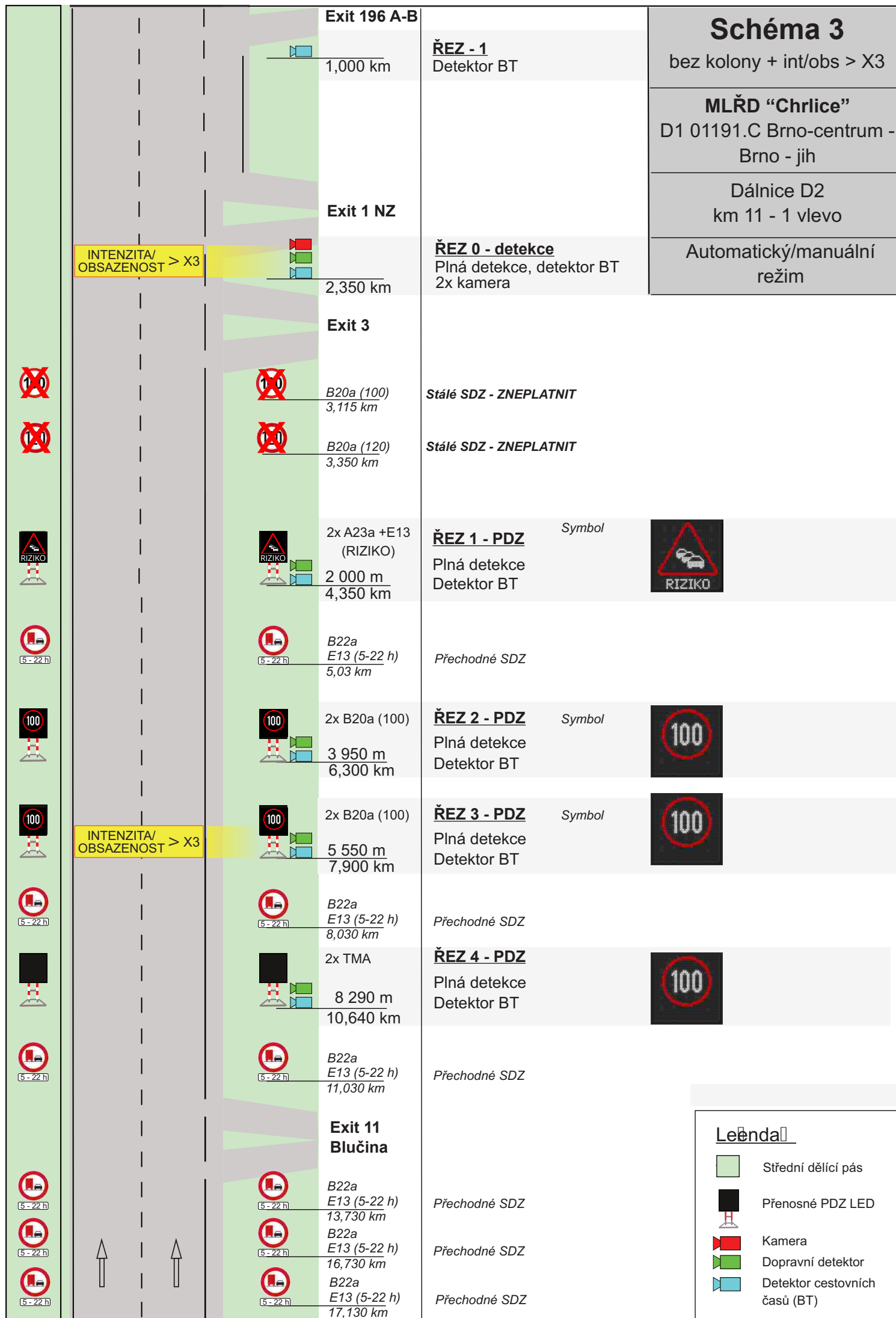
- Dopravní detektor: Plná detekce
- Detektor cestovních časů: ANO
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 420 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE (O2 APN)

PDZ-L:

- Dopravní detektor: NE
- Detektor cestovních časů: NE
- GPS: ANO
- Energetický systém: Solární zdroj napájení, Baterie 420 Ah
- Bezdrátová komunikace: 4G/LTE

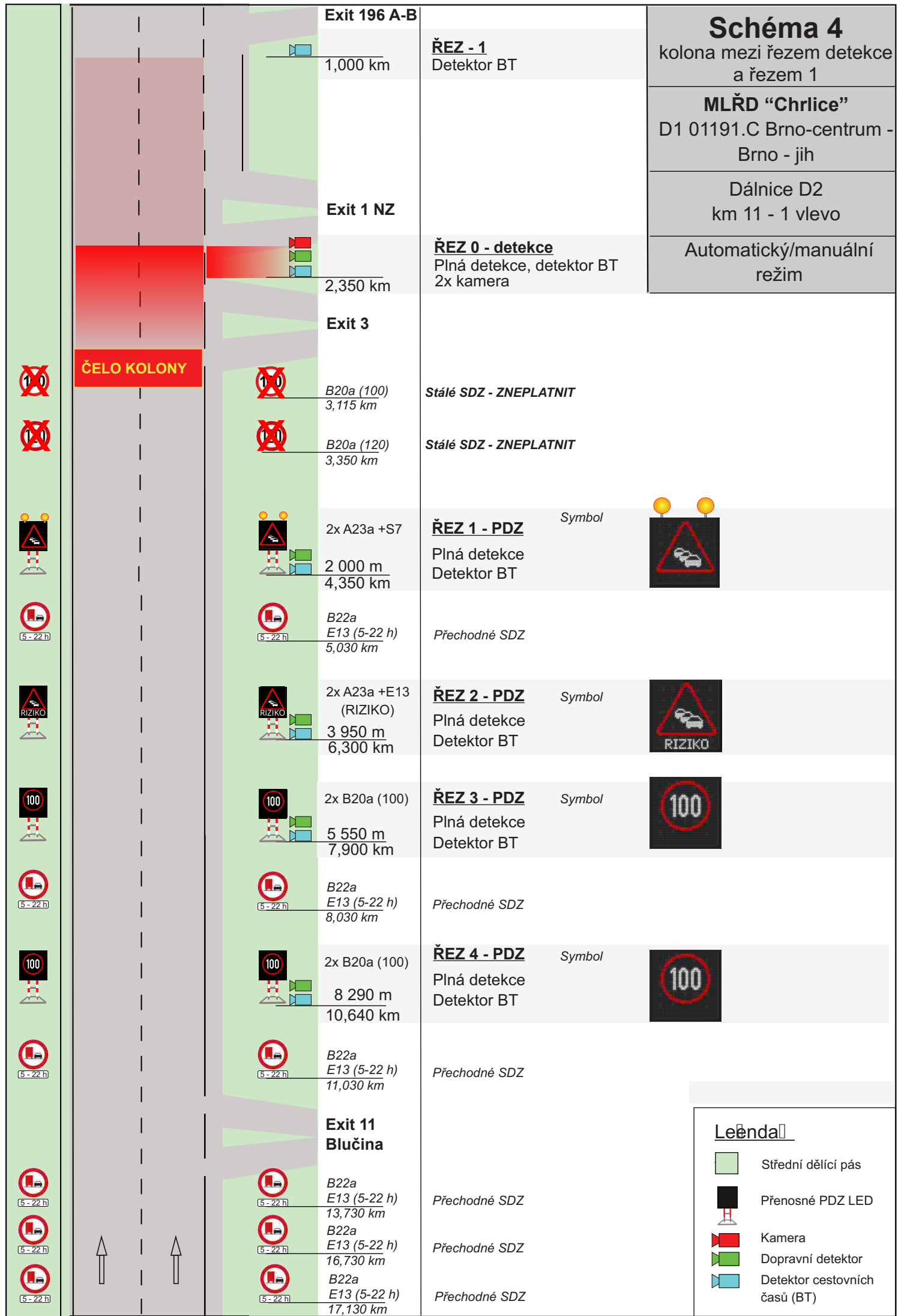
Doprovodné foto:





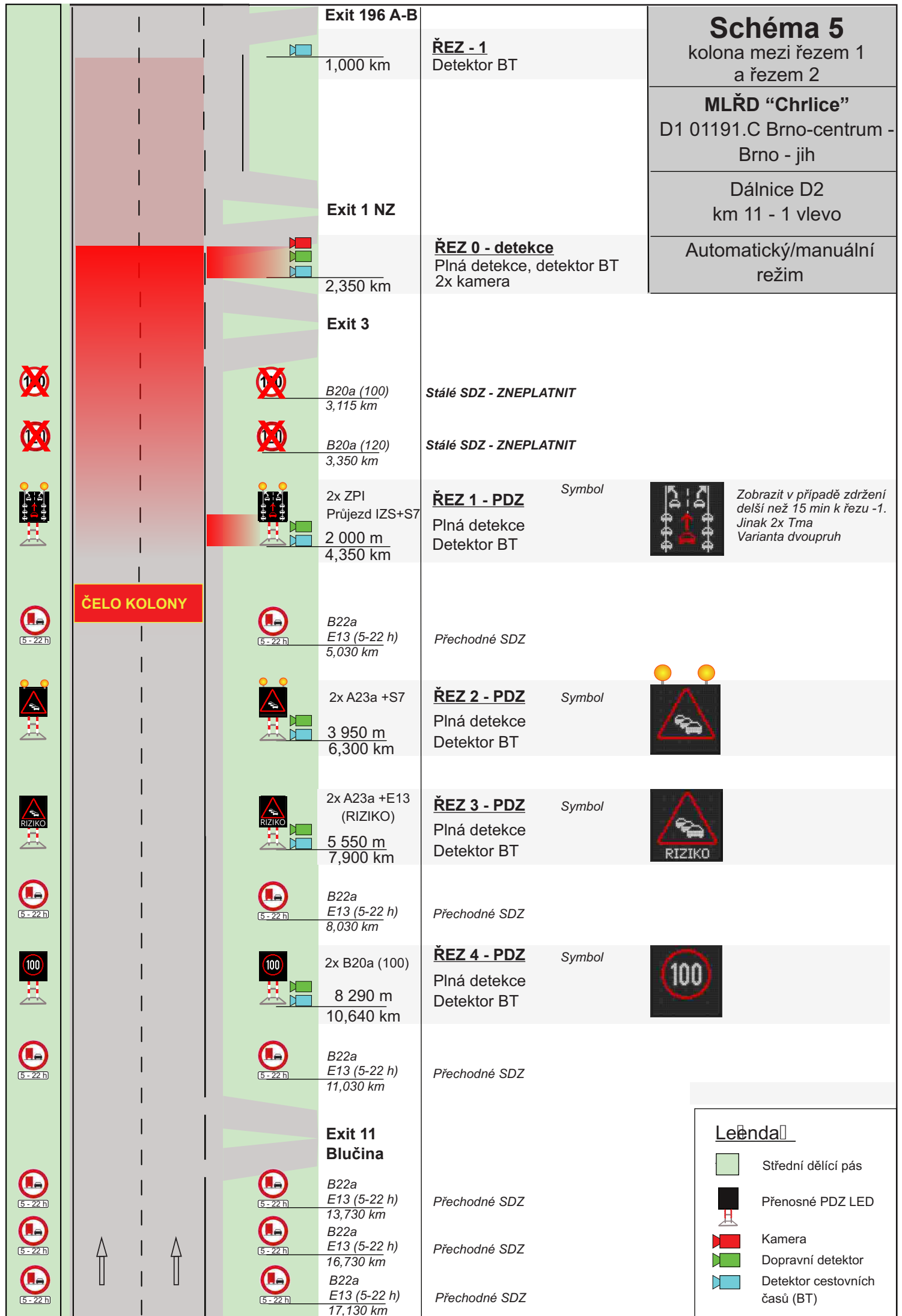
Legenda

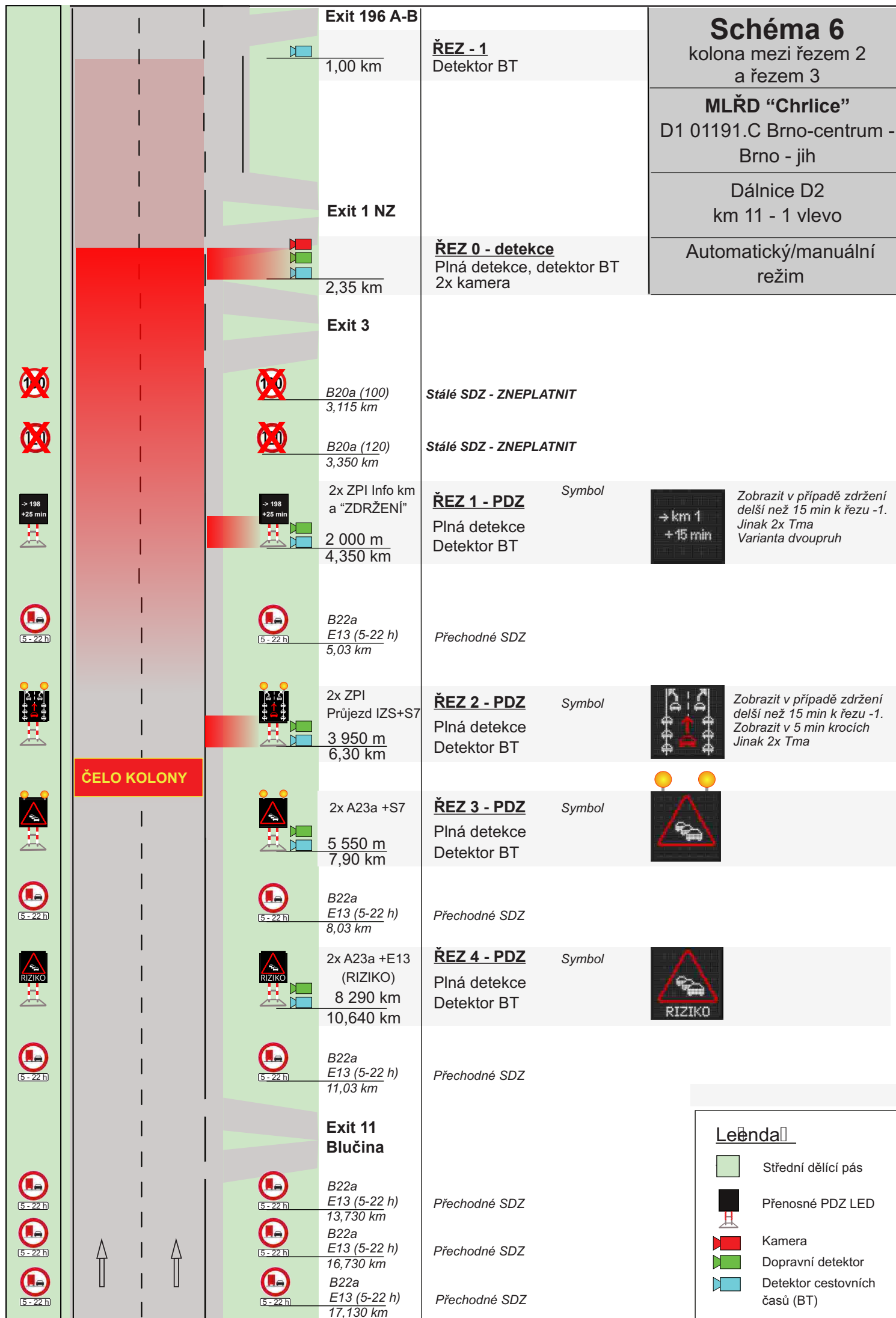
-  Střední dělicí pás
-  Přenosné PDZ LED
-  Kamera
-  Dopravní detektor
-  Detektor cestovních časů (BT)



