



TP 81

NAVRHOVÁNÍ SVĚTELNÝCH SIGNALIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍ PRO ŘÍZENÍ PROVOZU NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH



Ministerstvo dopravy



ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR

Schváleno Ministerstvem dopravy č. j. 122/2015-120-TN/2 ze dne 21. října 2015 s **účinností od 15. prosince 2015.**

Tento dokument se shoduje se schválenou verzí.

Současně se ruší a nahrazují v celém rozsahu Technické podmínky 81 Navrhování SSZ pro řízení silničního provozu schválené Ministerstvem dopravy pod č. j. 243/2006-120-STSP/2 ze dne 7. dubna 2006 s účinností od 15. dubna 2006.

Distribuce pouze v elektronické podobě na webu pjpk.cz.

OBSAH

1	OBECNÉ ZÁSADY	7
1.1	Pojmy	7
1.2	Některé související právní normy a předpisy	8
1.2.1	Evropské dohody	8
1.2.2	Právní předpisy	8
1.2.3	Technické normy	9
1.2.4	Technické podmínky	9
1.2.5	Vzorové listy	9
1.2.6	Metodické pokyny MD	9
1.3	Všeobecně	9
1.4	Kritéria pro navrhování SSZ	10
1.4.1	Všeobecně	10
1.4.2	Kritérium bezpečnosti provozu	10
1.4.3	Kritérium intenzity provozu z hlediska vozidel	11
1.4.4	Kritérium intenzity provozu z hlediska chodců	11
1.4.5	Kritérium plynulosti jízdy vozidel městské hromadné dopravy	12
1.5	Druhy světelných signálů	12
1.6	Právní úprava řízení provozu SSZ	13
1.6.1	Nadřazenost významu při úpravě přednosti	13
1.6.2	Křižovatka s řízeným provozem	13
1.6.3	Tříbarevná soustava	14
1.6.3.1	Signál „Stůj!“ (č. S 1a, č. S 2a, č. S 3a)	14
1.6.3.2	Signál „Pozor!“ (č. S 1b, č. S 2b, č. S 3b)	14
1.6.3.3	Signál „Volno“ (č. S 1c, č. S 2c, č. S 3c)	14
1.6.3.4	Signál „Žluté světlo ve tvaru chodce“ (č. S 4)	14
1.6.3.5	Signál „Doplňková zelená šipka“ (č. S 5)	14
1.6.3.6	Signál „Signál pro opuštění křižovatky“ (č. S 6)	15
1.6.4	Signál přerušované žluté světlo (č. S 7)	15
1.6.5	Řízení provozu v jízdních pruzích	15
1.6.6	Dvoubarevná soustava	15
1.6.6.1	Signál pro chodce se znamením Stůj! (č. S 9a)	15
1.6.6.2	Signál pro chodce se znamením „Volno“ (č. S 9b)	15
1.6.7	Signály pro cyklisty	15
1.6.8	Signály pro chodce a cyklisty	16
1.6.9	Rychlostní signály	16
1.6.10	Signál dvou vedle sebe umístěných střídavě přerušovaných červených světél (č. S 13)	16
1.7	Doba provozu SSZ	16
1.8	Spotřeba pohonných hmot, emise, hluk	17
2	VLIV ZŘÍZENÍ SSZ NA STAVEBNÍ USPOŘÁDÁNÍ KŘIŽOVATEK	17
2.1	Všeobecně	17

2.2	Řadící pruhy.....	17
2.2.1	Řadící pruhy pro jízdu přímo.....	18
2.2.2	Řadící pruhy pro odbočení vlevo	18
2.2.3	Řadící pruhy pro odbočení vpravo	18
2.3	Dopravní ostrůvky	19
2.3.1	Dělicí ostrůvky směrově rozdělených komunikací.....	19
2.3.2	Směrovací trojúhelníkové ostrůvky	19
2.4	Dopravní značení.....	20
2.4.1	Svislé dopravní značení	20
2.4.2	Vodorovné dopravní značení	21
3	NÁVRH SIGNÁLNÍHO PLÁNU	22
3.1	Všeobecně.....	22
3.2	Podklady a průzkumy	23
3.3	Struktura signálního plánu	23
3.3.1	Rozdělení fází.....	23
3.3.1.1	Všeobecně	23
3.3.1.2	Odbočování vlevo	24
3.3.1.3	Odbočování vpravo.....	24
3.3.2	Počet fází.....	25
3.3.3	Pořadí fází	25
3.3.4	Fázové přechody	26
3.3.5	Mezičasy.....	27
3.3.6	Délka cyklu	28
3.3.7	Doby signálů volno.....	28
3.3.8	Okrajové podmínky.....	29
3.3.9	Sestavení signálního plánu.....	29
4	SYSTÉM ŘÍZENÍ	29
4.1	Všeobecně.....	29
4.1.1	Tok informací při řízení provozu světelnými signály.....	30
4.1.2	Principy pevného a dynamického řízení dopravy	30
4.2	Parametry řízení a vyhodnocování.....	31
4.2.1	Všeobecně.....	31
4.2.2	Počet zastavení	31
4.2.3	Doba zdržení	31
4.2.4	Doba jízdy.....	31
4.2.5	Délka vzdutí.....	32
4.2.6	Intenzita provozu	32
4.2.7	Jízdní rychlost.....	32
4.2.8	Volba a výpočet cílových veličin pro řízení	32
4.3	Přehled způsobů řízení.....	33
4.3.1	Všeobecně.....	33
4.3.2	Dynamické řízení – dopravně závislé.....	34

4.3.2.1	Bezpečnostní požadavky.....	34
4.3.2.2	Použití v době dopravní špičky	34
4.4	Specifikace k volbě signálního plánu.....	35
4.4.1	Všeobecně.....	35
4.4.2	Časově závislá volba signálních plánů.....	35
4.4.3	Dopravně závislá volba signálních plánů	35
4.5	Specifikace ke způsobům řízení	37
4.5.1	Pevné signální plány.....	37
4.5.2	Přizpůsobování doby signálu volno	38
4.5.2.1	Všeobecně	38
4.5.2.2	Přizpůsobování doby signálu volno na základě měření časové mezery	38
4.5.2.3	Přizpůsobování doby signálu volno na základě měření stupně zatížení.....	42
4.5.2.4	Přizpůsobování doby signálu volno na základě zjišťování vzdutí	43
4.5.2.5	Zjištění vzdutí v křižovatce.....	43
4.5.3	Proměnné pořadí fází.....	44
4.5.4	Vkládání fáze při výzvě.....	44
4.5.5	Změna skladby fáze okamžitým doplněním nekolizního volna do probíhající fáze.....	45
4.5.6	Volná tvorba signálního plánu	46
4.5.7	Zvláštní formy tvorby signálního plánu.....	46
4.5.7.1	Řízení „celočervená fáze s okamžitou realizací signálu volno“	46
4.5.7.2	Řízení „trvalá zelená s výzvami“	48
4.6	Vypracování logiky řízení.....	48
4.6.1	Všeobecně.....	48
4.6.2	Fázové schéma	48
4.6.3	Vývojový diagram řízení.....	49
4.6.4	Znázornění v signálním plánu	49
4.6.5	Znázornění v diagramu dráha – čas	50
4.6.6	Zkušební testy	50
5	KOORDINACE ŘÍZENÍ – ZELENÁ VLNA.....	50
5.1	Všeobecně.....	50
5.2	Zásady návrhu	50
5.2.1	Progresivní rychlost	50
5.2.2	Délka cyklu a vzdálenost dělicích bodů.....	51
5.2.3	Možnosti realizace sledu fází	53
5.2.4	Předpoklady a okrajové podmínky	54
5.2.5	Řízení zelené vlny.....	54
5.2.5.1	Kontinuální řízení fáze volno	54
5.2.5.2	Nekontinuální řízení fáze volno	54
5.2.6	Druhy koordinace v zelené vlně.....	54
5.2.6.1	Progresivní systém.....	54
5.2.6.2	Simultánní systém.....	55
5.3	5.3 Rychlostní signály	55

6	ZOHLEDNĚNÍ PROSTŘEDKŮ MĚSTSKÉ HROMADNÉ DOPRAVY.....	56
6.1	Všeobecně.....	56
6.2	Preference MHD světelným signalizačním zařízením	56
6.2.1	Typy preference MHD.....	56
6.2.2	Způsoby řízení při preferenci MHD	58
6.2.2.1	Způsob B2 – prodlužování a zkracování fází.....	58
6.2.2.2	Způsob B3 – změna pořadí fází.....	59
6.2.2.3	Způsob B4 – vložení fáze navíc při výzvě (poptávce).....	59
6.2.2.4	Způsob B5 – okamžité doplnění nekolizního volna do probíhající fáze.....	60
6.2.2.5	Způsob B6 – volná tvorba signálního plánu	60
6.2.3	Dopravně technické požadavky na způsob řízení s preferencí.....	60
6.2.3.1	Reakce řízení na nároky vozidel MHD	60
6.2.3.2	Reakce řízení na rozptyly jízdních dob vozidel MHD	61
6.2.3.3	Reakce řízení na provozní nepravdivosti.....	61
6.2.3.4	Reakce řízení na vzájemné konfliktní nároky vozidel MHD	62
6.2.3.5	Reakce řízení na poruchy detektorů.....	62
6.2.3.6	Respektování omezujících podmínek pro preferenci	62
6.2.4	Související opatření.....	63
6.3	Stavební úpravy.....	63
6.3.1	Poloha zastávek MHD	63
6.3.2	Časové ostrůvky	64
6.3.3	Výjezd z vyhrazených jízdních pruhů a z autobusových zastávek.....	66
6.3.4	Předsignály a rychlostní signály pro tramvaje	67
6.3.5	Signalizace při křížení tramvaje a silniční komunikace	67
6.4	Detekce vozidel MHD.....	67
7	ZOHLEDNĚNÍ CHODCŮ	69
7.1	Všeobecně.....	69
7.2	Použití a navrhování přechodů a ostrůvků	69
7.2.1	Přechody na křižovatkách	69
7.2.2	Střední dělicí ostrůvky.....	69
7.2.3	Směrovací trojúhelníkové ostrůvky	70
7.3	Signalizace pro chodce.....	71
7.3.1	Výzvy chodců	71
7.3.2	Chodci a odbočující vozidla.....	71
7.3.3	Přechody rozdělené středním dělicím ostrůvkem	71
7.3.3.1	Simultánní signalizace.....	71
7.3.3.2	Postupná signalizace.....	72
7.3.3.3	Oddělená signalizace	73
7.3.4	Přechody přes tramvajové tratě a tramvajové pásy.....	74
7.4	Samostatné přechody pro chodce	74
7.4.1	Všeobecně.....	74
7.5	Signalizace pro nevidomé	75

7.5.1	Použití	75
7.5.2	Technické provedení	75
8	ZOHLEDNĚNÍ CYKLISTŮ	76
8.1	Všeobecně	76
8.2	Signalizace pro cyklisty	76
8.2.1	Signalizace společná s automobilovým provozem	76
8.2.2	Signalizace společná s chodci	76
8.2.3	Signalizace pouze pro cyklisty	77
8.3	Zásady pro navrhování přejezdů a ostrůvků	77
8.4	Obousměrné přejezdy pro cyklisty	77
8.5	Vlevo odbočující cyklisté	77
9	POUŽITÍ A PROVEDENÍ SSZ	78
10	OBSAH DOKUMENTACE PRO SVĚTELNĚ ŘÍZENÉ KŘÍŽOVATKY	79
10.1	Základní požadavky na dokumentaci SSZ	79
10.2	Rozsah dokumentace DS (dopravní studie)	80
10.3	Rozsah dokumentace pro územní řízení a stavební povolení (DUR a DSP)	80
10.4	Rozsah dokumentace dopravního řešení (DŘ)	81
10.5	Závěrečné doporučení k dokumentaci SSZ	82
PŘÍLOHA A	OZNAČOVÁNÍ NÁVĚSTIDEL	83
PŘÍLOHA B	NÁVRH SIGNÁLNÍHO PLÁNU (DÉLKA CYKLU A SIGNÁLŮ VOLNO)	88
PŘÍLOHA C	PŘÍKLAD NÁVRHU SSZ NA KŘÍŽOVATCE VE STUPNI DOPRAVNÍ STUDIE	92
PŘÍLOHA D	PŘÍKLADY DYNAMICKÉHO ŘÍZENÍ PROVOZU	101
PŘÍLOHA E	NAVRHOVÁNÍ KOORDINACE – ZELENÉ VLNY	126
PŘÍLOHA F	POSTUP PŘI PŘEPÍNÁNÍ SIGNÁLNÍCH PLÁNŮ	129
PŘÍLOHA G	ŘÍZENÍ OBOUSMĚRNÉHO PROVOZU V JEDNOM JÍZDNÍM PRUHU	138
PŘÍLOHA H	ŘÍZENÍ PROVOZU V JÍZDNÍCH PRUZÍCH	146
PŘÍLOHA J	MEZIČASY	157
PŘÍLOHA K	PRUŽNÉ FÁZOVÉ PŘECHODY	171

1 OBECNÉ ZÁSADY

1.1 Pojmy

V těchto technických podmínkách (dále jen TP) jsou použity názvy světelných signálů a dopravních značek podle zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, a podle vyhlášky č. 30/2001 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích.

Pro účely těchto technických podmínek mají dále uvedené pojmy následující význam:

Detektor je všeobecně detekční zóna (oblast vyhodnocení) daného způsobu detekce, pokud je tento pojem použit samostatně. Ve spojení s bližší technickou specifikací je naopak popsán technický princip detekce (např. indukční smyčkový detektor).

Doba volna, doba zelené je doba trvání signálu volno na signální skupině.

Doba volna fáze je doba trvání signálu volno na (všech) signálních skupinách v dané fázi.

Doplňková šipka je světelný signál č. S 5 Doplnková zelená šipka.

IAD je zkratka pro pojem „individuální automobilová doprava“.

Koordinace je takový výsledek sladění signálních plánů řadičů ve skupině SSZ, že vozidla v daném (koordinovaném) směru projedou bez zastavení.

Liniová koordinace je koordinace ve skupině SSZ umístěných za sebou (v linii).

Obousměrná koordinace je koordinace ve skupině SSZ pro protisměrné směry jízdy.

Plošná koordinace je koordinace ve skupině SSZ, která není prostorově rozmístěna pouze v linii a jsou v ní koordinovány i jiné dopravní proudy než náležející k liniové koordinaci.

Plný signál je světelný signál č. S 1a až č. S 1c.

Režim řízení je způsob řízení (viz kapitolu 4).

Sdružený signál pro chodce a cyklisty je světelný signál č. S 11a až č. S 11c.

Signál stůj je takový signál podle vyhlášky č. 30/2001 Sb., který zakazuje účastníkovi provozu na pozemních komunikacích vstup či vjezd (pokračovat v jízdě) do uzlu.

Signál volno je takový signál podle vyhlášky č. 30/2001 Sb., který umožňuje účastníkovi provozu na pozemních komunikacích vstup či vjezd (pokračovat v jízdě) do uzlu.

Signální skupina je soubor návěstidel, která udávají v každém okamžiku pro jeden vjezd vozidel nebo vstup chodců na jeden přechod stejný signální obraz. Signální skupinu může tvořit i jediné návěstidlo.

Směrový signál zahrnuje jak směrový signál (např. světelný signál č. S 2a až č. S 2c), tak kombinovaný směrový signál (např. světelný signál č. S 3a až S3c).

Stopčára je vodorovná dopravní značka č. V 5 Příčná čára souvislá nebo č. V 6a Příčná čára souvislá se symbolem „Dej přednost v jízdě!“ nebo č. V 6b Příčná čára souvislá s nápisem STOP.

Smyčka je obvykle indukční smyčka, při jiných způsobech detekce její poloha určuje detekční zónu.

SSZ je zkratka pro pojem „světelné signalizační zařízení“.

Uzel je místo s provozem řízeným světelným signalizačním zařízením (např. křižovatka, přechod pro chodce, přejezd přes tramvajovou trať, úsek komunikace s řízením provozu v jízdních pruzích, úsek komunikace s řízením obousměrného provozu v jednom jízdním pruhu, výjezd vozidel s právem přednostní jízdy).

MHD je zkratka pro pojem „městská hromadná doprava“, obsahově zahrnuje též pojem „veřejná hromadná doprava osob“.

Vozovka je zpevněná část pozemní komunikace určená pro jízdu vozidel.

Vyklizovací šipka je světelný signál č. S 6 Signál pro opuštění křižovatky.

Zelená, volno je totéž jako signál volno na signální skupině.

1.2 Některé související právní normy a předpisy

1.2.1 Evropské dohody

- Úmluva o silničním provozu (Vídeň, 1968)
- Úmluva o silničních značkách a signálech (Vídeň, 1968)
- Evropská dohoda doplňující Úmluvu o silničním provozu (Ženeva, 1971)
- Evropská dohoda doplňující Úmluvu o silničních značkách a signálech (Ženeva, 1971)

1.2.2 Právní předpisy

- Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 104/97 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 30/2001 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích a úprava a řízení provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb, ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.

1.2.3 Technické normy

- ČSN EN 12899 – 1 Stálé svislé dopravní značení – Část 1: Stálé dopravní značky
- ČSN EN 12352 Řízení dopravy na pozemních komunikacích – Výstražná světla
- ČSN EN 12368 Řízení dopravy na pozemních komunikacích – Návěstidla
- ČSN EN 12675 Řízení dopravy na pozemních komunikacích – Řadiče světelných signalizačních zařízení – Funkčně bezpečnostní požadavky
- ČSN EN 12767 Pasivní bezpečnost podpěrných konstrukcí zařízení na pozemní komunikaci. Požadavky a zkušební metody
- ČSN EN 1436 +A1 Vodorovné dopravní značení – Požadavky na dopravní značení
- ČSN 36 5601-1 Světelná signalizační zařízení. Technické a funkční požadavky. Část 1: Světelná signalizační zařízení pro řízení silničního provozu
- ČSN 73 6021 Světelná signalizační zařízení. Umístění a použití návěstidel
- ČSN 73 6100 – 1 Názvosloví pozemních komunikací – Část 1: Základní názvosloví
- ČSN 73 6100 – 2 Názvosloví pozemních komunikací – Část 2: Projektování pozemních komunikací
- ČSN 73 6100 – 3 Názvosloví pozemních komunikací – Část 3: Vybavení pozemních komunikací
- ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic
- ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích
- ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací
- ČSN 73 6425 Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště (obě části)

1.2.4 Technické podmínky

- TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích
- TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích
- TP 165 Proměnné svislé dopravní značky a zařízení pro provozní informace
- TP 169 Zásady pro označování dopravních situací na pozemních komunikacích
- TP 179 Navrhování komunikací pro cyklisty
- TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek

1.2.5 Vzorové listy

- VL 6.1 Vybavení pozemních komunikací. Svislé dopravní značky
- VL 6.2 Vybavení pozemních komunikací. Vodorovné dopravní značky
- VL 6.3 Vybavení pozemních komunikací. Dopravní zařízení
- VL 6.4 Vybavení pozemních komunikací. Proměnné dopravní značky

1.2.6 Metodické pokyny MD

- Systém jakosti v oboru pozemních komunikací (SJ-PK), č. j. 1/2013-120-TN/2 v platném znění

1.3 Všeobecně

Návrh instalace světelného signalizačního zařízení (dále SSZ) má obsahovat nejen volbu metody řízení, provozně technický popis řízení, výpočet programových prvků signálního plánu, ale i dopravně

technický návrh uzlu a jeho začlenění do komunikační sítě oblasti. Jednotlivé parametry uzlu a řízení všech druhů doprav (IAD, MHD, chodci, cyklisté) musejí být sladěny tak, aby při všech v budoucnu předpokládaných dopravních zatíženích byl provoz bezpečný.

Mimo obce a na okrajích obcí bude řízení provozu SSZ na jednotlivých křižovatkách většinou izolované. V centrech měst je však nutné SSZ sladit v celé komunikační síti tak, aby tvořila ucelený dopravní systém.

Předtím než se rozhodne o instalaci SSZ, je zapotřebí posoudit, zda bezpečnost a plynulost provozu není možné zlepšit organizačními opatřeními (zjednosměrněním komunikací, zákazem odbočování, odkloněním části dopravy apod.). Dále je účelné zvážit, zda instalace SSZ nezvýší nehodovost na jiném místě komunikační sítě.

1.4 Kritéria pro navrhování SSZ

1.4.1 Všeobecně

SSZ jsou zpravidla zřizována ke zvýšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích nebo ke zlepšení plynulosti provozu. Jelikož jsou zájmy jednotlivých účastníků provozu na pozemních komunikacích protichůdné, nelze všem, i když oprávněným požadavkům jednotlivých účastníků vyhovět současně.

Účelnost řízení křižovatky SSZ je zapotřebí prokázat splněním alespoň jednoho z následujících kritérií:

- kritérium bezpečnosti provozu,
- kritérium intenzity provozu z hlediska vozidel,
- kritérium intenzity provozu z hlediska chodců,
- kritérium plynulosti jízdy vozidel městské hromadné dopravy.