Legenda

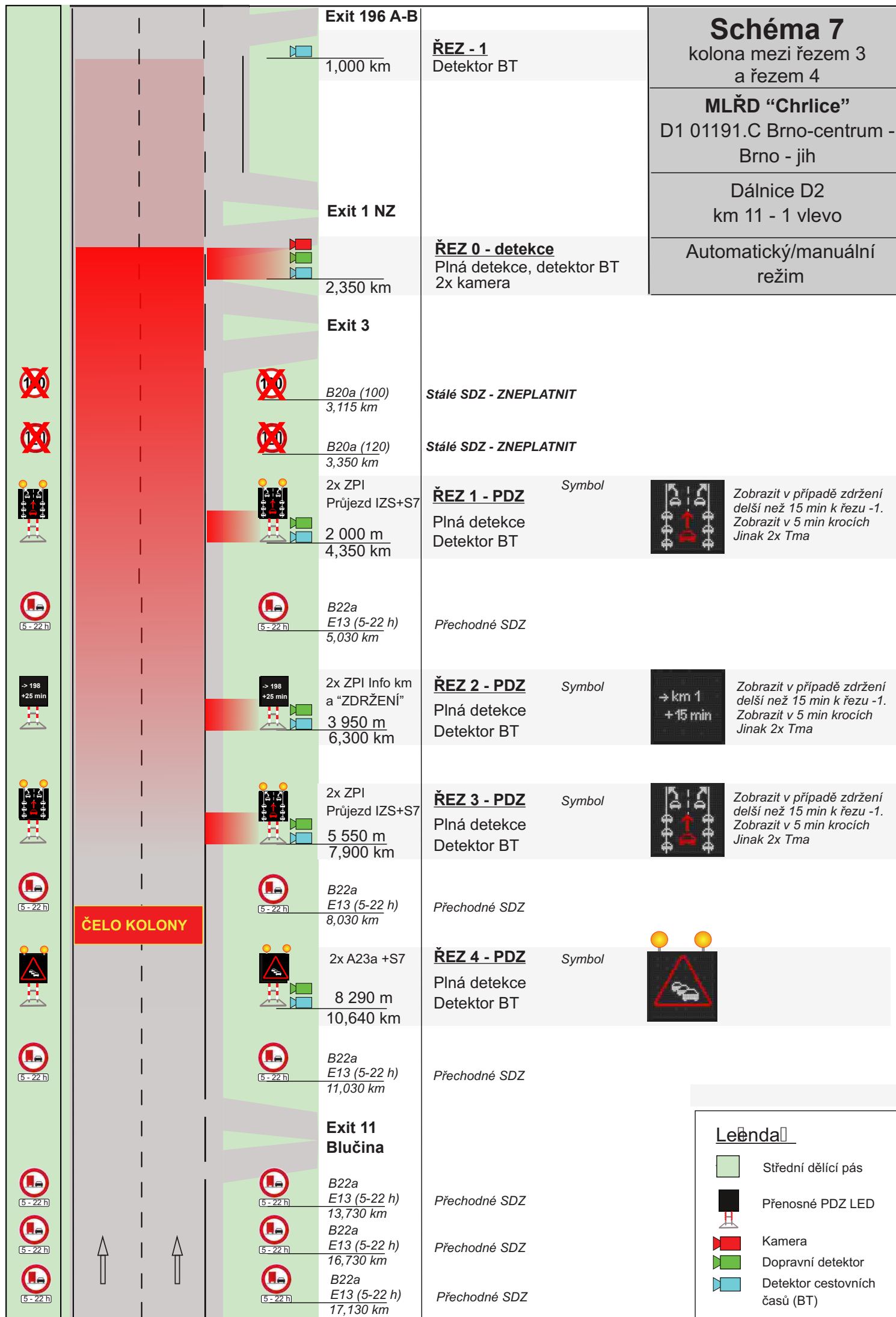
-  Střední dělicí pás
-  Přenosné PDZ LED
-  Kamera
-  Dopravní detektor
-  Detektor cestovních časů (BT)