1.4.2 Kritérium bezpečnosti provozu

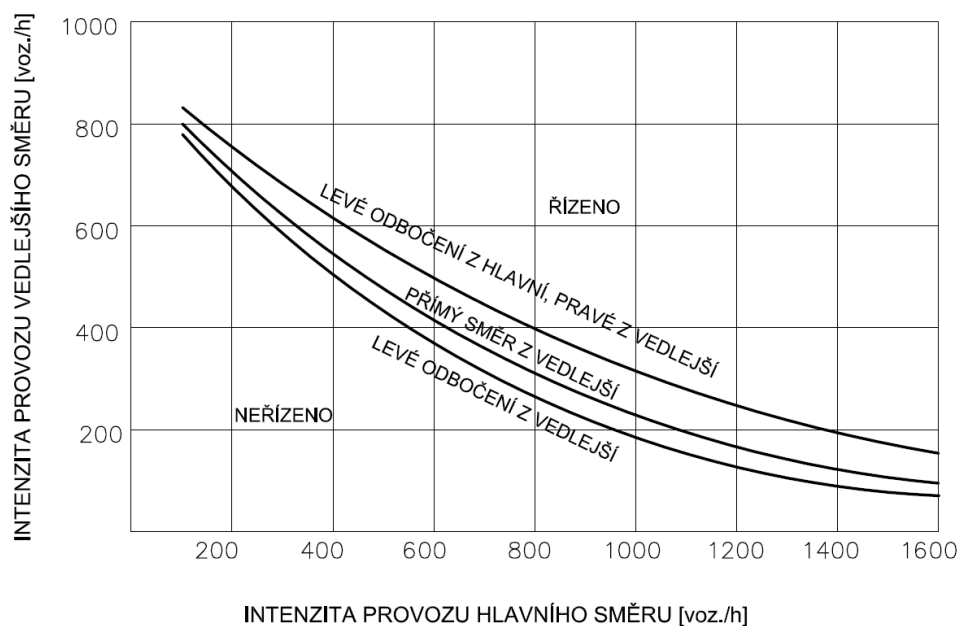
SSZ je účelné navrhovat na silně zatížených a nehodových křižovatkách, kde byla v uplynulých třech letech průměrná relativní nehodovost při neřízeném provozu minimálně 4 nehody na 1 milion vozidel vjíždějících do křižovatky a kde bylo analýzou nehodovosti prokázáno, že tyto nehody nelze omezit jiným způsobem.

Z hlediska bezpečnosti provozu je dále účelné zřizovat SSZ na místech hodných zvláštního zřetele, jako jsou například přechody dětí přes frekventované komunikace u škol, výjezdy tramvají z míst ležících mimo komunikaci apod. Tyto lokality je zapotřebí posuzovat individuálně podle místních poměrů, při zohlednění všech nutných podmínek podle ČSN 73 6101 a ČSN 73 6110 (např. rozhledové poměry).

Z hlediska bezpečnosti chodců je vhodné SSZ zřizovat na přechodech, které vedou přes komunikaci s více než jedním jízdním pruhem v jednom směru. Rovněž v případech, kdy stávající přechod nesplňuje nutné podmínky podle ČSN 73 6110, je jedním z řešení použití SSZ.

1.4.3 Kritérium intenzity provozu z hlediska vozidel

SSZ je účelné, dosáhne-li intenzita silničního provozu vyšších hodnot, než jsou stanoveny přípustnými intenzitami neřízených křižovatek podle ČSN 73 6102, a to v průměru 8 dopravně nejvíce zatížených hodin dne na hlavní i vedlejší komunikaci. Jestliže křižovatka podle výpočtu kapacitně vyhoví jako neřízená, pak z hlediska intenzity automobilového provozu není SSZ objektivně nutné. Orientační posouzení kapacity křižovatky lze provést podle grafu na obrázku 1. Pokud není příjezd vozidel v hlavním směru náhodný, ale je ovlivněn například okolními SSZ, mohou se hranice pro nutnost řízení křižovatky posunout. Vždy je nezbytný individuální přístup.



Obr. 1 Kritérium intenzity provozu pro zavádění SSZ

1.4.4 Kritérium intenzity provozu z hlediska chodců

SSZ je účelné tehdy, dosahují-li intenzity dopravy na příslušném přechodu pro chodce v průměru osm dopravně nejvíce zatížených hodin dne hodnot vyšších, než jsou mezní hodnoty intenzit dopravy, při kterých mohou chodci za běžných podmínek podle pravidel provozu na pozemních komunikacích bezpečně přejít:

- 1100 voz.h⁻¹ – přechod přes jednopruhový nebo dvoupruhový jízdní pás,
- 1000 voz.h⁻¹ – přechod přes třípruhový jízdní pás,
- 900 voz.h⁻¹ – přechod přes čtyřpruhový (nebo výjimečně vícepruhový) směrově nerozdělený jízdní pás; takové stavební uspořádání však na nově zřizovaných a rekonstruovaných komunikacích není přípustné podle ČSN 73 6110.

V koordinovaných skupinách SSZ je účelné zřídit řízený přechod pro chodce i v situaci, kdy tato kritéria nejsou splněna, avšak chodci narušují plynulý tok dopravního proudu koordinovaného svazku vozidel. Navíc je v těchto případech ochota řidičů jedoucích v koordinovaném svazku vozidel dát přednost chodcům nízká, a dochází tak k nebezpečným situacím.

Přechody pro chodce přes dva nebo více stejnosměrných jízdních pruhů mají být řízené světelnou signalizací. Ke světelnému řízení těchto přechodů je vhodné využít stávající světelně řízené křižovatky. Světelně řízené přechody v úseku mezi křižovatkami se buď zapojí do koordinace, nebo se užije řízení poptávkou.

1.4.5 Kritérium plynulosti jízdy vozidel městské hromadné dopravy

Plynulost MHD a určité její upřednostnění před IAD je jedním z parametrů zvyšování komfortu cestujících, čímž roste i atraktivnost cestování tímto způsobem na území měst. Větší využívání MHD vede do jisté míry ke snížení zatížení přeplněných městských aglomerací individuální automobilovou dopravou.

Za důvod k vybudování SSZ pro zajištění plynulosti jízdy vozidel MHD lze považovat zdržení nejméně každého druhého vozu na dobu delší než dvě minuty ve třech nejzatíženějších hodinách dne.

Při zvažování a posuzování dané lokality je zapotřebí vzít v úvahu i dlouhodobé ekonomické hledisko. Tím je případná možnost úspory počtu vozů jezdících na dané lince i spotřeby energie při zbytečných rozjezdech vozidel MHD.

1.5 Druhy světelných signálů

Pro řízení provozu na pozemních komunikacích se rozlišují světelné signály pro vozidla a světelné signály pro vymezený okruh účastníků provozu na pozemních komunikacích. Světelné signály pro vozidla jsou:

a) signály tříbarevné soustavy:

- s plnými kruhovými světly (plné signály) č. S 1a až č. S 1c,
- se světly se směrovými šipkami (směrové signály) č. S 2a až č. S 2c nebo č. S 3a až č. S 3c,

b) signál přerušovaného žlutého světla č. S 7,

c) signál doplňkové zelené šipky č. S 5,

d) signál pro opuštění křižovatky č. S 6,

e) signál přerušovaného žlutého světla ve tvaru chodce č. S 7 (tvar podle signálu č. S 4),

g) signál přerušovaného žlutého světla ve tvaru cyklisty a chodce č. S 7 (tvar podle signálu č. S 11b),

h) signál žlutého světla ve tvaru chodce č. S 4,

i) signál žlutého světla ve tvaru cyklisty č. S 4 (tvar podle signálu č. S 10b),

j) signál žlutého světla ve tvaru cyklisty a chodce č. S 4 (tvar podle signálu č. S 11b),

k) rychlostní signál č. S 12a nebo č. S 12b,

l) signál pro řízení provozu v jízdním pruhu se střídavým směrem jízdy č. S 1a až č. S 1c nebo č. S 1a a č. S 1c,

m) signály účelové:

- signál dvoubarevné soustavy s červeným a žlutým světlem (účelová signalizace) č. S 1a a č. S 1b,
- signál dvou vedle sebe umístěných střídavě přerušovaných červených světel č. S 13 pro zajištění nekolizního výjezdu vozidel s právem přednostní jízdy na pozemní komunikaci,
- signály pro řízení provozu v jednom jízdním pruhu č. S 8a až č. S 8e.

Světelné signály pro vymezený okruh účastníků jsou:

a) signály pro chodce č. S 9a a č. S 9b nebo č. S 11a až č. S 11c,

b) signály pro tramvaje č. S 15a až č. S 15g,

c) signály pro cyklisty č. S 10a až č. S 10c nebo č. S 11a až č. S 11c.

Světelné signály se zobrazují na návěstidlech. Druhy a rozdělení návěstidel odpovídají druhům a rozdělení signálů. Použití a umístění návěstidel stanovuje ČSN 73 6021.

V zásadě se signalizují všechny vjezdy do křižovatky. Výjimku mohou tvořit pravá odbočení za směrovacím trojúhelníkovým ostrůvkem a vjezdy z míst ležících mimo pozemní komunikaci.

Návěstidel o průměru světelných polí 300 mm (nebo alespoň pro červený signál) se na výložníku doporučuje použít mimo obec vždy, v obci pak na prvním SSZ ve směru vjezdu do města a dále na místě, kde řidič světelné signalizační zařízení neočekává.

Při ztížených světelných podmínkách, například v otevřeném prostoru bez zástavby nebo při orientaci návěstidel na východ či západ, se doporučuje zvýraznit návěstidla na výložnících kontrastními rámy.

1.6 Právní úprava řízení provozu SSZ

Základní význam světelných signálů a pravidla chování účastníků silničního provozu upravuje zákon č. 361/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Výčet světelných signálů upravuje vyhláška č. 30/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, vyobrazení jednotlivých světelných signálů je obsahem přílohy č. 5 uvedené vyhlášky.

Navrhování SSZ a užití světelných signálů musí být s uvedenými právními předpisy v souladu.

1.6.1 Nadřazenost významu při úpravě přednosti

Světelné signály jsou z hlediska svého významu nadřazený svislým dopravním značkám, ale pouze těm, které upravují přednost v jízdě.

1.6.2 Křižovatka s řízeným provozem

Za křižovatku s řízeným provozem se považuje křižovatka, na které je provoz řízen světelnými signály. Ve smyslu těchto TP se za křižovatku s řízeným provozem považuje i křižovatka, na které vjezd z některé větve není řízen světelnými signály.

1.6.3 Tříbarevná soustava

1.6.3.1 Signál „Stůj!“ (č. S 1a, č. S 2a, č. S 3a)

Jedná se o signál s červeným světlem. Znamená **povinnost** zastavit vozidlo před stopčárou, a kde stopčára není vyznačena, před SSZ. Pro splnění této povinnosti musí být uvedená čára vyznačena na místě, odkud je na světelné signály dostatečný rozhled.

1.6.3.2 Signál „Pozor!“ (č. S 1b, č. S 2b, č. S 3b)

Tento signál má dvě varianty zobrazení s odlišnými významy.

Signál se současně svítícím červeným a žlutým světlem znamená povinnost připravit se k jízdě.

Signál se žlutým světlem znamená povinnost zastavit vozidlo před stopčárou, a kde stopčára není vyznačena, před SSZ. Je-li však vozidlo při rozsvícení tohoto signálu již tak blízko, že by řidič nemohl vozidlo bezpečně zastavit, smí pokračovat v jízdě. Bezpečné opuštění křižovatky se pro takový případ zohledňuje v signálním plánu křižovatky.

Není-li světelné signalizační zařízení vybaveno signálem „Pozor!“, při rozsvícení signálu k zastavení vozidla platí toto ustanovení obdobně.

Svítlí-li signál „Pozor!“ přerušovaně, nejedná se v tomto případě o křižovatku s provozem řízeným světelnými signály.

1.6.3.3 Signál „Volno“ (č. S 1c, č. S 2c, č. S 3c)

Jedná se o signál se zeleným světlem. Znamená **možnost** pokračovat v jízdě. Tento signál má dvě varianty zobrazení s odlišnými významy.

Signál s plným kruhovým světlem (č. S 1c) znamená možnost pokračovat v jízdě a při dodržení příslušných ustanovení o odbočování i možnost odbočovat vpravo i vlevo.

Signál se směrovou šipkou (šipkami) (č. S 2c, č. S 3c) znamená možnost pokračovat v jízdě jen ve směru šipky (šipek). Pokud svítí zelená šipka vlevo, neplatí pro odbočování vlevo povinnost dát přednost protijedoucím motorovým a nemotorovým vozidlům, tramvajím jedoucím v obou směrech a vozidlům jedoucím ve vyhrazeném jízdním pruhu (jedná se o tzv. bezkolizní průjezd křižovatkou).

1.6.3.4 Signál „Žluté světlo ve tvaru chodce“ (č. S 4)

Jedná se o signál, kterým se doplňuje signál se zelenou směrovou šipkou v případech, kdy šipka ukazuje ve směru, kde vozidlo křížuje směr chůze přecházejících chodců. Signál svítí nepřerušovaně a pouze s rozsvícenou zelenou směrovou šipkou.

1.6.3.5 Signál „Doplňková zelená šipka“ (č. S 5)

Jedná se o signál, kterým se doplňuje signál „Stůj!“ nebo „Pozor!“ (v provedení žlutého světla). Znamená možnost pokračovat v jízdě jen ve směru šipky (šipek), přitom platí povinnost dát přednost v jízdě vozidlům jedoucím ve volném směru a nesmí dojít k ohrožení ani omezení přecházejících chodců. Jedná se o tzv. „kolizní“ signál. V odůvodněných případech není vyloučeno užití tohoto signálu v jednotlivých případech jako „bezkolizního“.

1.6.3.6 Signál „Signál pro opuštění křižovatky“ (č. S 6)

Jedná se o signál, který je umístěn v protilehlém rohu křižovatky, a jeho rozsvícením je vyjádřena možnost „bezkolizního“ opuštění křižovatky. Pro odbočování vlevo neplatí povinnost dát přednost protijedoucím motorovým a nemotorovým vozidlům, tramvajím jedoucím v obou směrech a vozidlům jedoucím ve vyhrazeném jízdním pruhu.

1.6.4 Signál přerušované žluté světlo (č. S 7)

Signál přerušovaného žlutého světla užitý samostatně upozorňuje na nutnost dbát zvýšené opatrnosti. Není vyloučeno užití tohoto signálu v provedení ve tvaru chodce k upozornění na nutnost dbát zvýšené opatrnosti nebo povinnosti vůči chodcům.

1.6.5 Řízení provozu v jízdních pruzích

Zákaz užití příslušného jízdního pruhu je vyjádřen signálem „Zakázaný vjezd do jízdního pruhu“ (č. S 8a) umístěným nad příslušným jízdním pruhem. Možnost užití příslušného jízdního pruhu je vyjádřen signálem „Volný vjezd do jízdního pruhu“ (č. S 8b) umístěným nad příslušným jízdním pruhem. Povinnost opuštění příslušného jízdního pruhu ve vyznačeném směru je vyjádřena signálem „Světelná šipka vpravo“ (č. S 8c) nebo „Světelná šipka vlevo“ (č. S 8d). Bezpečné opuštění jízdního pruhu po vjetí na signál volno s následujícím zákazem vjezdu do jízdního pruhu se zohledňuje v signálním plánu.

1.6.6 Dvoubarevná soustava

1.6.6.1 Signál pro chodce se znamením Stůj! (č. S 9a)

Jedná se o signál s červeným světlem. Znamená pro chodce povinnost nevstupovat do vozovky. Pro chodce, který před tím do vozovky vstoupil na signál „Volno“, je dána možnost dokončit přecházení k SSZ s tímto signálem. Bezpečné dokončení přecházení se pro takový případ zohledňuje v signálním plánu přechodu.

1.6.6.2 Signál pro chodce se znamením „Volno“ (č. S 9b)

Jedná se o signál se zeleným světlem. Znamená pro chodce možnost vstoupit do vozovky a zahájit přecházení vozovky.

1.6.7 Signály pro cyklisty

Pro řízení provozu cyklistů se užívá signálů tříbarevné soustavy:

Signál pro cyklisty se znamením „Stůj!“ (č. S10a)

Signál pro cyklisty se znamením „Pozor!“ (č. S10b)

Signál pro cyklisty se znamením „Volno“ (č. S10c).

Význam signálů a úprava pravidel pro chování cyklistů jsou obdobné jako pro signály tříbarevné soustavy s plnými kruhovými světly.

1.6.8 Signály pro chodce a cyklisty

Pro řízení společného provozu chodců a cyklistů se užívá signálů tříbarevné soustavy:

Signál pro chodce a cyklisty se znamením „Stůj!“ (č. S11a)

Signál pro chodce a cyklisty se znamením „Pozor!“ (č. S11b)

Signál pro chodce a cyklisty se znamením „Volno“ (č. S11c).

Význam signálů a úprava pravidel chování pro chodce jsou obdobné jako pro signály dvoubarevné soustavy pro chodce. Význam signálů a úprava pravidel pro chování cyklistů jsou obdobné jako pro signály tříbarevné soustavy s plnými kruhovými světly.

1.6.9 Rychlostní signály

Rozsvícené číslo rychlostního signálu uvádí doporučenou rychlost v km/h. Zpravidla se jedná o doporučenou rychlost, při které řidič dojedie k následujícímu SSZ zobrazujícímu světelný signál „Volno“.

SSZ zobrazující rychlostní signály je ve dvou provedeních:

„Rychlostní signál s proměnným signálním znakem“ (č. S 12a),

„Rychlostní signál s více signálními znaky“ (č. S 12b).

1.6.10 Signál dvou vedle sebe umístěných střídavě přerušovaných červených světél (č. S 13)

Signál dvou vedle sebe umístěných střídavě přerušovaných červených světél znamená pro řidiče povinnost zastavit vozidlo před SSZ. Těchto signálů se užívá především k zajištění bezpečného výjezdu vozidel z místa ležícího mimo pozemní komunikaci, a to zejména vozidel s právem přednostní jízdy.

1.7 Doba provozu SSZ

Světelná signalizační zařízení nemusejí být v provozu v době, kdy důvod, který vedl k jejich zřízení, odpadá. Provoz SSZ tedy může být vždy diferencovaně omezen na dobu nezbytně nutnou podle časového průběhu intenzity provozu a podle místních podmínek. Mezi tyto podmínky je zapotřebí zahrnout pohyb slabozrakých a nevidomých osob.

Při poklesu intenzity provozu (večer, v noci, o víkendech) je na mnoha místech výhodnější a plynulejší neřízený provoz.

Na nehodových a nepřehledných stávajících řízených křižovatkách lze s výhodou stanovit nepřetržitou dobu řízení. Rovněž v případech, kdy v době vypnuté světelné signalizace vozidla po hlavní komunikaci projíždějí velkou rychlostí, je toto opatření účelné. Pro období nízkého a velmi nízkého zatížení křižovatký je nutné použít vhodný režim řízení.

Na přechodech pro chodce přes dva a více stejnosměrných pruhů lze doporučit s ohledem na pokles intenzity provozu rovněž neřízený provoz. S výhodou lze umožnit algoritmem řízení tzv. režim „fáze blikající žlutá“, kdy se z technologického hlediska řadiče jedná o jednu z fází světelného řízení při režimu „SSZ v provozu“. Při nároku chodců na zadaných tlačítkách nebo při nároku z VPN (dálkový ovladač

nevidomých) přejde řadič z fáze blikající žlutá na zadanou dobu do běžného světelného řízení (červená, zelená, žlutá). Po uplynutí zadaných dob od posledního nároku z VPN a od posledního nároku ze zadaných tlačítek se řadič vrátí z běžného řízení do původního stavu – do fáze blikající žlutá.

1.8 Spotřeba pohonných hmot, emise, hluk

K úsporám pohonných hmot, ke snížení emisí výfukových plynů a snížení hluku přispívají metody řízení dopravy, které upravují rychlost vozidel na určité ustálené rychlosti nižší než přípustné a které minimalizují počty zastavení a doby čekání. Z hlediska úspor pohonných hmot lze dát přednost řízení s méně fázemi (dvoufázovému), doba cyklu při použití pevných signálních plánů má být volena o něco delší, než je nutné z hlediska intenzity provozu. Úsporám pohonných hmot přispívají doporučené rychlosti v rámci zelených vln i signálních trychtýřů a flexibilní přizpůsobování signálních plánů průběhu dopravy. Krátkodobé vypínání SSZ v období nižší intenzity dopravy nemusí vždy vést ke snížení spotřeby pohonných hmot.

Na velikost hluku v blízkosti světelně řízených křižovatek má vliv zejména způsob a rychlost jízdy a množství rozjezdů. Doposud nebyly prokázány rozdíly při různých metodách řízení.

2 VLIV ZŘÍZENÍ SVĚTELNÉHO SIGNALIZAČNÍHO ZAŘÍZENÍ NA STAVEBNÍ USPOŘÁDÁNÍ KŘÍŽOVATEK

2.1 Všeobecně

Průběh provozu na křižovatce a stavební uspořádání křižovatky spolu úzce souvisejí a navzájem se ovlivňují. Návrh stavebního uspořádání křižovatky a výpočet signálního plánu je tedy nutné posuzovat a provádět souběžně, přičemž je zapotřebí brát v úvahu oprávněné nároky všech účastníků provozu na pozemních komunikacích.

Při návrhu nových křižovatek řízených SSZ se má stavební uspořádání podřídít požadavkům světelného řízení. Naopak při dodatečném osazení SSZ na stávající křižovatku nebo při rekonstrukci křižovatky jsou většinou určující prostorové možnosti stavebního uspořádání.

Rozdíl ve stavebním uspořádání světelně řízené a neřízené křižovatky spočívá zejména v tom, že při světelném řízení je snahou umístit stopčáry co nejvíce ke středu křižovatky, aby mezičasy byly co nejkratší a kapacita křižovatky pak co nejvyšší. Při projektování neřízené křižovatky je z hlediska bezpečnosti snahou střetné kolizní body vzájemně od sebe co nejvíce vzdálit. Prostorové uspořádání řízené křižovatky je tedy stísněnější než u křižovatky neřízené.

2.2 Řadicí pruhy

Počet jízdních pruhů na větvích křižovatky (řadicích pruhů na vjezdu a jízdních pruhů na výjezdu) se řídí intenzitou individuální automobilové dopravy, hromadné dopravy osob, požadavky chodců i cyklistů a velikostí plochy, která je k dispozici.

Řadicí pruhy musejí být jednoznačně a v dostatečné délce vyznačeny svislými a vodorovnými dopravními značkami. Potřebná délka řadicích pruhů se určí výpočtem a je dána množstvím vozidel, která musejí zastavit na signál stůj.

Na jízdní pruh na vjezdu do křižovatky má navazovat jízdní pruh na výjezdu z křižovatky.