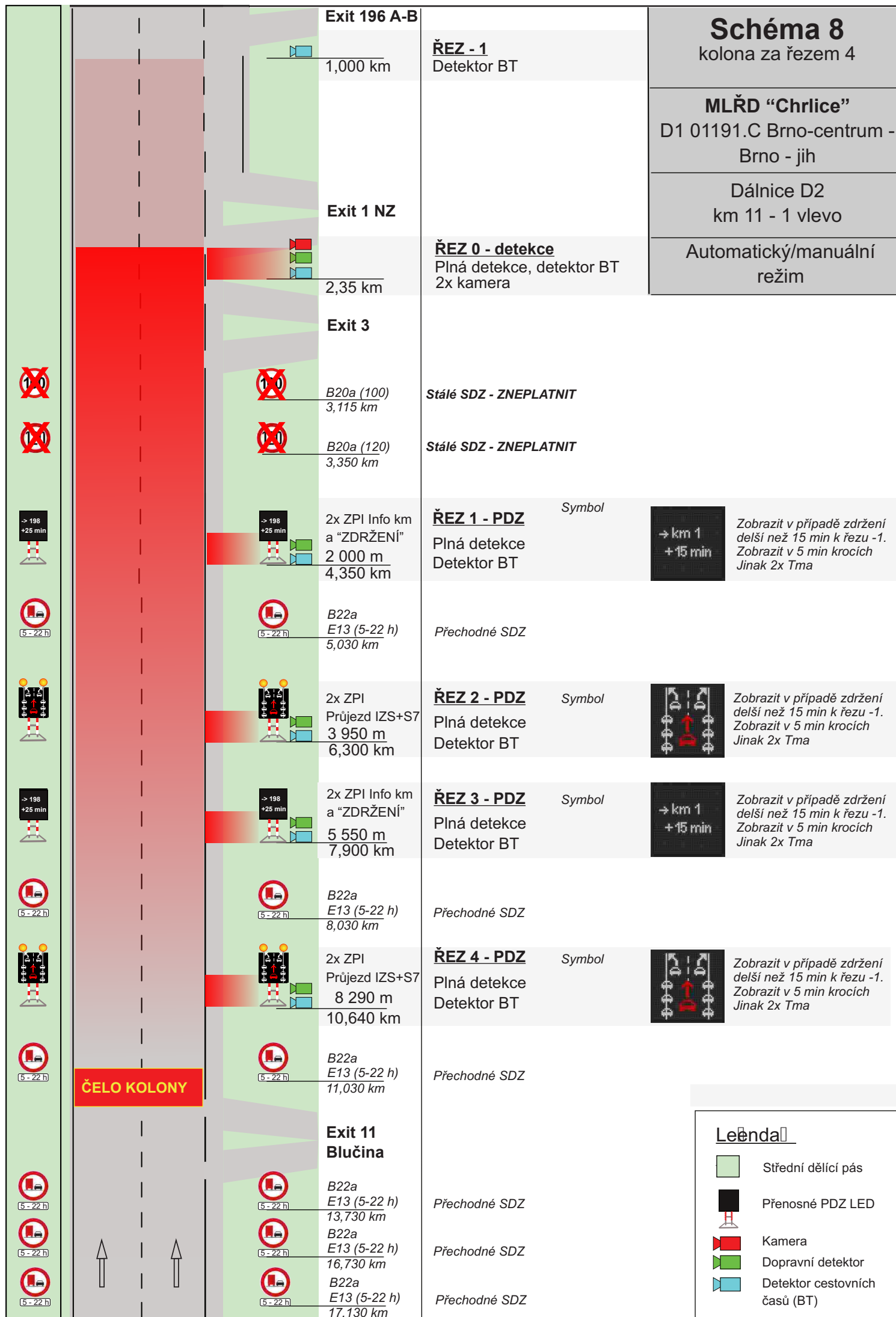
Legenda

- Střední dělicí pás
- Přenosné PDZ LED
- Kamera
- Dopravní detektor
- Detektor cestovních časů (BT)



Legenda

- Střední dělicí pás
- Přenosné PDZ LED
- Kamera
- Dopravní detektor
- Detektor cestovních časů (BT)



Legenda

- Střední dělicí pás
- Přenosné PDZ LED
- Kamera
- Dopravní detektor
- Detektor cestovních časů (BT)