Pro uspořádání odbočovacích a připojovacích pruhů je v zastavěné části obce většinou rozhodující hledisko výkonnosti křižovatky, mimo zastavěnou část obce jsou to převážně hlediska bezpečnostní.

2.2.1 Řadicí pruhy pro jízdu přímo

Počet řadicích pruhů pro jízdu přímo na vjezdu a jízdních pruhů na výjezdu z křižovatky musí být stejný. Potřebný počet řadicích pruhů musí být prokázán kapacitním výpočtem.

Délka jízdních pruhů za křižovatkou v nezměněném počtu závisí na délce signálu volno a na stupni vytížení řadicích pruhů. Přibližně lze říci, že délka v metrech se má rovnat asi trojnásobku doby signálu volno v sekundách, nejméně však 40 m, podrobnosti jsou uvedeny v ČSN 73 6102.

2.2.2 Řadicí pruhy pro odbočení vlevo

Vlevo odbočující vozidla mají mít na světelně řízené křižovatce vlastní řadicí pruh, a to i ve stísněných poměrech.

Levé odbočení ovlivněné protisměrem na společném řadicím pruhu s přímým směrem, eventuálně s pravým odbočením, je možné použít pouze při nízkých intenzitách vlevo odbočujících vozidel (do nejvýše 100 voz.h⁻¹, tj. 1 až 2 voz.cyklos⁻¹) a je-li v křižovatce dostatek prostoru.

U komunikací s tramvají v úrovni vozovky a při dynamickém řízení lze pro zvýšení kapacity vjezdu výjimečně použít tramvajového pásu pro řadicí pruh pro odbočení vlevo. Dynamické řízení pak na výzvu musí tramvaji zajistit uvolnění jízdní dráhy. Délka řadicích pruhů pro odbočení vlevo má být taková, aby na nich mohla zastavit všechna vozidla odbočující vlevo v době cyklu s rezervou 20 % (délka pruhu pro 1 vozidlo je 6 m). Délka pruhů pro odbočení vlevo má být pokud možno delší než vypočtená délka sousedního řadicího pruhu (pro jízdu přímo), aby vlevo odbočující vozidla mohla do řadicího pruhu zajíždět neomezeně.

2.2.3 Řadicí pruhy pro odbočení vpravo

Zřízením samostatných pruhů pro odbočení vpravo se zvýší bezpečnost a výkonnost křižovatky.

Jestliže jsou vozidla pro přímý směr a odbočení vpravo vedena v jednom jízdním pruhu a souběžně je vedena cyklistická nebo pěší komunikace, má být přejezd pro cyklisty a přechod pro chodce odsazen přibližně o 3 m, nejvýše však o 4 m, aby byl vytvořen prostor pro odbočující vozidla. Odsazený přejezd pro cyklisty má být umístěn tak, aby nevznikl dojem, že přímo jedoucí cyklisté odbočují vpravo.

Krátké výjezdní klíny u trojúhelníkových ostrůvků pro odbočování vpravo (bez řadicích pruhů) lze zřizovat pouze tehdy, nejsou-li omezeny zájmy chodců a cyklistů (viz 7.2.3).

2.3 Dopravní ostrůvky

Dopravní ostrůvky slouží k oddělení a usměrnění různých dopravních proudů na křižovatce, k ochraně chodců, případně cyklistů, i pro osazování dopravních zařízení (návěstidel, značek). Všeobecné podmínky použití a technické parametry jsou uvedeny v ČSN 73 6110 a ČSN 73 6102.

2.3.1 Dělicí ostrůvky směrově rozdělených komunikací

Dělicí dopravní ostrůvky jsou vhodné pro:

- umístění návěstidel (opakovacích) a dopravních značek pro lepší viditelnost signálů a snadnější orientaci řidičů,
- umístění návěstidel pro chodce, neboť se tak rozděluje a zkracuje délka přechodu, a tím se snižuje vyklizovací doba chodců; kromě toho se vytváří shromažďovací plocha pro čekání chodců na zelenou, jestliže tito nemohou přejít přechod v jedné fázi.

Dělicí ostrůvky na příjezdu ke křižovatce vytvářejí uprostřed křižovatky plochu pro snadnější odbočování vozidel vlevo.

Není-li SSZ v provozu, umožňuje střední dělicí ostrůvek snadnější a bezpečnější přechod chodců, případně cyklistů přes komunikaci.

2.3.2 Směrovací trojúhelníkové ostrůvky

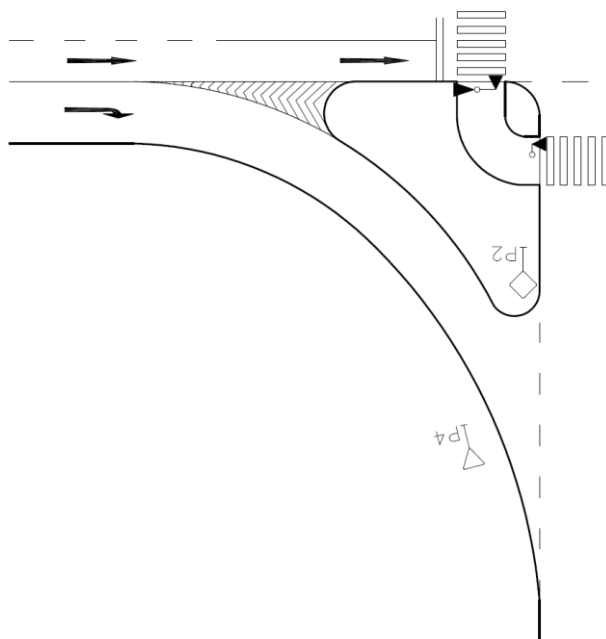
Směrovací trojúhelníkové ostrůvky jsou vhodné z těchto důvodů:

- zkracují délky přechodů pro chodce a vytvářejí shromažďovací plochy pro čekání chodců, případně cyklistů;
- umožňují posunutí stopčar řadicích pruhů pro jízdu přímo a vlevo směrem ke středu křižovatky, a tím zkrácení mezičasu;
- umožňují osazení návěstidel a dopravních značek;
- umožňují pravé odbočení vozidel bez světelného řízení, pouze s použitím dopravních značek č. P 4 Dej přednost v jízdě, případně č. IP 6 Přechod pro chodce, a to za podmínek nízké intenzity vpravo odbočujících vozidel, nízké intenzity chodců, případně cyklistů a nepřiliš plynulého trasování oblouku ($R < 40 \text{ m}$), aby rychlost vpravo odbočujících vozidel nebyla vysoká. Na těchto pruzích pro odbočení vpravo musejí být jasně vyznačeny podmínky přednosti mezi vozidly a chodci. Nesignalizované odbočení vpravo (bez následné jízdy v připojovacím jízdním pruhu i s následnou jízdou v připojovacím pruhu) lze použít při odbočování z vedlejší na hlavní i z hlavní na vedlejší. Toto nesignalizované odbočení musí být vždy vyznačeno dopravní značkou č. P 4 Dej přednost v jízdě nebo č. P 6 Stůj, dej přednost v jízdě.

Mezi nevýhody trojúhelníkových ostrůvků patří:

- zneprůhlednění křižovatky,
- nesnadná orientace řidičů z hlediska přednosti v jízdě,
- prodloužení trasy pro chodce, případně cyklisty, někdy i několikanásobné přerušování přechodu přes rameno křižovatky,
- nemožnost instalace signalizace pro slabozraké a nevidomé (často limitní nevýhoda),

- možnost vzniku nejasných situací při vnímání platnosti světelných signálů určených pro směr přímo (podle právního předpisu¹ není dořešeno).



Obr. 2 Příklad směrovacího ostrůvku

2.4 Dopravní značení

Svislé i vodorovné dopravní značení musí vyhovovat ustanovením zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích (pravidla provozu na pozemních komunikacích), vyhlášky č. 30/2001 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích, vyhlášky č. 369/2001 Sb., o obecných technických požadavcích zajišťujících užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace, ČSN EN 12899-1, ČSN EN 1436, TP 65, TP 133 a TP 169. Dopravní situace je nutné vyznačit jednoznačně a srozumitelně bez zbytečného plýtvání značkami. Musí být zachován soulad svislých a vodorovných dopravních značek a světelných signálů.

2.4.1 Svislé dopravní značení

Každá křižovatka řízená SSZ musí být osazena dopravními značkami určujícími přednost v jízdě č. P 4 Dej přednost v jízdě nebo č. P 6 Stůj, dej přednost v jízdě a č. P 2 Hlavní silnice, aby i při vypnuté světelné signalizaci byl zajištěn bezpečný průjezd křižovatkou. Značky určující přednost v jízdě jsou zpravidla osazeny u základního návěstidla, v odůvodněných případech je lze umístit rovněž u opakovacího návěstidla na výložníku.

Z důvodu řazení vozidel do řadících pruhů je nutné na příjezdu ke křižovatce osadit značku č. IP 19 Řadící pruhy, případně značky č. C 2a až č. C 2f Příkazáný směr jízdy, které se osazují nad řadícími pruhy.

¹ Zákon č. 361/2000 Sb.

Jestliže není umožněno levé odbočení a je určena náhradní trasa, doporučuje se tuto trasu signalizovat v dostatečném předstihu dopravní značkou č. IS 9e Návěst před křižovatkou.

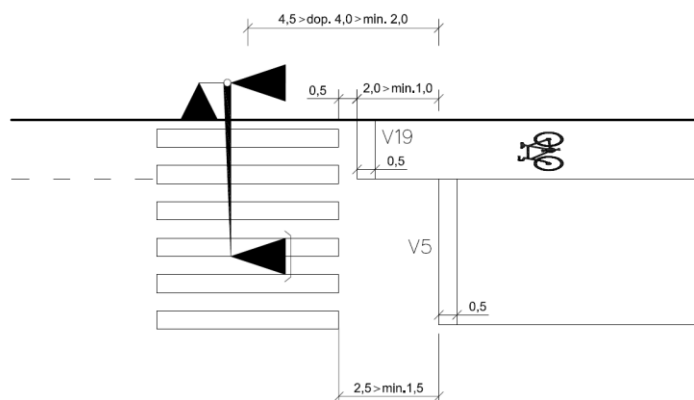
Upozornění na SSZ se provádí značkou č. A 10 Světelné signály, která se mimo obec umísťuje před křižovatkou se SSZ vždy, v obci pak před první křižovatkou se SSZ při vjezdu do obce nebo před křižovatkou, kde řidič SSZ neočekává. V nepřehledných úsecích se doporučuje značku č. A 10 doplnit návěstidlem signálu přerušovaného žlutého světla, případně ji umístit na podklad z retroreflexního fluorescenčního materiálu zelenožluté barvy.

Na komunikacích, kde je dovolena jízdní rychlost vyšší než $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, nemají být SSZ zřizována. Jinak je nutné rychlost před křižovatkou se SSZ dopravními značkami č. B 20a Nejvyšší dovolená rychlost snížit (i odstupňovaně) na nejvýše $70 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

2.4.2 Vodorovné dopravní značení

Vzájemná poloha stopčáry a návěstidla musí být taková, aby z vozidla stojícího před stopčárou bylo návěstidlo zřetelně viditelné. Vzdálenost stopčáry od návěstidla má být alespoň 4,0 m, nejméně však 2,0 m. Nejmenší vzdálenost stopčáry od přechodu pro chodce je 1,5 m.

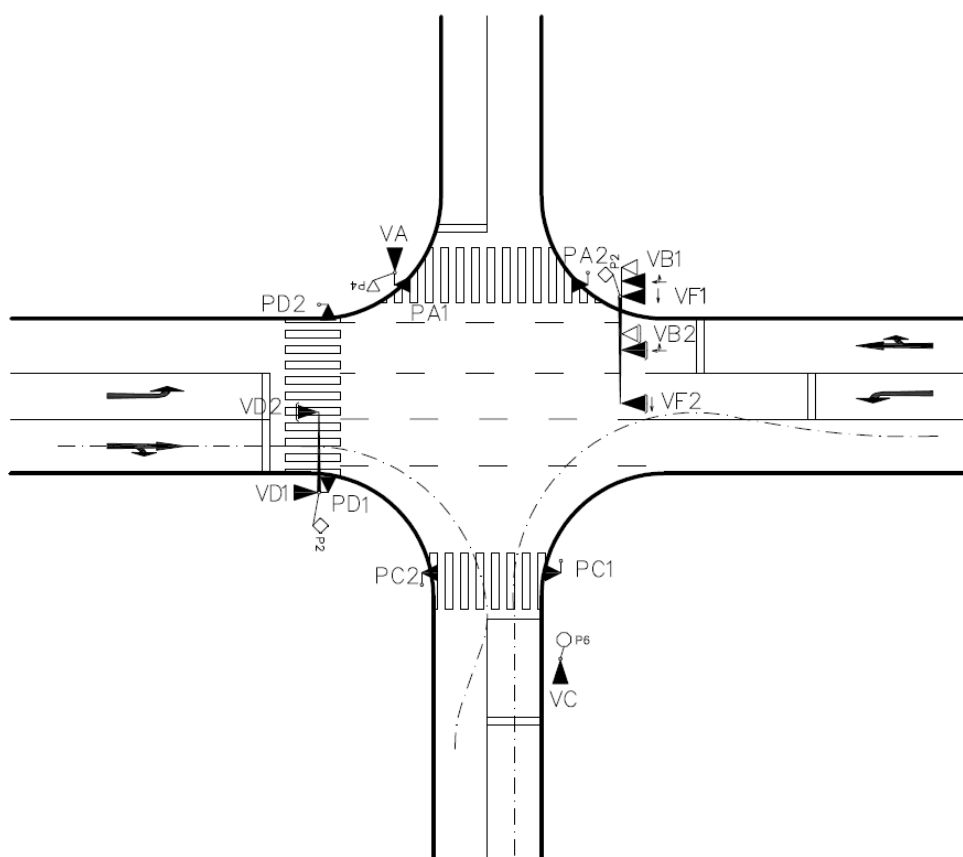
Pokud má jízdní pruh pro cyklisty vlastní stopčáru, pak tato má být nejméně o 1,0 m předsunuta před stopčárou motorových vozidel, aby řidič motorového vozidla cyklistu lépe viděl (viz obr. 3).



Obr. 3 Vyznačení stopčar

Jestliže ve stísněných prostorových poměrech odbočující vozidlo musí použít plochu komunikace jiného směru, lze doporučit odsazení stopčáry, které však má být co nejmenší z důvodu prodloužení vyklizovacích dob (viz obr. 4); podrobnosti v TP 133.

Řadicí pruhy mají být tak dlouhé, aby v nich z důvodu rozlišitelnosti a pochopení směru jízdy mohly být vyznačeny tři směrové šipky (značka č. V 9a). Délka šipky je 5 m a vzdálenost šipek je 5 až 20 m.



Obr. 4 Vodorovné a svislé dopravní značení

3 NÁVRH SIGNÁLNÍHO PLÁNU

3.1 Všeobecně

Signální plán je program řízení světelného signalizačního zařízení, který určuje pořadí a délku signálů volno jednotlivých signálních skupin. Zpracovává se graficky a znázorňuje signální obrazy jednotlivých signálních skupin pro všechny účastníky provozu. Návrh signálního plánu má několik kroků, které spolu vzájemně souvisejí, ovlivňují se, a musejí se tedy zpracovávat ve vzájemném souladu (schéma fází, délky cyklu řízení, doby jednotlivých fází).

Návrh schématu fází vychází z intenzit jednotlivých druhů dopravy, je ovlivněn prostorovými možnostmi i uspořádáním křižovatek a pravidly provozu na pozemních komunikacích. Volba délky cyklu souvisí s kapacitou křižovatky a se ztrátou času jednotlivých účastníků provozu na křižovatce. Zásadní význam z hlediska bezpečnosti má správný výpočet mezičasů. Pro výpočet dob signálů volno a rozvržení v rámci cyklu lze použít několik metod (saturovaného toku, spotřeby času, iterace; viz přílohu B).

Návrh pevného signálního plánu je výsledkem provozně technických výpočtů světelné signalizace. Při dopravně závislém řízení je nutné ještě stanovit nezbytné časové a logické vazby.

3.2 Podklady a průzkumy

Pro zpracování návrhu světelné signalizace má být k dispozici:

- přehledná situace (1:2000 až 1:5000) – situace širších dopravních vztahů zahrnující organizaci dopravy a rozmístění uzlů na komunikační síti, stávající a navrhovaná SSZ v okolí a jejich případné propojení do koordinovaných skupin;
- podrobná situace (1:200 až 1:500) – situace zahrnující rozhodující skutečnosti pro návrh; tj. komunikace pro motorovou dopravu (příp. jízdní pruhy), provoz chodců a cyklistickou dopravu, zástavbu, vjezdy, výjezdy, stromy, sloupy, hydranty, šachty, dopravní značení a dopravní zařízení, podélný sklon apod.;
- údaje o intenzitách všech druhů dopravy a o skladbě dopravního proudu – například kartogramy zatížení jednotlivých směrů křižovatky v dopravních špičkách a sedlech, denní, případně týdenní průběh intenzity provozu, skladba dopravního proudu, údaje o intenzitách chodců a cyklistů, eventuálně místní zvláštnosti;
- výsledky rozboru nehodovosti – výsledky a zhodnocení statistiky počtu nehod za několikaleté období rozlišené podle následků, účastníků a druhů nehod, závěry plynoucí z kolizních diagramů.

3.3 Struktura signálního plánu

3.3.1 Rozdělení fází

3.3.1.1 Všeobecně

Pod pojmem fáze se rozumí časový interval, v němž mají současně volno určité, zpravidla vzájemně nekolizní dopravní pohyby na křižovatce. Při dopravním řešení SSZ je nutné stanovit tzv. fázové schéma, tj. přiřazení dopravních pohybů jednotlivým fázím a nejvýhodnější pořadí fází. Při návrhu schématu fází se vychází ze situačního řešení a z geometrických poměrů na křižovatce, z organizace dopravy a z intenzit provozu. Příklady schématu fází jsou uvedeny na obrázku 5 a v příloze C na obrázku C6.

Při návrhu fází se rozlišují kolizní, bezkolizní a podmíněně kolizní dopravní pohyby. Podmíněně kolizní pohyby v rámci jedné fáze mohou být ty pohyby, pro něž platí pravidla o přednosti v jízdě podle právního předpisu, například odbočení vlevo.

Časově za sebou v různých fázích mohou následovat dopravní proudy z téhož směru, jsou-li na vjezdu do křižovatky prostorově odděleny v různých jízdních pruzích.

Jestliže všechny nekolizní dopravní proudy na vjezdu do křižovatky nemají současně volno, pak musejí být řízeny návěstidly se směrovými signály. Mohou být řízeny i návěstidly s plnými signály, ale to pouze tehdy, pokud jsou proudy do různých směrů stavebně odděleny a je-li naprosto jasné, jakému směru které návěstidlo náleží.

Dopravní proud pro směr vlevo nebo vpravo řízený směrovým signálem nesmí být kolizní s žádným dopravním proudem s výjimkou chodců ve volném směru. V tom případě musí být směrový signál doplněn žlutým světlem ve tvaru chodce.

V případě, že se signály volno pro tramvaje (respektive pro vyhrazený jízdní pruh pro vozidla MHD) a ostatní vozidla mají od sebe lišit, musejí být tramvaje (respektive vyhrazené jízdní pruhy pro vozidla MHD) řízeny tramvajovými návěstidly.

Pokud odbočující vozidlo musí ve stísněných poměrech použít plochu komunikace jiného směru, nesmí být současně uvolněn tento jiný směr (viz obr. 4).

3.3.1.2 Odbočování vlevo

Odbočení vlevo se má navrhovat:

- v zájmu jednoduchosti pokud možno řízením návěstidly s plnými signály ve stejné fázi s protijedoucími vozidly. Odbočování se pak řídí předpisy o odbočení vlevo. Tento způsob odbočování vlevo lze použít, je-li intenzita vlevo odbočujících vozidel nízká (počet odbočujících vozidel během doby cyklu může být přibližně jedno až dvě, na rozlehlých křižovatkách podle geometrického uspořádání až pět);
- prodloužením doby volna na vjezdu s levým odbočením po skončení zelené protisměru, a to v případech, kdy vzhledem k intenzitám vozidel odbočujících vlevo nestačí tato projet v době zelené protisměru. Tento způsob lze realizovat též osazením signálu pro opuštění křižovatky (vyklizovací šipky);
- se směrovými signály a samostatnou fází pro levé odbočení pouze v odůvodněných případech, kdy nepostačí předchozí řešení, tzn. pouze při vysokých intenzitách levého odbočení i protisměru nebo vyžadují-li to specifické dopravní poměry (např. geometrické uspořádání křižovatky). Při krátkých cyklech nemusí být vlevo odbočující fáze zařazena v každém cyklu. Samostatné odbočování vlevo je nutné, jestliže jsou pro levé odbočení vyhrazeny dva jízdní pruhy. Při nízkých intenzitách vlevo odbočujících vozidel a vysokých intenzitách protisměru, zejména pokud jsou v protisměru dva jízdní pruhy, lze s výhodou využít směrového signálu na výzvu.

3.3.1.3 Odbočování vpravo

Odbočení vpravo se má navrhovat:

- za běžných podmínek řízením návěstidly tříbarevné soustavy s plnými signály.

Vozidlům odbočujícím vpravo je možné kromě doby zeleného signálu umožnit odbočování i v době červeného, současně svítícího červeného a žlutého nebo žlutého signálu s využitím signálu doplňkové zelené šipky. Červený signál, vedle něhož je umístěno návěstidlo signálu doplňkové zelené šipky, musí být jištěn.

Řidiče odbočujících vozidel je možné upozornit na přechod pro chodce nebo cyklisty návěstidlem signálu přerušovaného žlutého světla ve tvaru chodce nebo ve tvaru chodce a cyklisty, umístěným před přechodem. Tento signál má být užíván vždy, je-li přechod odsazen od křižovatky a řidiči odbočujících vozidel nemusejí již chodce, případně cyklisty očekávat;

- pokud vpravo odbočující vozidla křižují dopravní proud s vysokou intenzitou (chodci, cyklisté, tramvaje), má se použít směrový signál.

Zelený směrový signál může svítit pouze tehdy, je-li zajištěn bezkolizní průjezd křižovatkou. Při odbočování smí zelená šipka směřovat pouze výjimečně do směru, který křížuje pěší proud ve volném

směru; pak musí být zelený směrový signál pro odbočení doplněn signálem žlutého světla ve tvaru chodce;

- na křižovatkách s trojúhelníkovým dopravním ostrůvkem, podél něhož vozidla z vedlejšího směru odbočují vpravo, a není-li intenzita vpravo odbočujících vozidel a křižujících chodců vysoká, postačí přechod osadit dopravní značkou č. IP 6 Přechod pro chodce a značku doplnit návěstidlem se signálem přerušovaného žlutého světla.

3.3.2 Počet fází

Počet fází vyplývá z rozdělení fází, tj. z rozhodnutí o rozčlenění dopravních pohybů na křižovatce.

Pro řízení dopravy světelným signalizačním zařízením na křižovatce je minimální počet fází dvě. Odbočující dopravní proudy však nejsou oproti přímým směrům bezkolizní. Dokonale bezkolizní řízení všech dopravních proudů na čtyřramenné křižovatce má minimálně čtyři fáze, na tříramenné nejméně tři fáze.

Přednostně se má navrhovat jednoduché dvoufázové řízení. Vícefázové řízení snižuje kapacitu křižovatk, zvyšuje ztrátové časy a prodlužuje zdržení vozidel. Z těchto důvodů se má jejich navrhování omezit na nezbytnou míru, zvláště tam, kde je to vzhledem k bezpečnosti dopravy, intenzitám jednotlivých dopravních proudů nebo vzhledem k dopravním poměrům (např. odbočování tramvaje) nutné a kde nepostačí jednodušší řešení. Vícefázové řízení (případně i použití směrových signálů) může být nutné i na jinak provozně zcela jednoduché křižovatce, pokud je zařazena do zelené vlny.

3.3.3 Pořadí fází

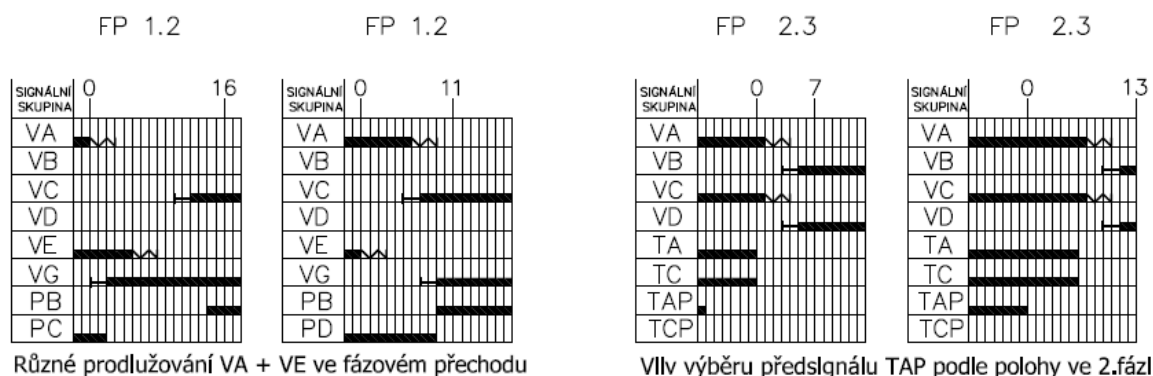
Pořadí fází při řízení křižovatk může být ovlivněno různými hledisky:

- určité fáze musejí probíhat za sebou, aby na sebe plynule navazovaly signály volno, které jsou v těchto fázích;
- určité dopravní směry musejí následovat po sobě, aby na křižovatce nevznikalo zdržení z důvodu nakupení vozidel;
- pořadí fází může ovlivnit požadovaný sled dob signálů volno pro chodce nebo cyklisty, aby tito mohli přejít dělený přechod plynule;
- pořadí fází může určovat požadavek koordinace signálních plánů sousedních křižovatek nebo preference vozidel MHD.

Pokud tomu nebrání výše jmenované podmínky, je zapotřebí pořadí fází navrhovat tak, aby se minimalizoval součet mezcasů. Pořadí fází je vhodné znázornit ve schématu (viz obr. 5).

Průběh pružného fázového přechodu může být ovlivněn:

- prodlužováním či neprodužováním některých skupin ve fázovém přechodu,
- okamžitým doplněním skupiny s výrazně větším vyklizovacím mezičasem v průběhu fáze (prakticky připadají v úvahu pouze signály pro tramvaje, případně tyto ve funkci předsignálů),
- požadavkem na dřívější začátek signálů volno, než je umožněn ve standardním fázovém přechodu (prakticky připadají v úvahu pouze signály pro tramvaje).



Obr. 7 Příklady pružného fázového přechodu

Pružnými fázovými přechody se zabývá příloha K.

3.3.5 Mezičasy

Mezičas je časový interval od konce signálu volno signální skupiny po začátek signálu volno kolizní signální skupiny. V této době musí poslední (vyklizující) vozidlo projíždějící v končící době signálu volno bezpečně opustit kolizní plochu dříve, než první (najíždějící) vozidlo jedoucí v době signálu volno v kolizním směru této kolizní plochy dosáhne.

Kolizní dopravní pohyby jsou ty vzájemné pohyby vozidel nebo vozidel a chodců na místech řízených SSZ, které se střetávají, kříží nebo připojují. Kolizní plocha je ta část plochy komunikace, kde se dráha vyklizujícího vozidla nebo chodce střetává s dráhou najíždějícího vozidla nebo chodce. Kolizní plocha je různá pro každou dvojici kolizních dopravních pohybů.

Podmíněně kolizní dopravní pohyby jsou takové, které nejsou řešeny SSZ, ale platí pro ně i při řízení SSZ příslušná pravidla provozu na pozemních komunikacích o přednosti (v jízdě).

Vzájemně nekolizní signální skupiny jsou ty, jimiž řízené dopravní pohyby se nestřetávají, nekříží ani nepřipojují, s výjimkou pouze podmíněně kolizních dopravních pohybů.

Jelikož jedna signální skupina často řídí provoz ve více proudech či směrech, existuje obvykle několik kolizních ploch, a tedy i několik mezičasů. Rozhodující mezičas je potom největší z těchto mezičasů. Je nutné určit mezičasy pro všechny kombinace a sledy signálních skupin, které jsou na řešené křižovatce možné, a sestavit je do univerzální tabulky mezičasů.

Správné určení mezičasů má zásadní význam pro bezpečnost při řízení provozu světelnými signály, a je proto nezbytné věnovat jejich stanovení maximální pozornost.

Příklady výpočtu mezičasů a sestavení tabulky mezičasů jsou uvedeny v příloze J.

Tabulka mezičasů slouží i jako podklad pro jištění kolizních signálních skupin. Pokud je tato tabulka jediným podkladem pro předpis jištění signálních skupin v řadiči, je nutné navíc stanovit, které signální skupiny nesmějí mít současně signál volno, i když nejsou kolizní podle právního předpisu¹⁾ nebo tabulky mezičasů (například vyklizovací šipka × příčné směry).

Po uvedení SSZ do provozu je vhodné nastavené mezičasy opakovaným pozorováním přezkoumat, přičemž je zapotřebí dbát především na situace, kdy vozidla odbočují vlevo podmíněně kolizním pohybem, a na prostředky MHD.

Vypočítané a ověřené hodnoty mezičasů jsou platné pro všechny druhy řízení a ovládání SSZ, včetně řízení z nadřízené úrovně, ručního řízení apod. Pro stanovení signálů SSZ je potřebná dokumentace alespoň v rozsahu: situační plán SSZ, tabulka mezičasů, fázové schéma.

3.3.6 Délka cyklu

Potřebná délka cyklu je součet nutných dob signálů volno a rozhodujících mezičasů příslušných k jednotlivým signálům volno:

$$C = \Sigma t_z + \Sigma t_m [s]$$

kde:

C = minimální délka cyklu [s],

t_z = nutná doba zelené fáze [s],

t_m = rozhodující (nejdelší) mezičas mezi po sobě následujícími fázemi [s].

Orientační hodnoty pro délku cyklu jsou:

minimální: 30 s,

optimální: 50 až 80 s,

maximální: 100 s (120 s).

Výpočet délky cyklu je uveden v příloze B.

3.3.7 Doby signálů volno

Výpočet potřebných dob signálů volno (zelených) vychází z intenzity provozu. Jedná se o rozdělení celkové doby volna na jednotlivé směry, a to úměrně intenzitám provozu.

Konkrétní výpočet dob zelených lze provádět několika způsoby (viz přílohy B, C), jimiž jsou například:

- metoda saturovaného toku,
- metoda spotřeby času,
- metoda postupného přibližování (iterace).

3.3.8 Okrajové podmínky

Nejnižší hodnoty signálních dob jsou:

- signál volno (zelená) pro vozidla, chodce, cyklisty, tramvaje – 5 s,
- signál pozor (žlutá) pro vozidla – 3 s,
- signál pozor (žlutá) pro cyklisty – 2 s.

Doba signálu pozor (současně svítícího červeného a žlutého signálu) pro vozidla a cyklisty má hodnotu 2 s.

Je vhodné, aby doba zelené chodců byla alespoň taková, aby chodec během zeleného signálu přešel 2/3 přechodu, nejméně však 1/2 přechodu.

V případě křížení proudu chodců na přechodu a odbočujících vozidel je vhodné, aby doby zelených signálů byly uzpůsobeny tak, aby první chodec byl na kolizní ploše o 1 až 2 s dříve než první odbočující vozidlo.

Jestliže při odbočování vlevo na základě přednosti v jízdě vozidlo zastaví uprostřed křižovatky, může mu být při změně fází umožněno bezpečné opuštění tohoto prostoru, například prodloužením mezičasu nebo úpravou fázového přechodu o 2 až 4 s, než je podle výpočtu mezičasů potřebné. Velikost této úpravy je vhodné přizpůsobit předpokládané (zjištěné) intenzitě pro každý signální plán zvlášť.

3.3.9 Sestavení signálního plánu

Základní kostra signálního plánu je dána mezičasy a rozhodujícími dobami signálů volno.

U signálního plánu s pevným řízením je doba cyklu součet rozhodujících mezičasů a rozhodujících dob signálů volno:

$$C = \Sigma t_m + \Sigma t_{z_{rozh}} [s]$$

Při izolovaném dynamickém řízení je doba cyklu proměnná. Minimální doba cyklu, tzv. strukturální, je dána součtem rozhodujících mezičasů a minimálních dob signálů volno:

$$C = \Sigma t_m + \Sigma t_{z_{min}} [s]$$

Minimální doby signálů volno se prodlužují na základě požadavku přijíždějících vozidel.

Doby ostatních signálů volno, které v kostře signálního plánu zatím nejsou zahrnuty, budou do plánu zapracovány s přihlédnutím k potřebným mezičasům a okrajovým podmínkám.

4 SYSTÉM ŘÍZENÍ

4.1 Všeobecně

Způsob, jak je řízení provozu z provozně technického hlediska realizováno světelným signalizačním zařízením, je popsán systémem řízení. Různé systémy řízení se liší ovlivnitelností nebo proměnlivostí prvků signálního plánu. Jaký systém řízení má být zvolen, závisí na zadaných cílech, a ty lze uskutečnit

použitím provozně technických veličin. S jejich pomocí může být kvalifikován a kvantifikován systém řízení na konkrétní lokalitu.

Specifické požadavky na řízení obousměrného provozu v jednom jízdním pruhu (signalizace úzkých míst při opravách komunikací) jsou souhrnně uvedeny v příloze G.

Požadavky na řízení provozu v jízdních pruzích, tzn. když se stejný jízdní pruh používá střídavě v časových intervalech pro opačné směry jízdy, jsou souhrnně uvedeny v příloze H.

4.1.1 Tok informací při řízení provozu světelnými signály

Řízení světelným signalizačním zařízením lze pokládat za část regulačního obvodu, jímž má být průběh provozu ovlivňován a optimalizován vyhodnocováním určitých parametrů.

Při použití pevného signálního plánu jsou údaje při přípravě návrhu prováděny „off-line“.

Při použití dynamického signálního plánu nebo pružné tvorby signálního plánu jsou údaje zpracovávány kontinuálně, s možností vzájemného ovlivňování se mezi světelným signalizačním zařízením a provozem. Aktuální signální plány jsou přitom modifikovány „on-line“ podle předem dané logiky řízení na základě skutečně naměřených hodnot.

4.1.2 Principy pevného a dynamického řízení dopravy

Předpokladem pro volbu vhodného způsobu řízení je dopravně inženýrská studie pro oblast komunikací nebo pro jednotlivou křižovatku. Je přitom zapotřebí zohledňovat provozní zařízení, stavební stav komunikací a křižovatek a již existující signalizační zařízení. Způsoby řízení dopravy světelným signalizačním zařízením lze rozdělit na:

- řízení pevné,
- řízení dynamické.

Principem pevného řízení provozu je neměnné řízení v daném časovém období. To předpokládá ustálenou intenzitu provozu vozidel s pouze dlouhodobými změnami, neboť při tomto způsobu řízení není reagováno na krátkodobé výkyvy intenzity provozu. Provozně technické náklady k uskutečnění pevného řízení provozu nejsou relativně vysoké.

Principem dynamického řízení je přizpůsobování se provozu tak, že i krátkodobé výkyvy intenzity provozu ovlivňují řízení. Dynamický způsob řízení provozu vyžaduje o něco vyšší technické náklady (než v případě řízení pevného) s ohledem na zpracování údajů, které charakterizují danou dopravní situaci, a je realizován pružnou úpravou signálních plánů v reálném čase. Počet potřebných měřicích míst v podstatě odpovídá počtu řízených řadicích pruhů, přičemž intervaly měření a dotazování jsou krátké (sekundy).

Prvky obou způsobů řízení, pevného i dynamického, lze kombinovat.

Pevné řízení provozu bez dynamických prvků se má používat pouze na lokalitách, kde dynamické řízení neznamena žádný přínos pro účastníky provozu.

4.2 Parametry řízení a vyhodnocování

4.2.1 Všeobecně

K možnosti uskutečnění řízení odpovídajícího předem daným cílům jsou definovány přímo nebo nepřímo měřitelné cílové veličiny. Jestliže mají být použity k dynamickému řízení, musejí být pochopitelně určeny „on-line“, jsou-li uvažovány pro vyhodnocení procesu řízení, mohou být určeny také „off-line“.

Jelikož většina cílových veličin není měřitelná přímo, jsou pro logické řízení dopravy používány takové parametry, které lze zjišťovat přímo nebo odpovídající úpravou měřených dat.

Parametry k vyhodnocování procesu řízení mohou být stanoveny také simulacemi provozu.

4.2.2 Počet zastavení

Minimalizací počtu zastavení lze mimo jiné docílit:

- zlepšení komfortu jízdy, zvláště u autobusů a tramvají,
- snížení množství emisí a hluku,
- snížení spotřeby pohonných hmot,
- omezení pravděpodobnosti úrazů při najetí do stojícího vozidla,
- zvýšení výkonnosti během provozu nákladních vozidel.

Zjišťování se provádí:

- sledováním a manuální registrací pozorovatelem,
- záznamem videokamerou,
- měřicími přístroji za jízdy,
- vytvořením rozdílů z přesného měření přijíždějících a odjíždějících vozidel; zde lze jednoznačně stanovit počet nejméně jednou zastavujících vozidel.

Přesné stanovení „několika zastavení“ je obtížné a nákladné.

4.2.3 Doba zdržení

Minimalizací dob zdržení se mimo jiné dosáhne:

- časové úspory pro účastníky dopravy,
- redukování celospolečenských ztrát,
- snížení emisí spalín,
- nárůstu bezpečnosti pro chodce a cyklisty v důsledku více respektovaného řízení světelnými signály.

Přímé měření není v současné době běžné, neboť je spojeno s neúměrně vysokými náklady. Nepřímo je možné dobu zdržení zjistit na základě časů vjezdu a odjezdu z oblasti, při zohlednění rychlosti průjezdu oblastí. Doby zdržení se mohou zjišťovat a měřit také metodou plovoucího vozidla.

4.2.4 Doba jízdy

Minimalizací doby jízdy v systému lze mimo jiné docílit:

- plynulejšího provozu dopravních prostředků,

- úspory času účastníků dopravy,
- poklesu celospolečenských ztrát,
- snížení provozních ztrát dopravních prostředků.

V současné době se doba jízdy přímo zjišťuje pomocí speciálního přístrojového vybavení.

4.2.5 Délka vzdutí

Minimalizací délky vzdutí se mimo jiné dosáhne:

- snížení množství emisí a hluku,
- odstranění omezení jízdy příčným proudům vozidel,
- odstranění stresových situací pro řidiče vozidel.

Další možností ovlivnění délky vzdutí je převedení na taková místa, kde je vzdutí přijatelnější.

Přímé měření délky kolon se provádí detektory, které jsou umístěny na vhodných místech v prostoru předpokládaného vzdutí.

4.2.6 Intenzita provozu

Snahou řízení je převést křižovatkou nebo řadou křižovatek co nejvyšší intenzitu provozu. Tato intenzita je omezena prostorovým uspořádáním křižovatky a funkční schopností zařízení. Intenzita na profilu se může zjišťovat přímo.

4.2.7 Jízdní rychlost

Koordinací řízení je případně možné dosáhnout toho, že vozidla jedou lokálně únosnou rychlostí.

Přímé měření rychlosti jízdy se provádí detektory, které jsou umístěny na vhodných místech mimo prostor dopravní kongesce.

4.2.8 Volba a výpočet cílových veličin pro řízení

Volba cílových veličin, podle nichž má být řízení prováděno, závisí především na technických možnostech realizace i na získání potřebných údajů. Z dopravně technického hlediska může být omezena zohledněním případných okrajových podmínek, například omezeným prostorem řadicích pruhů.

Mezi rozdílnými cílovými veličinami mohou vzniknout rozpory. V takovém případě musejí být učiněna rozhodnutí o prioritě.

Pro výpočet cílových veličin existuje řada modelů, které mohou být převzaty z odborné literatury. V praxi jsou pro popis provozu a k použití jako řídicí veličiny vhodné následující parametry:

- časová mezera,
- doba obsazení detektoru,
- intenzita provozu,
- dosahovaná rychlost,
- výzva ze strany vozidel málo zatíženého vjezdu či jízdního pruhu,
- výzva ze strany chodců nebo cyklistů,

- přihlášení a odhlášení vozidel MHD.

Příslušnou úpravou se z těchto hodnot mohou získat další parametry a odvozené veličiny bez podstatnějšího zvýšení nákladů, například:

- stupeň zatížení obsazení detektoru (obsazenost),
- hustota provozu,
- stupeň saturace,
- podíl zatížení.

4.3 Přehled způsobů řízení

4.3.1 Všeobecně

V tabulce jsou znázorněny způsoby řízení podle rozhodování a jejich možné kombinace.

A	ROZHODOVÁNÍ PŘI ŘÍZENÍ MIMO PRŮBĚH SIGNÁLNÍHO PLÁNU v delších časových intervalech v krocích řádově desítek minut až hodin		
volba signálních plánů a režimů řízení		A1	ČASOVĚ ZÁVISLÁ podle předem zadaného časového nastavení programů
		A2	DOPRAVNĚ ZÁVISLÁ podle aktuálních dopravních nároků v reálném čase
B	ROZHODOVÁNÍ PŘI ŘÍZENÍ V PRŮBĚHU SIGNÁLNÍHO PLÁNU v krátkých časových intervalech v krocích řádově několika sekund		
pevné řízení	pevný signální plán	B1	ŽÁDNÁ MOŽNOST ZMĚN podle aktuálních dopravních nároků
dopravně závislé (dynamické) řízení	modifikace signálního plánu	B2	PROMĚNNÁ DÉLKA VOLNA
		B3	ZMĚNA POŘADÍ FÁZÍ
		B4	ZMĚNA POŘADÍ FÁZÍ
		B5	ZMĚNA POŘADÍ FÁZÍ
	tvorba signálního plánu	B6	VOLNÁ MĚNITELNOST PRVKŮ podle aktuálních dopravních nároků

Způsoby A – rozhodování při řízení mimo průběh signálního plánu slouží především k zohlednění dlouhodobých změn zatížení v komunikační síti i na jednotlivých křižovatkách. Zvolené režimy řízení a signální plány z předem připravených (částí) signálních plánů jsou zapínány v závislosti na čase (A1) nebo v závislosti na dopravě (A2) a zůstávají aktivní delší dobu. Časově a dopravně závislá výběrová kritéria lze též vzájemně kombinovat.

Způsoby B – rozhodování při řízení v průběhu signálního plánu zohledňuje krátkodobé změny stavu dopravy na křižovatce, pokud nejsou používány pevné signální plány. Všechny způsoby předpokládají předem vypočtené signální plány nebo alespoň části signálních plánů.

U žádného způsobu řízení nesmějí být z důvodů bezpečnosti měněny mezičasy a minimální doby signálů volno.

Pevné signální plány nepřipouštějí změnu prvků signálního plánu; jejich použití je možné, pouze pokud lze předpokládat, že zatížení zůstane nezměněno delší dobu.

Při dynamických způsobech řízení jsou v rámci signálního plánu měněny jeho jednotlivé prvky v závislosti na dopravě. Změny stavu dopravy na jednotlivých křižovatkách jsou zohledněny krátkodobě, po dobu několika vteřin, respektive po dobu jednoho cyklu. Během charakteristických denních dob mohou být použity různé způsoby řízení.

4.3.2 Dynamické řízení – dopravně závislé

4.3.2.1 Bezpečnostní požadavky

U řídicích způsobů závislých na dopravě se signalizace od cyklu k cyklu mění, proto se má přihlížet k základním bezpečnostním požadavkům (viz 1.4.2) a brát v úvahu následující:

- progresivní rychlost (viz 5.2.1) se mezi křižovatkami blízko sebe nesmí výrazně měnit;
- v případech, kde by rychlosti vozidel byly příliš vysoké, nemá být použito způsobu řízení „trvalá zelená s výzvami“ (viz 4.5.7.2);
- nemají se střídat fáze s podmíněně kolizním a bezkolizním odbočením vlevo. Pokud se výjimečně změna zdá účelná, má být jedna či druhá forma zachována po určité a v rámci dne stejné časové úseky. Řidiči odbočující vlevo mají být na chodce a cyklisty, jejichž dráhu při odbočování kříží, upozorněni žlutým světlem ve tvaru chodce nebo chodce a cyklisty;
- signály volno pro chodce, které se uplatňují na základě výzvy, se nesmějí realizovat k již projíždějícímu podmíněně koliznímu dopravnímu proudu;
- na komunikacích s úzkými středními dělicími ostrůvky (kratšími než 2 m) se nemá střídat přecházení přechodu (celé šíře jízdního pásu) „najednou“ s přecházením „nadvakrát“. Pokud se střídání jeví jako účelné, musí být jedna či druhá forma zachována po určité a v rámci dne stejné časové úseky.

4.3.2.2 Použití v době dopravní špičky

Jestliže v době dopravní špičky na všech příjezdech ke křižovatce dochází současně k přetížení, lze dynamickým řízením docílit výhod oproti pevnému řízení teoreticky pouze tehdy, dochází-li kromě požadavků individuální dopravy k dalším dopravně závislým nárokům. Realizované signály volno na přetížených vjezdech jsou prodlužovány do maximálních přípustných hodnot. Zpravidla však dochází i na přetížené křižovatce k drobným výkyvům v toku dopravního proudu a dynamické řízení je přínosné i v této situaci. Parametry však musejí být nastaveny tak, aby nedošlo k ukončení signálu volno nevhodně brzo. Řešením je například relativně velká délka pevné doby fází a malý rozsah prodlužování a též použití pružných fázových přechodů.

Obvykle se před dopravní špičkou na jednotlivých vjezdech přetížení nevytvoří současně. Během této doby existuje určitý prostor pro přidělení dob signálu volno zatíženějšímu směru; totéž platí při odeznívání dopravní špičky. Tím je možné redukovat dobu přetížení křižovatky.

Ve zvláštních případech, například v důsledku dopravních nehod, se mohou pomocí dopravně závislého řízení upřednostňovat určité dopravní proudy.

Výhodou dopravně závislé volby signálního plánu je, že v dopravní špičce lze pomocí výběru signálního plánu aktuálně reagovat na vzduť a zabránit tak přeplnění následujících křižovatek.

4.4 Specifikace k volbě signálního plánu

4.4.1 Všeobecně

Vytváření a volbu signálních plánů řešené oblasti ovlivňují:

- vztah dané křižovatky k okolním řízeným křižovatkám (izolovaná, liniová koordinace, plošná koordinace; viz kapitolu 5),
- požadavky jednotlivých účastníků provozu na pozemních komunikacích (např. krátké čekací doby pro chodce v oblasti centra města),
- upřednostnění prostředků MHD,
- jednotnost stavu dopravy (např. z hlediska směru nákladní dopravy a úrovně zatížení),
- podpora určitého směru dopravy (např. upřednostněného koordinací),
- mimořádné provozní situace (např. doprava během slavností).

U izolované křižovatky je v mnoha případech postačující jeden či dva signální plány s vysokým rozsahem dopravně závislých změn.

U křižovatek v koordinaci je zpravidla nutné používat několik signálních plánů různých délek cyklu; pokud je to účelné, tak i v rámci jedné délky cyklu se signální plány mohou lišit rozsahem dopravně závislých změn a poměrem dob volna pro jednotlivé fáze. Jednotlivé signální plány mají pokrývat rozdíly intenzit během dne (dopravní špička, dopravní sedlo), během týdne (pracovní dny, soboty, neděle a svátky apod.), během roku (školní rok, doba prázdnin) a případně v době mimořádného provozu (dovolené, různé oslavy). Pro účinnost volby signálního plánu je dále důležité správně stanovit doby přepínání a postup při přepínání programů. V nutných případech se mohou sousední oblasti propojit pomocí logiky řízení tak, aby bylo možné reagovat na události překračující vlastní řízenou oblast. Je však zapotřebí provést rozsáhlou analýzu dopravy, zjistit a charakterizovat hlavní zatížení a stavy dopravy.

4.4.2 Časově závislá volba signálních plánů

Jsou-li stavy zatížení časově předvídatelné a v zásadě se opakují v průběhu dne nebo týdne, stačí volba signálního plánu závislá na časovém plánu. Přepínacími kritérii, podle nichž jsou zvoleny signální plány, jsou kalendářní den a hodina. Stanovení a vyhodnocení veličin rozhodných pro určení programu se provádí předem.

4.4.3 Dopravně závislá volba signálních plánů

Při volbě signálního plánu v závislosti na dopravě je z množiny předem daných signálních plánů zvolen určitý program na základě přímo měřených údajů. Jelikož tento způsob signální plány pouze přiřazuje, musejí být určeny jednoznačné vztahy mezi skutečně naměřenými dopravními údaji a signálními plány. Účinnost způsobu řízení je závislá na aktuálnosti zásahu a počtu programů, které jsou k dispozici, a na kvalitě přepínacích postupů. Rozsah posuzované oblasti ovlivňuje kvalitu volby signálního plánu:

- čím je tato oblast větší, tím rozdílnější jsou struktury dopravy a tím méně flexibilní a efektivní je volba signálního plánu,
- čím je oblast menší, tím podrobněji a aktuálněji lze reagovat na změny v dopravní situaci.

Při vymezení oblasti, pro niž má být volba signálního plánu prováděna, je zapotřebí dbát na to, aby uvnitř tohoto úseku převládla stálá dopravní situace, která by měla zůstat stabilní nejméně 15 minut.

Na styku sousedních oblastí mají být na komunikacích k dispozici dostatečně velké prostory pro eventuální dopravní kongesce.

K popisu dopravních situací a jako kritérium k volbě signálních plánů připadá v úvahu použití následujících veličin:

- intenzita provozu,
- vzájemný poměr intenzit,
- stupeň obsazení detektorů,
- průměrná rychlost,
- vznik vzdutí.

Při aplikaci parametru intenzity provozu jsou prahové hodnoty signálních plánů srovnávány se skutečnou intenzitou provozu. Za prahovou hodnotu se zpravidla stanovuje přibližně 80 % výkonnosti doby signálu volno rozhodujícího vjezdu.

Poměr intenzity provozu dvou protisměrných proudů charakterizuje směr intenzity provozu. Rozlišuje se například dopolední a odpolední situace.

Ze samotného parametru intenzity provozu se nedají vyvozovat jednoznačné závěry o dopravním proudu. V kritických oblastech musí být včas rozpoznán i vznik vzdutí. Pro volbu signálního plánu v závislosti na dopravě je zpravidla zapotřebí dostatečný počet charakteristických míst měření. Je to důležité především s ohledem na rozsah a přehlednost logiky i flexibility řízení.

Na polohu míst měření jsou kladeny následující požadavky:

- místa měření nemají být umístěna v oblastech s četnými změnami průjezdního profilu;
- místa měření ke zjištění intenzity provozu nemohou být v oblasti vzdutí. Pokud je to možné, mají být umístěna na okraji posuzované oblasti, bezprostředně neovlivněné světelnými signály. S určitými omezeními mohou být i v oblasti řadicích pruhů, pro tento účel lze tedy využít i detekční prvky určené k modifikacím signálního plánu v reálném čase;
- místa měření k určení stupně obsazení mají ležet v úsecích trasy ohrožených tvorbou vzdutí, avšak mimo oblast, v níž musejí vozidla běžně zastavovat.

Pro zjištění dat měření a následné rozhodnutí o přepínání programů jsou významné čtyři časové intervaly:

- interval měření,
- vyrovnávací interval,
- dotazovací interval,
- rozhodovací interval.

Interval měření je časový interval pro tvorbu hodnot měření. Pokud není zapotřebí stanovit rychlosti, v zásadě postačí interval měření 0,2 s.

Vyrovnávací interval je stanoven zvoleným vyrovnávacím postupem, jehož pomocí jsou vyrovnávány náhodné a krátkodobé výkyvy původních hodnot měření. Vyrovnávání hodnot měření je nutné, aby byl udržen stabilní postup řízení.

Dotazovací interval stanoví časový odstup, v němž je vyhodnocována potřeba změny signálního plánu v rámci logiky řízení. Dotazovací interval se má zpravidla rovnat době cyklu.

Rozhodovací interval stanoví časový odstup, v němž je rozhodnuto o změně signálního plánu, přitom nemá být kratší než 15 minut, jeho délka má zohledňovat systém a princip, jímž se synchronizují jednotlivá SSZ v rámci koordinovaného tahu či oblasti. Pokud se přepínají signální plány o stejné délce a k synchronizaci dochází během jednoho cyklu, lze rozhodovací interval podstatně zkrátit.

Při sestavování logiky řízení u dopravně závislé volby signálního plánu je zapotřebí dbát následujících zásad:

- k vyloučení náhody v rozpoznávání situace má být použito více míst měření, respektive více vazbových rovnic pro rozhodování, přitom rozdílné parametry mohou být propojeny vzájemně;
- k zabránění příliš častým přepínáním signálních plánů mají být do rozhodování zabudovány prodlevy, což je možné uskutečnit buď přímo časovými podmínkami, které zabraňují opětovnému přepínání po určitý časový úsek, nebo pomocí počítání trendu. Počítání trendu dovoluje změnu signálního plánu až tehdy, když byl stejný přepínací požadavek n-krát potvrzen;
- přepínání do signálních plánů o větší výkonnosti se má uskutečňovat rychleji než do programů o menší výkonnosti;
- při měření intenzity pomocí detekčního systému v řadicích pruzích má být vyrovnávací interval pro přepnutí do signálního plánu o větší výkonnosti kratší než při měření mimo oblast jízdních pruhů;
- pokud je pro daný den a hodinu charakteristický prudký nárůst dopravy, je vhodné přepnout do signálního plánu o požadované výkonnosti podle časového plánu nebo okamžitě při vyhodnocení charakteristického zvýšení intenzity bez použití vyrovnávacího a rozhodovacího intervalu;
- při poruchách detektorů u dopravně závislé volby signálního plánu musejí být automaticky použity náhradní parametry pro profily, kterých se tato porucha týká. Dopravně závislá volba signálního plánu přejde na částečně nebo zcela časově závislou.

Při uvedení do provozu mají být v charakteristických obdobích roku (např. běžný provoz, prázdniny) po dobu několika dní vyhotovovány protokoly měření i přepínání a prováděna pozorování dopravy: na jejich základě je pak možné provést přesné vyladění parametrů pro volbu signálních plánů.

4.5 Specifikace ke způsobům řízení

4.5.1 Pevné signální plány

Pro určité případy použití postačují programy s pevným časovým plánem. Při navrhování těchto signálních plánů odpadají určité pracovní kroky, jako například vypracování plánů posloupnosti jednotlivých fází nebo vypracování logiky řízení, které jsou obvykle nutné u dynamického řízení. Zvláštní význam připadá vyhodnocení zatížení, jakož i stanovení délky cyklu, která rozhodujícím způsobem určuje mimo jiné výkonnost, doby zdržení jednotlivých účastníků provozu a délku případné dopravní kongesce.

Předností pevných signálních plánů je jednoduchá možnost kontroly; u některých typů řadičů rovněž snadnější přepracování signálních plánů. Mezi nevýhody řízení s pevným signálním plánem patří především:

- nemožnost okamžitého zkrácení délky signálu volno, která by mohla být využita pro jiný dopravní proud,
- nemožnost vykrytí špičkového zatížení, kvůli němuž musí být k dispozici určitá výkonnostní rezerva,
- nemožnost zasahovat do průběhu řízení jednotlivými vozidly či chodci,
- nemožnost odstranění vzduť během konkrétního signálního plánu,
- nemožnost preference vozidel MHD (viz kap. 6).

4.5.2 Přizpůsobování doby signálu volno

4.5.2.1 Všeobecně

Pro přizpůsobení (modifikaci) doby signálu volno dané dopravní situaci na křižovatce existují postupy, které se liší především v kritériích, jimiž je běžná doba signálu volno zkrácena:

- ve prospěch jiného dopravního proudu,
- ve prospěch (zkrácení) délky cyklu,

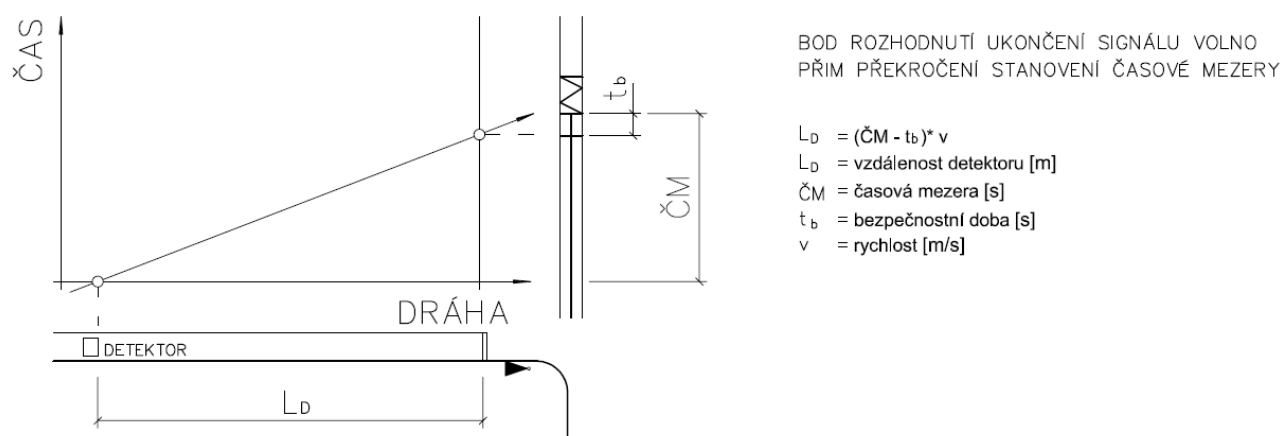
nebo naopak prodloužena:

- na úkor jiného dopravního proudu,
- na úkor (prodloužení) délky cyklu.

Při poruchách detektorů mají být automaticky použity náhradní parametry pro signální skupiny, kterých se tato porucha týká (např. náhradní pevná doba zelené, trvalá výzva), eventuálně zařazen náhradní program. Dynamické řízení pak probíhá s menším rozsahem dopravně závislých změn, případně přejde do řízení pevnými signálními plány.

4.5.2.2 Přizpůsobování doby signálu volno na základě měření časové mezery

Při modifikaci doby volna měřením časové mezery (řízení časovou mezerou) jsou prostřednictvím detektoru na příjezdu ke křižovatce měřeny časové odstupy za sebou následujících vozidel v proudu vozidel jako časové mezery. Doba volna je po uplynutí zvolené minimální doby volna nebo po dosažení nejbližšího prodlužovacího bodu v cyklu přizpůsobena aktuálním požadavkům přijíždějících vozidel (viz příklad D.2.1). Doba signálu volno může být prodlužována tak dlouho, až je naměřená časová mezera alespoň tak velká jako předem stanovená hodnota, nebo je dosaženo nejdelší stanovené doby volna či nejzazšího prodlužovacího bodu ve fázi nebo v cyklu. Za hodnotu časové mezery pro ukončení signálu volno je možno považovat čas mezi 2 až 5 s, na silně zatížených křižovatkách při příznivé skladbě dopravního proudu má být tato doba 2 až 3 s. Hodnoty časové mezery nad 5 s mají být voleny pouze ve výjimečných případech (např. při nepříznivém geometrickém uspořádání křižovatky, stoupající trase, vysokém podílu nákladních vozidel). Vzdálenost (L_d) smyčky od stopčáry je závislá na zvolené hodnotě časové mezery (ČM), na jízdní rychlosti (v) a na bezpečnostní době (t_b) (viz obr. 8). Je zapotřebí dosáhnout toho, aby se hodnota (t_b) pohybovala kolem nuly tak, aby ztrátové časy po projetí posledního vozidla byly co nejmenší. Obvykle je cílem dosáhnout co nejkratší minimální doby signálu volno ($\min t_z$). Vzdálenost smyčky od stopčáry má také vliv na rozsah kabelového rozvodu.



Obr. 8 Poloha detektoru při řízení měřením časové mezery

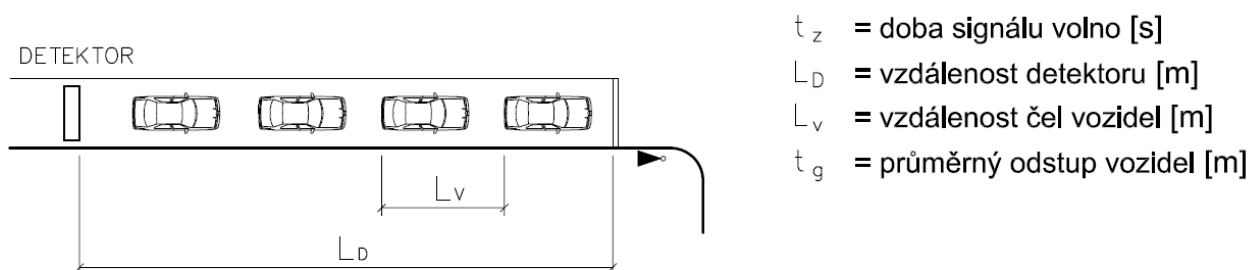
Při hodnotách časových mezer 2 s a 3 s a (t_b) okolo nuly jsou v závislosti na jízdních rychlostech v jízdním pruhu přibližně následující odstupy smyček od stopčáry:

jízdní rychlost vzdálenost detektoru při

	ČM = 2 s	ČM = 3 s
30 km.h ⁻¹	15 m	25 m
40 km.h ⁻¹	20 m	35 m
50 km.h ⁻¹	30 m	40 m
60 km.h ⁻¹	35 m	50 m
70 km.h ⁻¹	40 m	60 m

Pokud je vzdálenost (L_d) smyčky od stopčáry dána, je zapotřebí při stanovování minimální doby volna ($\min t_z$) dbát na to, aby všechna vozidla seřazená mezi smyčkou a stopčárou mohla odjet během této doby (viz obr. 9).

$$\min t_z \geq t_g \quad \frac{L_D}{L_V}$$



Obr. 9 Stanovení minimální doby volna

Minimální doba volna může být stanovena také v reálném čase na základě počítání vozidel přijíždějících během předcházející doby červené, což je vhodné zvláště u slabě zatížených vedlejších směrů, neboť jinak mohou být tyto minimální doby volna nepotřebně dlouhé. Použití jedné smyčky pro více než jeden jízdní pruh se v tomto případě nedoporučuje.

Při řízení jsou využity pouze ty časové mezery, které jsou po uplynutí minimální doby volna nebo po nejbližším časovém bodě ukončení signálu volno (T1) alespoň tak velké jako časová mezera pro přerušení (viz obr. 10). Časové mezery vedoucí k ukončení signálu volno se mohou začít vyhodnocovat již během minimální doby signálu volno nebo před časovým bodem T1.

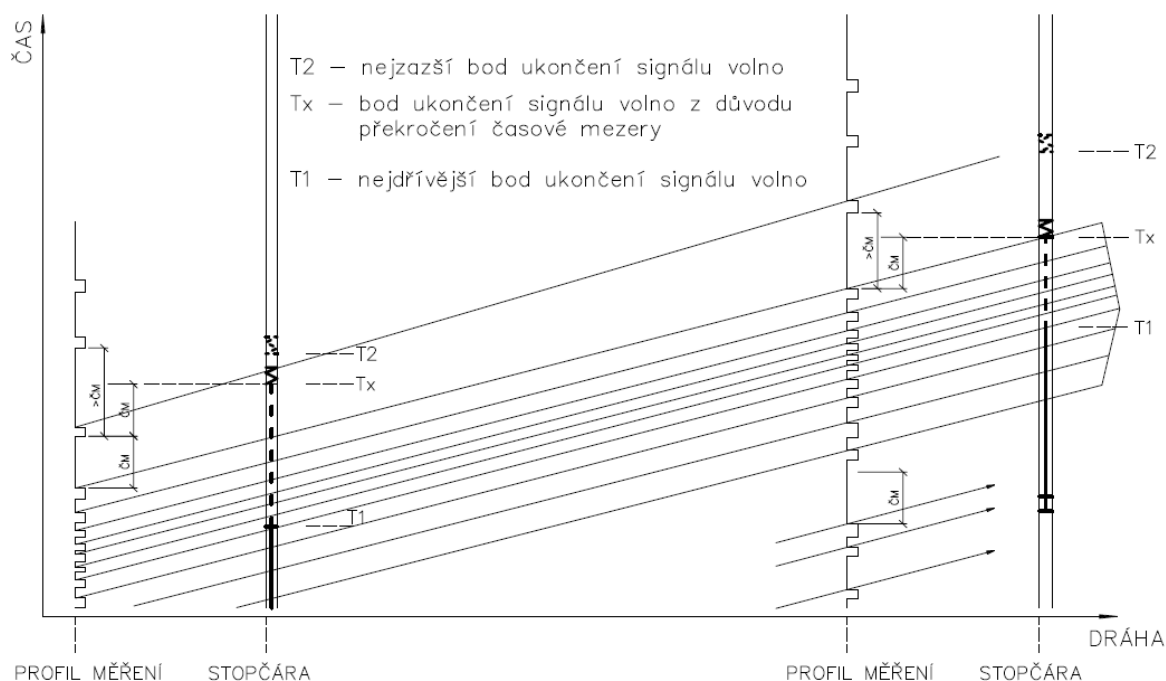
Velikost časové mezery je účelné během trvání signálu volno v závislosti na době od jeho začátku a na vzdálenosti smyčky od stopčáry měnit, obvykle snižovat.

Při řízení měření časových mezer v zelených vlnách je nutné dbát na to, aby poslední vozidla kolony, která projela předchozí křižovatkou před časovým bodem pro ukončení signálu volno T1, dojela před časovým bodem pro přerušení doby volna T1 na následující křižovatce. To znamená, že časový odstup bodů T1 má odpovídat progresivní rychlosti, případně může být větší. Při stanovení časové mezery je důležité zohlednit rozdílnou rychlost jednotlivých druhů vozidel v koloně, obvykle bývají nejmenší vyhovující hodnotou 4 s. Hodnotu této veličiny však výrazně ovlivňuje:

- počet průběžných jízdních pruhů,
- existence bodových závad v mezikřižovatkovém úseku,
- skladba dopravního proudu,
- sklon komunikace,
- stavebně technický stav komunikace,
- vzdálenost předchozí křižovatky.

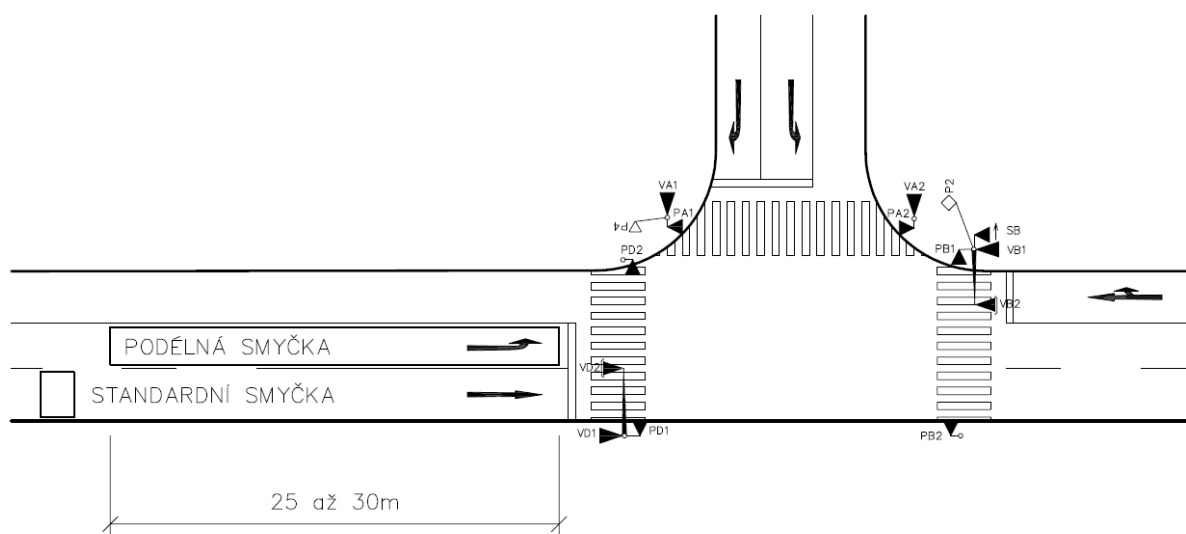
Na každý jízdní pruh je pro zachycení časových mezer vhodné použít vlastní detektor; tyto se pro každý detektor vyhodnotí odděleně, přičemž mohou být stanoveny také rozdílné hodnoty časové mezery pro přerušení.

V zelených vlnách s dlouhými délkami cyklu a zelené v koordinovaných směrech dochází za určitých podmínek po době 25 až 35 s trvání signálu volno k rozvolňování kolony; v tom případě je vhodné časovou mezeru zvyšovat.



Obr. 10 Princip měření časových mezer během zelené vlny

Řízení měřením časových mezer předpokládá plynulý provoz. Tato podmínka není splněna pro odbočovací pruhy podmíněně kolizních dopravních pohybů. V odbočovacích pruzích může být výhodnější osadit smyčku relativně blízko stopčáry nebo použít podélnou smyčku (viz obr. 11). Prostřednictvím této smyčky jsou zachycena všechna vozidla v prostoru smyčky až do přibližně 30 m před stopčárou. Jestliže se v této oblasti již žádné vozidlo nevyskytuje, může být signál volno přerušen. Kritériem, že podélná smyčka již není obsazena, má být mezní hodnota 0,1 s.

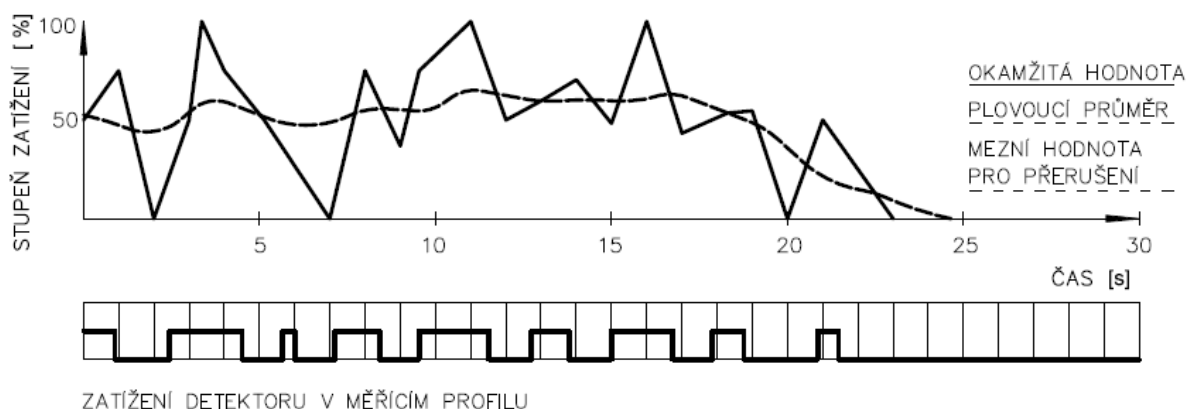


Obr. 11 Příklad umístění podélné smyčky

4.5.2.3 Přizpůsobování doby signálu volno na základě měření stupně zatížení

Tento postup vyhodnocuje průběh dopravy s přihlédnutím k intenzitě provozu, rychlosti a k délce vozidel určením stupně zatížení (obsazení) detektoru. Náběhové chování je za určitých podmínek poněkud pomalejší než při řízení časovými mezerami. Zvláště větší časové prodlevy tvořící se při najíždění těžkých nákladních vozidel nevedou k předčasnému ukončení signálu volno.

Smyčky jsou uspořádány jako u řízení měřením časových mezer. Jejich délka ve směru jízdy má být 2 až 5 m. Vyhodnocení naměřených hodnot se provádí odděleně pro každý jízdní pruh. Jako parametr slouží stupeň zatížení detektoru (viz obr. 12).



Obr. 12 Příklad ukončení doby volna v závislosti na zatížení

4.5.2.4 Přízpůsobování doby signálu volno na základě zjišťování vzdutí

Pomocí „smyček kongesce“ mohou být kontrolovány kritické oblasti vzdutí na příjezdech ke křižovatce (viz příklad D.2.5). Kritickými oblastmi vzdutí mohou být:

- počátek odbočovacího pruhu, pokud existuje nebezpečí, že kongesce vyvolaná odbočujícími vozidly zasahuje do souběžného přímého dopravního pruhu;
- přímé jízdní pruhy v počáteční oblasti odbočovacího pruhu nebo vyhrazeného pruhu pro prostředky MHD, pokud existuje nebezpečí, že nebude moci být dosaženo odbočovacího pruhu nebo vyhrazeného pruhu v důsledku nakupených vozidel jedoucích přímo;
- počátek výjezdu z dálnice;
- výjezd z křižovatky u hustě za sebou následujících křižovatek.

Kongesční smyčka musí ležet mimo oblast běžného zastavování vozidel. Je nutné zohledňovat reakční doby. (Příklad: n-té nakupené vozidlo se dává přibližně n sekund po počátku doby volna do pohybu.)

Je-li zapotřebí detekovat rozdílné délky fronty vozidel, pak musí být vytvořeno několik úseků kontrolovaných kongesčními smyčkami, aby bylo možné reagovat rozdílně. Za vytvoření vzdutí se považuje, jestliže je doba pohybu vozidla na kongesční smyčce delší než stanovená. Tato určená doba však nesmí být volena příliš krátká, aby již při pomalu jedoucích vozidlech nebylo detekováno tvoření vzdutí; doporučený jsou hodnoty 5 až 15 s.

Reaguje-li řízení na parametr vzdutí, je možné podle dopravně technických požadavků zavádět další různá opatření:

- prodloužení doby volna odpovídajícímu vjezdu na úkor přerušení doby volna předcházející fáze nebo zkrácení doby volna následující fáze (fází). Maximální doba volna při zjištění vzdutí má postačovat k tomu, aby umožnila odjet všem vozidlům seřazeným mezi stopčárou a kongesční smyčkou;
- omezení příjezdu do oblasti vzdutí zkrácením příslušných dob volna na předcházejících křižovatkách.

Vyhodnocování parametrů vzdutí je v programu zpracování měřených hodnot prováděno trvale. Jakmile je kongesční smyčka obsazena, je zajištěno časové trvání obsazení a porovnáno se stanovenou dobou pro vyhodnocení vzdutí. Jestliže kongesční smyčka není obsazena, měření se vynuluje.

K zabránění tomu, aby se u již rozpoznávaného vzdutí náhodně ztratila informace popojetím vozidel vpřed a uvolněním smyčky, pracuje rozpoznání vzdutí „staticky“; jednou rozpoznaná kongesce je zapamatována, dokud není opět vymazána. Časový bod pro vymazání se vypočte z času, v němž bylo nejdříve reagováno na rozpoznání kongesce, odečtením stanovené doby pro vyhodnocení kongesce.

Kongesční smyčky jsou přibližně o 0,5 až 1,0 m užší než dopravní pruh a minimálně 6,0 m dlouhé, aby při vzdutí byly v každém případě obsazeny, a nemají ležet v oblasti prostorového odstupu mezi stojícími a přijíždějícími vozidly.

4.5.2.5 Zjištění vzdutí v křižovatce

Pomocí kongesčních smyček mohou být rozpoznána a uvolňována vozidla z podmíněně kolizních dopravních proudů křižovatky, čímž je možné v mnoha případech nahradit stavební opatření, jako je

zřízení pruhů pro odbočování vlevo nebo vyhrazených pruhů pro vozidla MHD a rozšíření úzkých oblastí křižovatky. Kongesční smyčky mohou být aplikovány například pro:

- zabránění omezení provozu tramvaje seskupenými vozidly odbočujícími v křižovatce vlevo. Na kongesční smyčce je zjištěno, zda jsou na tramvajovém pruhu vlevo odbočující vozidla. Stanovená doba pro vyhodnocení vzdutí činí například 5 s. Při přiblížení tramvaje a současně detekci vzdutí je uzavřen protisměr, aby vozidla odbočující vlevo mohla tramvajový pruh uvolnit (viz příklad D.2.7);
- zlepšení obsluhy kolizních vlevo odbočujících dopravních proudů přerušením signálu volno v protisměru. Při řízení trvalá zelená s výzvami (viz 4.5.7.2) může při silně zatíženém protisměru a nepožadovaném vedlejším směru docházet k dlouhým čekacím dobám pro vozidla odbočující vlevo. Na kongesční smyčce je proto v pruhu pro odbočování vlevo měřena doba zdržení vlevo odbočujícími vozidly. Za únosnou se považuje čekací doba 30 až 40 s. Jelikož odbočující vozidla mohou v důsledku dostatečných časových mezer v protisměru z křižovatky odjet, nesmí být jednou zaznamenaná dopravní kongesce uložena do paměti, jako je tomu u „statické“ evidence dopravní kongesce.

4.5.3 Proměnné pořadí fází

U tohoto způsobu řízení je při ponechání počtu fází požadavkem dopravy pozměněn pouze předem daný sled fází. Postup je účelný například v souvislosti s požadavky preference vozidel MHD.

4.5.4 Vkládání fáze při výzvě

Při tomto řídicím způsobu je do daného sledu fází na výzvu vsunuta jiná fáze tak, aby bylo umožněno projetí trvale se nevyskytujícími dopravními proudy (např. odbočujícími vozidly, dopravními prostředky MHD, cyklisty, chodci), respektive přechod přes křižovatku (viz příklad D.2.7). Nemá-li fáze poptávána, může být čas, který je k dispozici, využit pro ostatní účastníky provozu, nebo může být zkrácena délka cyklu. Pokud jsou požadovány co nejkratší čekací doby pro tyto účastníky provozu, nemá být poptávaná fáze zařazována pouze na jednom místě cyklu v signálním plánu, ale na několika místech. Doba volna u vložené fáze je podle potřeby buď pevně stanovena, nebo je měněna v závislosti na dopravě.

Přítomnost vozidel je registrována přítomnostními detektory. Požadované smyčky leží těsně před stopčárkou (zpravidla pouze 1 až 5 m, vztaženo na začátek smyčky) a pokud možno tak, že nárokový vozidlo na ní stojí.

K detekci cyklistů (resp. jednostopých vozidel) v jízdním pruhu se zpravidla používá šikmo umístěná indukční smyčka. Orientace a tvar indukční smyčky se vždy odvíjí od požadavků a parametrů použitého detektoru. Je účelné požadované smyčky v jejich poloze zřetelně označit vodorovným značením nebo použít svislé dopravní značky E 12 Text, například „Jedte až ke stopčáře“.

Chodci, případně současně s nimi jedoucí cyklisté si volí svoji dobu volna pomocí tlačítek nebo dotykových senzorů (viz 7.3.3).

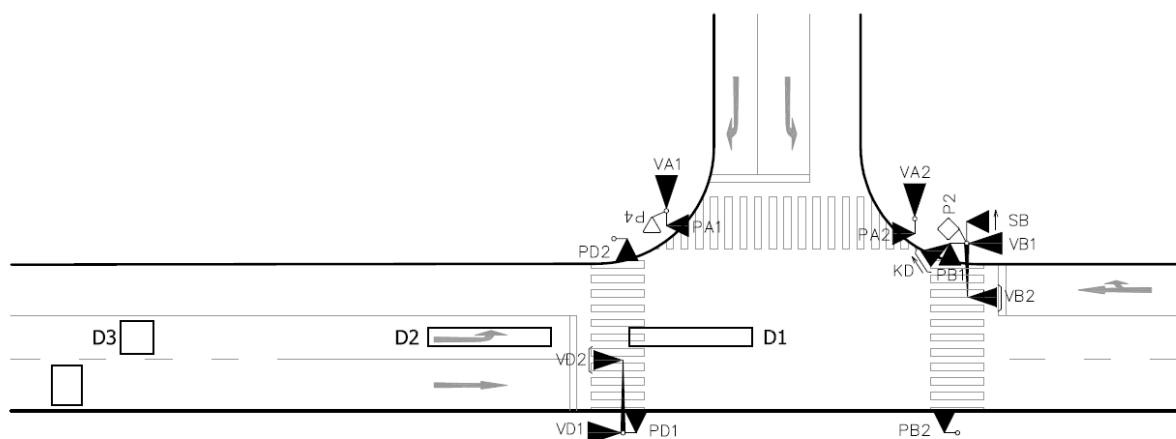
Při požadavku na realizaci fáze ve prospěch vozidel MHD je nutné přihlášení provést v potřebném předstihu před dosažením stopčáry. Jelikož potřebný bod přihlášení v závislosti na rychlosti a místních podmínkách může ležet 150 až 350 m před stopčárkou, jsou při malých vzdálenostech křižovatek nebo zastávek potřebná přídatná dotazovací kritéria.

Pokud je takto zařazována fáze s vyklizovací šipkou, je vhodné umístit smyčku v prostoru křižovatky v místě, kde vozidla dávají přednost v jízdě protijedoucím vozidlům, a rozhodnutí o zařazení této fáze provést vyhodnocením doby obsazení na konci probíhající fáze. Je nutné zohlednit trajektorie jak těžkých nákladních vozidel, tak vozidel osobních. Délka smyčky se pak obvykle pohybuje kolem 6,0 m, pro šířku smyčky postačuje 1,0 až 1,5 m. V některých případech je nezbytné kombinovat údaje ze dvou i více smyček.

Na obrázku 13 je smyčka D1 umístěna tak, že fáze s vyklizovací šipkou může být vyvolána i jedním stojícím vozidlem na konci fáze; polohou smyčky lze ovlivnit nejmenší počet vozidel, která tuto fázi vyvolají. Smyčka D2 reaguje až na třetí stojící vozidlo. Smyčka D3 může s výhodou sloužit pro měření časové mezery, pokud je vložena fáze s vyklizovací šipkou prodlužována.

Variantním řešením je vyklizovací šipku zařazovat na výzvu měřením časových mezer protisměru v případě, že nevznikají dostatečně velké mezery v postačujícím množství.

V některých specifických případech se jako účelná ukazuje kombinace výše uvedených metod, doplněná o počítání vozidel odbočujících vlevo smyčkou D3. Srovnává se počet vozidel a počet využitelných mezer v časové souvislosti. Algoritmizace řešení je však náročná a parametry vyžadují doladění podle výsledků zkušebního provozu.



Obr. 13 Možnosti umístění smyček pro vložení fáze s vyklizovací šipkou

4.5.5 Změna skladby fáze okamžitým doplněním nekolizního volna do probíhající fáze

Tento režim řízení je variantou vkládání fáze na výzvu. Okamžité doplnění volna nekolizní signální skupiny do probíhající fáze je speciálním případem reakce na požadavek o signál volno (výzva). Je výhodný zejména pro signální skupiny s velkým vyklizovacím mezcísem a s nízkou četností požadavků, například pro tramvaje jedoucí do oblouku přes několik kolejových konstrukcí. V takové situaci je navíc vhodné signál volno ukončit co nejdříve bez ohledu na dobu trvání celé fáze. Tento režim řízení musí být spojen s pružnými fázovými přechody. Nesmí být použit pro chodce, jejichž směr chůze kříží podmíněně kolizní dopravní proud.

4.5.6 Volná tvorba signálního plánu

Jestliže doba volna, počet a sled fází jsou účastníky dopravního provozu ovlivňovány bezprostředně a krátkodobě, jedná se o volnou tvorbu signálního plánu.

Tento způsob řízení je vhodný pro SSZ na křižovatkách, které neleží v koordinaci a na nichž nejsou trvale požadovány všechny směry nebo kde jsou jednotlivé příjezdy rozdílně zatíženy. Dodatečně mohou být zohledňovány i priority v dopravě (např. při požadavku preference vozidla MHD).

Předem dány jsou pouze následující parametry:

- nejvyšší počet potřebných fází,
- nejkratší doby signálů volno a nejdelší doby signálů stůj,
- mezičasy pro všechny sledy fází a kombinace signálních skupin,
- nejprůpustnější sled fází při požadavku všech fází.

Stanovení nejdelších dob signálů stůj slouží k omezení čekací doby pro dopravní proudy, jestliže jsou ve fázi, která je zřídka požadována, a pro ty účastníky provozu na pozemních komunikacích, kteří nejsou rozpoznáváni detektory nebo nebyli dostatečně bráni v úvahu výpočtovým algoritmem. Stanovení nejdelších dob signálů stůj obvykle nemůže být nahrazeno stanovením nejdelších dob signálů volno. Rozlišuje se nejdelší doba signálu stůj po detekci požadavku a absolutní nejkratší doba (tj. bez detekovaného požadavku).

Měnitelné prvky signálního plánu mohou být zadávány předem rozdílně v průběhu dne. Údaje musejí zohledňovat především priority ve vývoji dopravy a délky prostorů pro dopravní kongesce, které jsou k dispozici.

Při volné tvorbě signálního plánu musejí být detektory registrovány všechny dopravní proudy, které mají ovlivňovat signální plán, což klade nároky na rozsáhlé technické vybavení.

4.5.7 Zvláštní formy tvorby signálního plánu

4.5.7.1 Řízení „celočervená fáze s okamžitou realizací signálu volno“

Při tomto systému řízení je základní stav takový, že na žádné signální skupině nesvítí signál volno. Při požadavku z jednoho směru může být okamžitě zařazena příslušná fáze, pokud není signál volno na některé kolizní signální skupině nebo jestliže jsou ukončeny mezičasy signálních skupin kolizních směrů (viz příklad D.2.3). Při použití pružných fázových přechodů postačuje k zařazení požadované fáze ukončení signálu volno kolizních směrů.

Tohoto systému řízení je vhodné použít zejména při velmi nízkých intenzitách provozu. Výhody spočívají ve zkrácení čekacích dob a počtu zastavení, jakož i ve snížení hluku a emisí. Toto řízení může působit také ke snížení rychlosti tím, že brzdí volně jedoucí vozidla na požadovanou rychlost ovlivnitelnou polohou smyčky.

Při řízení celočervená fáze s okamžitou zelenou se musejí všechny dopravní proudy o volno hlásit. Nárokování volna před příjezdem vozidla ke stopčáře je nutné v potřebném časovém předstihu, aby vozidla přijíždějící ke křižovatce v době celočervené nemusela zastavovat před prázdnou křižovatkou (neboť celočervená svítí pouze v době, kdy nejsou žádné nároky vozidel ani chodců, tzn. v době, kdy je křižovatka prázdná).

Z výše uvedeného vyplývá, že při nejvyšší dovolené rychlosti 50 km.h^{-1} je zapotřebí umísťovat hlavní přihlašovací smyčky na hlavních vjezdech pro směr jízdy přímo ve vzdálenosti nejméně 90 m; pokud se smyčky umístí blíže, jsou řidiči vždy nuceni v rozhodovací vzdálenosti zpomalit. Kratší vzdálenost se doporučuje použít pouze ve zvlášť odůvodněných případech, například při nižší nejvyšší dovolené rychlosti.

Pokud by byly pro nárokování volna pro hlavní směry v době celočervené použity pouze běžné detektory pro měření časové mezery umísťované obvykle v menších vzdálenostech (do nejvýše 40 až 50 m) před stopčarami, pak by při režimu celočervené byla všechna ojedinelá vozidla přijíždějící po hlavní v době celočervené a dodržující rychlostní limit 50 km.h^{-1} nucena zbytečně brzdit a následně zrychlovat před prázdnou křižovatkou. V takových případech by se posílání a význam tohoto režimu do značné míry mýjely účinkem, protože by i ukáznění účastníci provozu na pozemních komunikacích byli bezdůvodně omezováni a zbytečně by jim byly zhoršovány podmínky pro jízdu. Zbytečná brždění a zrychlování vozidel navíc zvyšují ekologickou zátěž okolí (zvýšení hluku a exhalací z automobilové dopravy). Nárůst hlukového zatížení působí negativně zejména v nočních hodinách.

Pro odbočení vlevo či vpravo se umísťují hlavní přihlašovací smyčky ve vzdálenosti 35 až 50 m, a to podle poloměru oblouku odbočení a z něho vyplývající nejvyšší možné bezpečné rychlosti jízdy. Vzdálenost v metrech lze přibližně určit jako součin navrhované rychlosti jízdy [m.s^{-1}] a součtu všech reakčních dob [s] (reakční doba řadiče od požadavku k signálu volno je 3,1 až 4,0 s, reakční doba řidiče a brzdové soustavy je 1,0 s, tedy celkem 4,1 až 50 s). Pro rychlost 30 km.h^{-1} je vzdálenost hlavní přihlašovací smyčky 35 až 42 m. Platnost tohoto přibližného výpočtu, protože nezohledňuje vztah zpomalení a konstantních reakčních dob a vliv zpomalování při jízdě do oblouku, je omezena na rozsah rychlostí 25 až 45 km.h^{-1} .

Pokud jsou vzdálené přihlašovací smyčky blíže než 35 m, dojde vždy k zastavení prvního vozidla.

Pokud je hlavní přihlašovací smyčka použita i pro měření časové mezery (viz 4.5.2.2), musí se stanovit velká délka t (při vzdálenosti 50 m se jedná o hodnotu přibližně 18 s), což však není v souladu s nízkým provozem v době použití tohoto režimu. Další smyčka pro měření časové mezery se proto umísťuje do vzdálenosti 15 až 30 m podle požadované velikosti t . Takovou dvojici smyček pak lze s velkou výhodou využít i v běžném režimu řízení; do určité doby (podle vzdálenosti hlavní přihlašovací smyčky) měří časovou mezeru smyčka blízká, poté hlavní přihlašovací. Blízká smyčka slouží rovněž k detekci vozidel, která nebyla na hlavní přihlašovací smyčce zaregistrována (např. ze sousedních pruhů) nebo nebyla v důsledku přerušení fáze zohledněna. Vodorovné dopravní značení musí odpovídat polohám smyček; zejména čáry č. V 1a, oddělující na jednom vjezdu řadící pruhy řízené rozdílnými signálními skupinami, musejí být vyznačeny od stopčáry až po konec hlavní přihlašovací smyčky.

Existují dva způsoby realizace tohoto řídicího režimu:

- po fázích: při požadavku jediného směru se zařadí celá fáze. Variantou je vynechání chodeckých skupin bez požadavku;
- po skupinách: při požadavku jediného směru se zařadí volno pouze příslušné signální skupině. Ostatní nekolizní skupiny s výjimkou chodeckých se do fáze (okamžitě) doplní pouze při požadavku. Tento princip je vhodný v místech, kde je cílem či jedním z cílů snížení rychlosti. Volno chodcům, jejichž směr chůze křížují podmíněně kolizní dopravní pohyby již mající signál volno, nelze přiřadit okamžitě nekolizním doplněním, ale pouze na začátku fáze.

4.5.7.2 Řízení „trvalá zelená s výzvami“

U tohoto způsobu je v hlavním směru trvale signál volno. Účastníci dopravy z vedlejšího směru obdrží volno pouze na výzvu.

Tento způsob řízení je účelný, jestliže například silný proud vozidel nebo chodců hlavního směru musí být pouze zřídka přerušován požadavky řidičů nebo chodců z vedlejšího směru. Dále tento způsob nabízí výhodné předpoklady pro ovlivňování signálního plánu vozidly MHD (viz příklad D.2.2), rovněž jím lze zmírnit problémy s koordinací vozidel při nepříznivých vzdálenostech dělicích bodů (viz 5.2.2).

Na koordinovaných SSZ má být fáze vedlejšího směru posunuta k nejbližšímu možnému časovému bodu, který koordinace dovoluje, aby čekací doby pro účastníky vedlejšího směru nebyly příliš dlouhé. V řídicí logice musí cyklus běžet trvale.

U izolovaných SSZ má logika řízení reagovat pokud možno ihned.

Nevýhodou tohoto způsobu řízení je, že vozidla v hlavním směru mohou dosahovat vysokých rychlostí a že všechna vozidla z vedlejšího směru musejí před křižovatkou zastavovat.

4.6 Vypracování logiky řízení

4.6.1 Všeobecně

Popis logiky řízení je nutný ke znázornění a k dokumentaci dynamického řízení křižovatky a slouží jako jednoznačný srozumitelný podklad pro programování. Vypracování logiky řízení je v následujícím textu popsáno na příkladu mikroskopického řídicího postupu.

Řídicí logika musí být stanovena přesně a úplně. Zpravidla je znázorněna pracovními kroky, uvedenými v odstavcích 4.5.2 až 4.5.7. Doplnujícími dokumenty jsou například dopravně inženýrská studie, okrajové podmínky a slovně popsaný průběh řízení.

Dále je zapotřebí definovat:

- opatření při poruchách detektorů (respektive přechod na řízení pevným signálním plánem),
- zvláštnosti při vypínání, přepínání a zapínání programů (viz 4.4),
- nulování vložených požadavků,
- začátek měření vzdutí a časových mezer.

U jednodušších zásahů (např. požadavků na vložení či vypuštění fáze nebo na prodloužení či zkrácení fáze podle potřeby, nekolizních doplnění, pružných fázových přechodů) je možné od znázornění logiky řízení upustit.

4.6.2 Fázové schéma

Příklad schématu fází a fázového přechodu pro dynamické řízení je znázorněn na obrázcích 5, 6 a 7 a v příloze K na obrázcích K1, K2 a K3.

Fázový přechod obsahuje alespoň doby mezičasů potřebné pro změnu fází. Dále v něm mohou být při použití pevného i pružného fázového přechodu uloženy i nejkratší doby volna, pokud to nebrání dalšímu průběhu programu. Nejsou-li nejkratší doby volna obsaženy ve fázovém přechodu, musí být buď stanovena odpovídající nejkratší délka následující fáze, nebo na místech ve vývojovém diagramu,

v nichž by se mohlo projevit nedodržení nejkratších dob volna, zpracován dodatečný dotaz na toto dodržení.

4.6.3 Vývojový diagram řízení

Vývojový diagram průběhu řízení obsahuje logické a časové podmínky pro trvání fází a pro řazení fází a znázorňuje tím plně průběh řízení. Logické podmínky platí pro spojení řízení a parametry provozu (viz 4.2.8).

Časové podmínky udávají rámec průběhu signálních plánů jako časových bodů (např. nejdřívější nebo nejzazší ukončení fáze, nejkratší a nejdelší doby signálu volna signálních skupin, časové rámce pro vložení fáze na výzvu či možnost okamžitého nekolizního doplnění) nebo tvar a rozsah pružného fázového přechodu.

Kromě logických a časových podmínek mohou být ve vývojovém diagramu použity ještě další prvky:

- čítač vozidel mezi smyčkou a stopčárou,
- údaj k určení prioritního sledu fází při požadavcích navzájem kolizních preferovaných vozidel MHD,
- speciální prvky komunikace se sousedními řadiči.

Všechny variabilní časové podmínky stejně jako všechny ostatní proměnné, hodnoty časové mezery, doby zatížení atd. mají být v programu uloženy tak, aby tyto parametry mohly být měněny jednoduše.

Pro všechny signální plány má být pouze jediný vývojový diagram řízení, jestliže mají shodnou fázovou strukturu. Rozdíly signálních plánů jsou realizovány například různými parametry nebo na signálním plánu závislými rozvětveními, což má tu výhodu, že je programována jediná logika řízení a signální plány je pak možné přizpůsobovat pouze změnou parametrů.

Pokud mají signální plány rozdílnou fázovou strukturu, je vhodnější zpracovat vývojový diagram alespoň pro každou strukturu samostatně.

Vývojový diagram řízení pozůstává z rozhodovacích a akčních prvků. Rozhodovací prvky jsou: logické podmínky, časové podmínky, případně jiné podmínky. Akční prvky mohou zahrnovat označení a trvání fázových přechodů, označení nezařazené fáze apod. (viz přílohu D1).

4.6.4 Znázornění v signálním plánu

Zařazování požadovaných fází a nekolizního doplnění lze znázornit jako „variantu signálního plánu“ nebo jako „realizaci požadavku“ přímo v signálním plánu.

U řídicích způsobů prodlužování doby volna a tvorby signálního plánu nemohou být všechny varianty (jako sekundové změny dob volna jedné fáze v kombinaci se změnami ostatních fází) znázorněny přímo v signálním plánu. Zde se doporučuje zobrazit extrémní případy (např. „žádné požadavky“, jednotlivé, resp. „všechny požadavky“; viz příklad D.2.1). Totéž platí pro pružné fázové přechody (viz přílohu K).

4.6.5 Znázornění v diagramu dráha – čas

Do diagramu dráha – čas se doporučuje znázornit extrémní hodnoty dob volna (nejdřívější a nejzazší ukončení dob volna) tak, aby mohl být vizuálně posouzen vliv dynamického řízení na koordinaci a aby poskytoval konkrétní přehled o rozsahu variací řízení provozu (viz příklad D.2.1).

4.6.6 Zkušební testy

Po uvedení zařízení do provozu je velmi obtížné rychle nalézt chyby v logice řízení. Při převzetí zařízení se má provádět softwarová zkouška, pomocí níž se zjišťuje, zda toto splňuje všechny požadované dopravně technické hodnoty.

Zkušební testy mají být stanoveny tak, aby obsahovaly takové množství zkušebních příkladů signálního plánu, aby byly alespoň jednou otestovány všechny rozvětovací body ve vývojovém diagramu. Zkušební příklady přitom nemají být sestavovány pouze na podkladě plánovaného vývojového diagramu řízení, ale podle konkrétních cílových požadavků pro řízení.

Testy v softwarové zkušebně mají ověřovat zejména signalizační stavy, doby volna, správnost hlášení detektorů, stavy čítače reálného času, hlášení priorit apod.

5 KOORDINACE ŘÍZENÍ – ZELENÁ VLNA

5.1 Všeobecně

Koordinace v zelené vlně má pro řízení provozu světelnými signály mimořádný význam. Je docilována sladěním signálních plánů sousedních křižovatek se záměrem, aby vozidla při dodržování určité rychlosti mohla projet co největším počtem křižovatek bez zastavení.

Řešení zelené vlny musí zohledňovat různé skupiny účastníků dopravy a zvýhodňovat hlavní dopravní směry. Návrh vhodných signálních plánů pro koordinaci předpokládá znalost směrů a intenzit dopravních proudů.

Zelená vlna pro provoz motorových vozidel má smysl pouze při vzdálenostech SSZ do 750 m, výjimečně do 1000 m. Při větších vzdálenostech se kolony vozidel rozvolňují a koordinace světelných signálů již obvykle není účelná. Koordinaci v zelené vlně lze nejlépe znázornit diagramem dráha – čas, kde je pohyb proudů vozidel znázorněn formou tzv. zelených či koordinovaných svazků.

5.2 Zásady návrhu

5.2.1 Progresivní rychlost

Progresivní rychlost (v_p) je konstrukční veličina. V diagramu dráha – čas je znázorněna sklonem osové čáry zeleného svazku k časové ose. Účelné je odvozovat progresivní rychlost z pohybu čela kolony. Pro úspěšnou koordinaci platí:

$$0,85 \cdot v \leq v_p \leq v ,$$

kde v je nejvyšší dovolená rychlost.

Je zapotřebí brát v úvahu, že těžká nákladní vozidla, velká stoupání, úzké jízdní pruhy, malé oblouky a špatná kvalita vozovky vedou ke snížení rychlosti jízdy. Používají-li vozidla MHD a IAD stejné jízdní pruhy a požaduje-li se preference MHD, má být v zájmu dodržování progresivní rychlosti na křižovatkách ležících mezi zastávkami zákaz odbočování vlevo.

Při vysokých intenzitách provozu (stupeň vytížení $a > 0,8$) nemůže být žádoucí progresivní rychlost prakticky dodržena. Ani použití nízké rychlosti $V_p = 30$ km/h není úspěšné, poněvadž ve skutečnosti není dodržována. Při výpočtu mezičasů mají být předpokládané rychlosti podkladem volby progresivní rychlosti (viz 3.3.5).

Progresivní rychlost má být volena i s ohledem na platnost nepřímé úměry ve vztahu intenzita – rychlost, tj. ve špičce nižší a v sedle vyšší. Dále je vhodné brát v úvahu též rozdílnou skladbu dopravního proudu v charakteristických úsecích dne.

5.2.2 Délka cyklu a vzdálenost dělicích bodů

Předpokladem pro koordinaci v zelené vlně na silničním tahu je stejná délka cyklu na všech křižovatkách. Krátkodobé odchylky od této doby cyklu se musejí vyrovnávat.

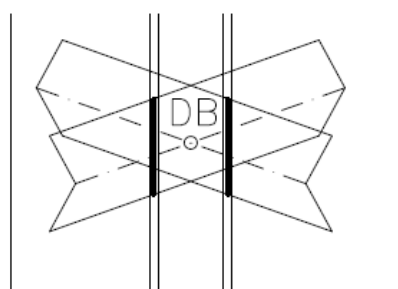
Krátké cykly mohou být navrhovány k řízení provozu:

- na slabě zatížených komunikačních tazích, které jsou napojeny na hlavní tahy,
- u jednotlivých úzce vymezených prostorů vzduť,
- u SSZ pro chodce v koordinovaném tahu,
- u křižovatek se slabým příčným provozem.

U zelených vln na obousměrných pozemních komunikacích existuje v diagramu dráha – čas charakteristický bod, tzv. dělicí bod (DB), kterým je průsečík středových čar dvou protisměrných koordinovaných svazků.

Odstup mezi sousedními dělicími body se označuje jako vzdálenost dělicích bodů IDB. Doby volna křižujících se směrů v dělicím bodě dosahují maxima a v oblastech, v nichž se zelené svazky nepřekrývají, svého minima. Mezi dobou cyklu, progresivní rychlostí v obou směrech a vzdáleností dělicích bodů platí následující vztah:

$$C = \frac{3,6 * l_{DB}}{V_{p1}} + \frac{3,6 * l_{DB}}{V_{p2}} \quad [s]$$



KŘÍŽOVATKA V DĚLICÍM BODĚ

BEZPEČNÉ
ODBOČENÍ VLEVO



F3



F2



F1

KOLIZNÍ
ODBOČENÍ VLEVO



F2



F1

DOČASNÉ KOLIZNÍ
ODBOČENÍ VLEVO



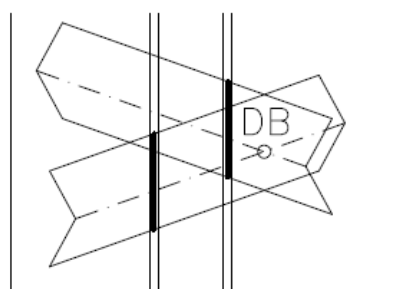
F3



F2



F1



KŘÍŽOVATKA V BLÍZKOSTI DĚLICÍHO BODU

BEZPEČNÉ
ODBOČENÍ VLEVO



F4



F3



F2



F1

DOČASNÉ KOLIZNÍ
ODBOČENÍ VLEVO



F4



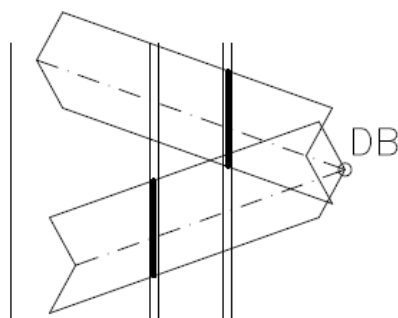
F3



F2



F1



KŘÍŽOVATKA VZDÁLENÁ OD DĚLICÍHO BODU

BEZPEČNÉ
ODBOČENÍ VLEVO



F3



F2



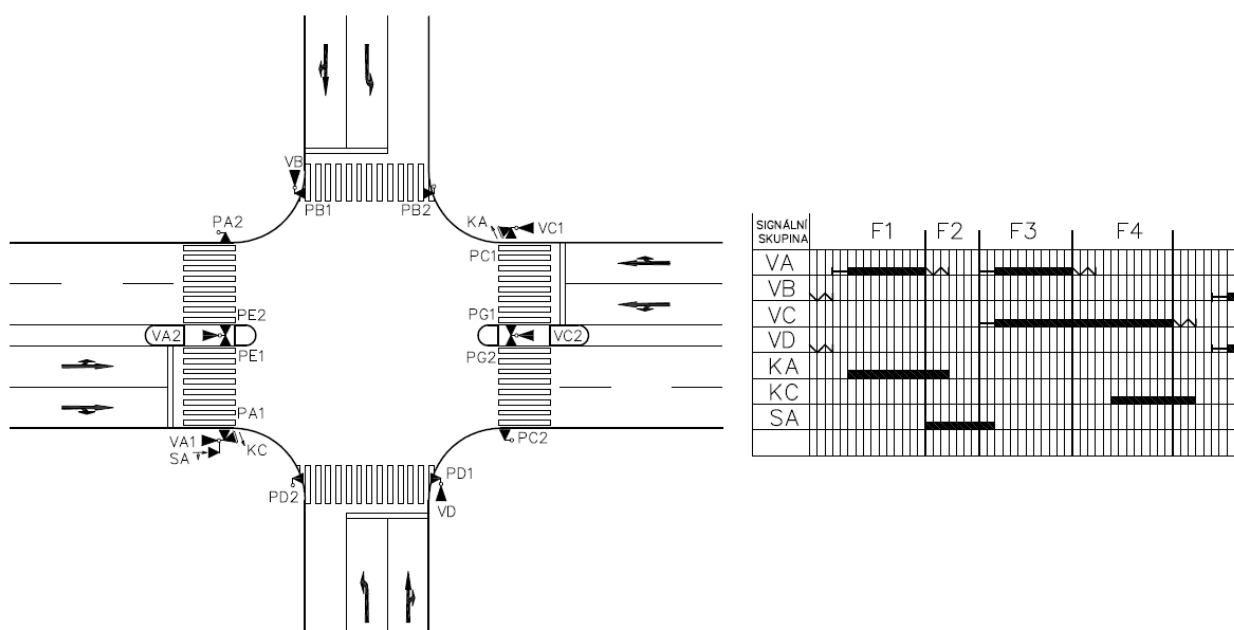
F1

Obr. 14 Sled fází při koordinaci řízení

5.2.3 Možnosti realizace sledu fází

Možnosti realizace koordinací daného sledu fází jsou závislé na použitých signálech. Při použití směrových signálů lze realizovat pouze bezpečné odbočení vlevo. Na křižovatkách v dělicím bodě nebo vzdálených od dělicího bodu se pro danou délku cyklu mohou použít jak směrové signály, tak plné signály s případným doplněním o vyklizovací šipky.

Na křižovatce v blízkosti dělicího bodu se směrovými signály lze signální plán sestavit rovněž bez vážných potíží. Zcela jiná situace je při použití plných signálů s vyklizovacími šipkami, kdy může nastat problém v souvislosti realizace sledu fází s vyklizovací šipkou v první fázi. Možné řešení takové situace je nastíněno na obrázku 15.



Obr. 15 Křižovatka v blízkosti dělicího bodu

Pokud je taková křižovatka v koordinované skupině, kde se provozuje více signálních plánů s velkým rozdílem použitých délek cyklů (nejdelší signální plán je přibližně 2x delší než nejkratší), obvykle se ocitne v následujících polohách vzhledem k dělicímu bodu:

- v blízkosti dělicího bodu s dřívějším příjezdem koordinovaného svazku „zleva“,
- v dělicím bodě,
- v blízkosti dělicího bodu s dřívějším příjezdem koordinovaného svazku „zprava“.

Za těchto podmínek je účelné použít pro oba směry doplňkovou šipku přímo + vpravo, která zajišťuje z hlediska informovanosti řidičů dostatečně výrazný přechod z bezpečného odbočení vlevo do podmíněně kolizního odbočení vlevo. Fázový přechod FP 2.3 musí být pevný a sestaven tak, aby oba plné signály tříbarevné soustavy začínaly s nejvýše jednosekundovým rozdílem. Je vhodné, aby fáze č. 2 trvala nejméně 6 s, respektive aby signální skupina VA měla po dobu nejméně 3 s signál stůj.

I toto řešení má své nesporné zápory, lze ho však v rámci použitých signálů považovat za nejméně nebezpečné ze všech možných variant.

5.2.4 Předpoklady a okrajové podmínky

Před návrhem zelené vlny je zapotřebí splnit určité předpoklady a brát v úvahu okrajové podmínky, které mohou mít podstatný vliv na kvalitu provozu:

- komunikační tah určený pro zelenou vlnu má mít v koordinovaném směru více než jeden jízdní pruh. Tím je umožněno předjíždění, takže pomalá vozidla neovlivní funkčnost zelené vlny;
- na komunikaci má platit zákaz zastavení, eventuálně s omezením v průběhu dne, poněvadž parkující vozidla podstatně zhoršují funkčnost zelené vlny. Pro autobusové zastávky je vhodné vybudovat zastávkové zálivy;
- pro odbočování vlevo je nutné zřídit jízdní pruhy, aby nebyl brzděn provoz v přímém směru a aby nedocházelo k čelním střetům s vozidly v protisměru. Nezbytné jsou zejména tehdy, neexistuje-li možnost zastavení vozidel v blízkosti středu křižovatky a jejich volného objíždění. Není-li možné zřídit odbočovací pruh, je zapotřebí uvažovat o trvalém nebo alespoň časově omezeném zákazu odbočování a nabídnout též náhradní trasu pro odbočování;
- světelně řízené přechody pro chodce na koordinovaném tahu bez zařazení do zelené vlny nejsou přípustné;
- ze vzdálenosti křižovatky od dělicího bodu vyplývají určité základní struktury rozdělení fází (viz obr. 14). Počet fází vyplývá ze záměru, které dopravní proudy se mají koordinovat a které mají být bezkolizní;
- z koordinace signálních plánů několika křižovatek mohou vyplynout další podmínky ovlivňující sled fází.

5.2.5 Řízení zelené vlny

5.2.5.1 Kontinuální řízení fáze volno

Kontinuálním řízením se rozumí režim, kdy doba pro signál volno je stanovena podle průběžného zeleného svazku. Vyloučí se tím nutnost náhlého brždění nečekanou změnou signálu. Přínosem je sladění rychlosti vozidel mezi křižovatkami, zvýšení bezpečnosti a kapacity komunikace.

5.2.5.2 Nekontinuální řízení fáze volno

Jedná se o řízení, kdy jsou doby pro signál volno mimo průběžný zelený svazek závislé na dobách rozjezdu a brždění. Rozjezdy a brždění oproti zelenému svazku se vyskytují tehdy, když vzdálenosti křižovatek jinou možnost nedovolují. Jsou vhodné:

- jestliže se vyskytuje intenzivní odbočování, kterým by mohla být zdržena kolona vozidel,
- k zabránění nebezpečného zrychlování při odbočování vlevo,
- k docílení prodloužení doby pro odbočování vlevo,
- je-li zapotřebí uspokojit krátkodobé požadavky vozidel MHD,
- pro realizaci oprávněných nároků chodců a cyklistů.

5.2.6 Druhy koordinace v zelené vlně

5.2.6.1 Progresivní systém

Za progresivní systém se považuje systém, kdy doby volna na křižovatkách následujících za sebou navazují tak, jak to odpovídá vypočtené době jízdy od stopčáry ke stopčáře. U obousměrných komunikací je pro zelenou vlnu ideální, jestliže jsou vzdálenosti dělicích bodů totožné se vzdálenostmi

křižovatek, na nichž je intenzivní příčný provoz. Shody dělicích bodů a polohy křižovatek však nelze vždy docílit. V takovém případě je příčný provoz na křižovatkách možný pouze při zmenšení šířky zeleného svazku. Pro odbočující vozidla pak v místech, kde se zelené svazky nepřekrývají, vzniká možnost volného odbočení. Pokud se zelené svazky částečně překrývají, existuje možnost dočasného bezkolizního odbočení vlevo v předem daných dobách (viz obr. 14). Chodci pak mohou v této oblasti bezpečně přecházet napříč přes hlavní směr buď pomocí dělicího ostrůvku ve dvou oddělených fázích, anebo kolizně s odbočujícími vozidly příčného směru.

U jednosměrných komunikací je návrh zelené vlny snadnější, neboť neexistují omezující podmínky vzdálenosti dělicích bodů. V příloze E 3 jsou uvedeny příklady znázornění progresivních systémů.

Progresivní systémy zahrnují i řízení ovládané dopravou (viz 4.3.2). Je přitom zapotřebí zohlednit následující podmínky:

- přizpůsobení pozdějšímu ukončení doby zelené tak, aby bylo zabráněno nebezpečné situaci na následující křižovatce;
- přizpůsobení pozdějšímu začátku doby zelené při jeho přibližně nezměněné době (posunutí zelené) je zapotřebí při krátkých vzdálenostech k následující křižovatce omezit tak, aby nevyužitá doba volna zůstala co nejmenší;
- přizpůsobení dřívějšímu začátku doby zelené je vhodné omezit, aby nebylo podporováno rozvolnění kolony vozidel;
- přizpůsobení dřívějšímu ukončení doby zelené je vhodné upravit (např. zmenšit rozsah a zvětšit časovou mezeru) z důvodu nebezpečí, které může vzniknout v důsledku nepředvídané změny signálu před projetím konce kolony vozidel (viz 4.5.2.2).

5.2.6.2 Simultánní systém

U tohoto systému je v průběhu zelené vlny stejný signál v téže době na všech křižovatkách. Je vhodný při vzdálenostech křižovatek do 100 m. Systém umožní, aby vozidla odbočující z vedlejší komunikace vjela na hlavní a odbočování dokončila před příjezdem kolony vozidel od předcházející křižovatky.

5.3 Rychlostní signály

Rychlostní signály doporučují rychlost, kterou může vozidlo projet následující křižovatkou bez zastavení. Doporučují se:

- k vedení vozidel tak, aby k následujícímu SSZ přijela na počátek signálu volno,
- k překlenutí posunů nebo délek cyklu mezi za sebou umístěnými SSZ,
- k zabránění rozvolnění kolony vozidel při větších vzdálenostech mezi křižovatkami.

Zpomalením prvních vozidel a zrychlením posledních vozidel lze udržet sevřenou kolonu vozidel až k následující křižovatce.

Liší-li se progresivní rychlosti v na sebe navazujících úsecích o více než 5 km.h⁻¹, je vhodné používat rychlostních signálů za každou křižovatkou. Při větších odstupech křižovatek se doporučuje umístit na úseku mezi křižovatkami více návěstidel rychlostních signálů.

V praxi se ukázalo, že rychlost pod 40 km.h⁻¹ není dodržována, a proto nemá být až na výjimky navrhována. Nelze ani používat vyšší rychlosti, než jsou dovoleny na příslušném úseku komunikace.

Na koordinovaném úseku s preferencí vozidel MHD je použití rychlostních signálů zcela nevhodné.

Při koordinaci křižovatek s dopravně závislým režimem řízení jsou rychlostní signály neúčelné; jsou použitelné pouze za předpokladu značné degradace dopravního komfortu tohoto režimu nebo zobrazují nepravdivé údaje.

Časové body pro zapnutí rychlostních signálů mohou být určeny z diagramu dráha – čas. Trvání signálu určité rychlosti má být alespoň 5 s, aby byl zajištěn spolehlivý vjem. Doporučené rychlosti je zapotřebí okamžitě přizpůsobit změněným signálním plánům.

Nedostatečně rozeznatelné nebo nepravdivé údaje zobrazující rychlostní signály jsou škodlivé a jsou horší než žádné signály. Rychlostní signály mají být při výpadku koordinace nebo při špatných povětrnostních podmínkách na vozovce vypnuty. Ke zvýšení respektování doporučených rychlostí je vhodné instalovat na návěstidlo rychlostního signálu tabulku „Zelená vlna... km/h“.

Zvláštní případ použití rychlostních signálů představuje takzvaný signální trychtýř. Signály rychlosti jsou řazeny ve skocích tak, že vozidlům z náhodného proudu umožňují začlenění do kolon tak, aby k prvnímu SSZ došla na signál volno. Na trase mají být návěstidla s vyznačením rychlosti umístěna ve vzdálenosti asi 200 až 300 m. Příklad znázornění signálního trychtýře v diagramu dráha – čas je v příloze E 4.

Vhodnost použití rychlostních signálů je potřebné vždy pečlivě uvážit.

6 ZOHLEDNĚNÍ PROSTŘEDKŮ MĚSTSKÉ HROMADNÉ DOPRAVY

6.1 Všeobecně

Hromadná doprava osob má zásadní význam pro funkčnost měst. Je zapotřebí, aby byla atraktivní, rychlá, pravidelná a spolehlivá. Důležité je, aby byly minimalizovány její ztrátové časy na světelně řízených křižovatkách. Toho lze docílit:

- řízením vhodnými pevnými signálními plány – možnosti zkrácení ztrátových časů vozidel MHD na světelně řízených křižovatkách tímto způsobem jsou však jen velmi omezené, jak vyplývá z podstaty řízení pevnými signálními plány;
- dynamickým řízením s preferencí vozidel MHD – přímým ovlivňováním světelné signalizace (jedoucími) vozidly MHD v jejich prospěch.

Pro signalizaci jsou používána návěstidla pro tramvaje, nebo se prostředky MHD řídí signály pro automobilový provoz. Někdy je nezbytné či účelné provést stavební úpravy nebo změnu organizace dopravy.

6.2 Preference MHD světelným signalizačním zařízením

6.2.1 Typy preference MHD

Preference MHD světelnou signalizací znamená přímé ovlivňování světelné signalizace (jedoucími) vozidly MHD v jejich prospěch, tzn. přednostní volby a prodlužování signálu volno vozidly MHD v reálném čase podle jejich aktuálních nároků tak, aby tato vozidla mohla projet světelně řízenou

křižovatkou pokud možno bez zastavení nebo alespoň s minimálním zdržením. Při této preferenci se rozlišují dva typy: absolutní a podmíněná preference.

- Absolutní preference znamená takový způsob řízení, který v běžném provozu umožní zcela plynulý průjezd na světelně řízené křižovatce bez jakéhokoliv zastavení a zdržení všem vozidlům MHD (s výjimkou mimořádných situací, například při současném příjezdu více vozidel MHD za sebou a v takových časových polohách, že by při absolutním preferování všech vozidel MHD došlo k nadměrnému prodloužení signálů stůj pro IAD, cyklisty nebo chodce). Při příjezdu více vozidel MHD v krátkých časových odstupech za sebou tedy absolutní preference umožní plynulý průjezd vždy prvnímu vozidlu, zatímco dalším vozidlům v pořadí pouze tehdy, když se „vejdou“ do zadaného maximálního prodloužení signálu volno; a to z toho důvodu, že i při absolutní preferenci musí být prodloužování signálu volno pro MHD časově omezeno – nemůže trvat donekonečna a ani tak dlouho, aby pro ostatní účastníky provozu na pozemních komunikacích trval signál stůj několik minut. U zastávky MHD situované těsně před křižovatkou, respektive v situacích, kde se vozidlo MHD přihlašuje v zastávce před zastavením nebo otevřením dveří, nemusí absolutní preference zajistit průjezd bez zdržení v případě občasných, byť výjimečných výskytů velmi dlouhých zastávkových pobytů. V řídicí logice se zadávají maximální délky akceptovatelných zastávkových pobytů MHD. Pokud zastávkový pobyt trvá déle, než je zadaná maximální délka, preferenční prodloužování signálu volno se po dosažení zadaného maxima ukončí, a tím dojde ke zdržení vozidla MHD. Při zadání odpovídajícímu reálným poměrům však k tomuto jevu dochází jen velmi zřídka.
- Podmíněná preference znamená takový způsob řízení, který sice plynulý průjezd na světelně řízené křižovatce všem vozidlům MHD neumožní (některá vozidla budou zastavena a zdržena signálem stůj), avšak zajistí alespoň výrazný pokles zdržení a počtu zastavení vozidel MHD před SSZ ve srovnání s řízením bez preference. Míra podmíněné preference (respektive míra jejího přiblížení absolutní preferenci) pak závisí na konkrétním řešení a na způsobu řízení dané křižovatkou.

Při volbě, zda pro vozidla MHD navrhnout absolutní nebo podmíněnou preferenci, je zapotřebí vycházet z konkrétních podmínek na každé křižovatce a v jejím okolí. Absolutní preference je nejvyšším dosažitelným cílem.

Absolutní preference se doporučuje na místech, kde:

- jsou SSZ řízena izolovaně (bez koordinace) nebo se připouští i výraznější narušení koordinace pro IAD ve prospěch plynulého provozu vozidel MHD,
- je intenzita provozu IAD na křižovatkách nízká až střední,
- existují dostatečně dlouhé řadící pruhy na vjezdech kolizních s MHD pro eventuální vzdutí vozidel IAD,
- je MHD vedena na vlastním tělese nebo na vlastních jízdních pruzích.

Podmíněnou preferenci lze doporučit na místech, kde:

- jsou SSZ řízena v koordinaci a není žádoucí připustit výraznější narušení koordinace pro IAD,
- je intenzita provozu IAD na křižovatce vysoká nebo dokonce dochází k přetížení křižovatkou,
- nejsou k dispozici dostatečně dlouhé řadící pruhy na vjezdech kolizních s MHD pro eventuální vzdutí vozidel IAD,
- existují vzájemně konfliktní pohyby vozidel MHD.

6.2.2 Způsoby řízení při preferenci MHD

Možnosti a účinnost preference MHD světelným signalizačním zařízením závisejí na zvoleném způsobu řízení a na míře jeho dynamiky. V kapitole 4.3.1 je uvedeno šest základních způsobů řízení.

Preference MHD světelnou signalizací se týkají způsoby řízení B2 až B6, tedy způsoby umožňující dopravně závislé změny průběhu signálních plánů, probíhající řádově v sekundových krocích, a to podle aktuálních dopravních nároků vozidel MHD.

Velmi významným prvkem v preferenci vozidel MHD jsou pružné fázové přechody zejména v situacích, kdy například tramvaje mají podstatně kratší najížděcí mezičas proti kolizním signálním skupinám než ostatní (vozidlové) signální skupiny ve stejné fázi.

6.2.2.1 Způsob B2 – prodlužování a zkracování fází

Prodlužování vlastní fáze

Pokud v okamžiku nároku vozidla MHD právě probíhá vlastní fáze (se signálem volno pro vozidla MHD) a vozidlo MHD se přihlásí v takovém okamžiku vůči právě probíhajícímu cyklu řízení, že doba jízdy vozidla MHD od místa přihlášení ke stopčáře není delší než doba od okamžiku přihlášení do okamžiku maximálního možného prodloužení fáze (tzn. že přihlášené vozidlo MHD ještě stačí dojet ke stopčáře v době maximálního prodloužení svého signálu volno), prodlouží se tato fáze o čas potřebný k jízdě vozidla MHD od místa přihlášení ke stopčáře (případně i včetně zastávkového pobytu, pokud se vozidlo MHD hlásí v zastávce před zastavením nebo otevřením dveří). Signál volno tedy na přijíždějící vozidlo MHD „počká“.

Zkracování vlastní fáze a předvýběr jiné fáze

Pokud v okamžiku nároku vozidla MHD právě probíhá vlastní fáze (se signálem volno pro vozidla MHD), avšak vozidlo MHD se přihlásí v takovém okamžiku vůči právě probíhajícímu cyklu řízení, že doba jízdy vozidla MHD od místa přihlášení ke stopčáře je delší než doba od okamžiku přihlášení do okamžiku maximálního možného prodloužení fáze (tzn. že přihlášené vozidlo MHD již nestačí dojet ke stopčáře v době maximálního prodloužení svého signálu volno), ukončí se tato právě probíhající fáze okamžitě, respektive co nejdříve, podle podmínek v řídicí logice, a následuje výběr jiné fáze (kolizní s fází pro vozidlo MHD) tak, aby po výběru této jiné fáze v optimálním okamžiku nebo co nejdříve mohla nastat vlastní fáze s volnem pro vozidlo MHD. Signál volno pro přijíždějící vozidlo MHD se tedy zkrátí s cílem zařadit ho v optimálním okamžiku znovu. Přitom nedochází ke zbytečnému zdržování ostatních účastníků provozu na pozemních komunikacích.

Zkracování jiné fáze

Pokud v okamžiku nároku vozidla MHD právě probíhá jiná fáze (kolizní se signálem volno pro vozidla MHD, kterou si toto vozidlo nárokuje), ukončí se tato právě probíhající fáze okamžitě, respektive co nejdříve, podle podmínek v řídicí logice, tak aby vlastní fáze nastala v optimálním okamžiku nebo co nejdříve. Signál volno se pro projíždějící vozidlo MHD „předvybere“. Toto zkracování se obvykle uplatňuje pro signál volno vozidlových signálních skupin, míru zkracování signálu volno chodeckých signálních skupin je nutné pečlivě uvážit a nedoporučuje se zkrácení pod dobu podle 7.3. Při použití pružných fázových přechodů mohou signální skupiny probíhající fáze s menšími vyklizovacími mezičasy

(na signální skupinu určenou pro vozidlo MHD než na signální skupiny ostatní) pokračovat v prodlužování svého signálu volno i po přihlášení vozidla MHD.

Použití je možné na izolovaných SSZ i na SSZ zařazených v koordinaci. Podle konkrétních podmínek může být zadáno pouze prodlužování nebo pouze zkracování, případně obojí. Efekt pro MHD může být malý až velmi významný a závisí na tom, v jak velké části délky cyklu řízení je prodlužování nebo zkracování umožněno.

Při stanovení přesných podmínek pro řídicí logiku je vhodné velmi pečlivě uvážit, jak se bude preferenční zařazení signálu volno pro vozidla MHD uskutečňovat při zkracování jiné kolizní fáze nebo při zkracování vlastní fáze a předvýběru jiné fáze:

- co nejdříve. Tento způsob je optimální z hlediska řidiče vozidla MHD, protože v mnoha případech je pak signál volno návštěvn v předstihu, vede však k většímu počtu zastavených vozidel ve fázi kolizní k fázi s vozidlem MHD, nebo
- v optimální době podle předpokládané rychlosti jízdy (minimální doby staničení) s předstihem pouze takovým, aby vozidlo MHD nemuselo zpomalovat pod předpokládanou rychlost. Tento způsob vede k minimalizaci negativních dopadů na vozidla, která mají signál volno ve fázi kolizní k fázi s vozidlem MHD.

6.2.2.2 Způsob B3 – změna pořadí fází

Vozidlo MHD změni při nároku v zadaných časových intervalech cyklu řízení pořadí fází tak, aby požadovaná fáze byla do signálního plánu zařazena v optimální době nebo co nejdříve, čímž se změni pravidelný sled fází.

Způsob řízení přichází v úvahu u třífázových a vícefázových cyklů. Použití je možné na izolovaných SSZ i SSZ v koordinaci. Efekt pro MHD může být významný zejména v kombinaci se způsobem řízení B2.

6.2.2.3 Způsob B4 – vložení fáze navíc při výzvě (poptávce)

Některé signály volno pro vozidla MHD, především pro tramvaje, nejsou zařazovány pravidelně (cyklicky), ale pouze při nárocích vozidel MHD, a to buď na úkor ostatních pravidelných fází, nebo na úkor prodloužení délky cyklu.

Použití je možné na izolovaných SSZ i na SSZ zařazených do koordinace. U koordinovaných SSZ musí být podle místních podmínek případné prodloužení jednoho cyklu vyvolané nároky MHD ošetřeno kompenzací v dalším cyklu řízení tak, aby se průměrná délka cyklu rovnala délce cyklu zadané pro koordinované řízení. Výzvy se mohou kombinovat se způsoby řízení B2 a B3. Použití výzev je obecně účelné pro ty signální skupiny, u nichž se nárok neobjevuje v každém cyklu, takže při neexistenci nároku je možné využít čas pro ostatní dopravní směry, a tím celkově zvýšit plynulost provozu a účinnost řízení nejen pro vozidla MHD, ale především pro ostatní účastníky provozu na pozemních komunikacích. Naopak v případě pevného zařazení těchto signálních skupin do programu řízení by tyto signály volno zůstaly v některých cyklech zcela nevyužity.

Při možnosti vložení téže fáze dvakrát nebo vícekrát za cyklus (u třífázových a vícefázových cyklů) se podle okamžitého nároku vozidla MHD v průběhu cyklu dosáhne velmi výrazného poklesu zdržení vozidel MHD, obzvláště při delších cyklech (vhodné například u zvláštních fází pro jízdu tramvají do oblouků).

Na vjezdu, kde se tramvajová trať větví do více směrů, se kombinací výběru volna pro tramvaje pouze při jejich nárocích, výběru stejného signálu volno pro tramvaje dvakrát během jednoho cyklu řízení a změnou pořadí fází dosáhne následujícího efektu: pokud na jednom vjezdu přijede více tramvají za sebou, signály volno pro tramvaje jedoucí do různých směrů jsou vybírány podle možností v takovém pořadí, v jakém tramvaje přijely ke křižovatce, čímž se výrazně omezí vzájemné zdržování tramvají, jejich shlukování před křižovatkou a až na výjimky se vyloučí zdržení přesahující délku cyklu řízení. Výhodnost tohoto řešení vynikne při srovnání s „obvyklým“ způsobem řízení s neměnným pořadím fází, při němž dochází k následujícímu nepříznivému jevu. Pokud tramvaje jedoucí do různých směrů přijedou k SSZ v opačném pořadí, než je zadaný sled fází pro různé směry jízdy, kvůli první tramvaji čekající na svůj signál volno nemůže druhá tramvaj použít signál volno pro svůj směr v prvním cyklu řízení a musí na něho čekat až do dalšího cyklu. Tím dochází k nadměrnému zdržení druhé tramvaje, které je vyšší než délka cyklu a může dosáhnout až dvojnásobku délky cyklu (tj. 2 až 3 minut), což má zásadní negativní vliv na cestovní rychlost a pravidelnost tramvajového provozu.

Pořadí realizace kolizních požadavků (tj. pořadí fází) vozidel MHD z různých směrů je účelné optimalizovat zejména podle velikosti vzájemných najížděcích a vyklizovacích mezer.

6.2.2.4 Způsob B5 – okamžité doplnění nekolizního volna do probíhající fáze

Pokud má například odbočující tramvaj velký vyklizovací mezer, zejména k ostatním prostředkům MHD, je účelné i při vícefázovém řízení směrovými signály zařadit signál volno takové tramvaji pouze tehdy, má-li požadavek (na výzvu, viz 6.2.2.3). Jestliže však již fáze, k níž není tramvaj kolizní, probíhá, musela by čekat až na další zařazení této fáze. V mnoha případech je výhodnější jak z hlediska dané tramvaje, tak z hlediska celkové efektivity řízení signál volno zařadit do probíhající fáze okamžitě. U křižovatek v koordinaci je někdy nutné stanovit dodatečné časové podmínky pro nejpozději přípustný okamžik takového doplnění.

6.2.2.5 Způsob B6 – volná tvorba signálního plánu

Tento způsob řízení v kombinaci se způsoby B2, B3, B4 a B5 představuje nejvyšší stupeň dynamiky řízení. Použití je však možné pouze na izolovaných SSZ, neboť základní podmínkou koordinace je pevná délka cyklu na všech SSZ zapojených do koordinace, nanejvýš s možností prodloužení jednoho cyklu na úkor zkrácení cyklu následujícího.

6.2.3 Dopravně technické požadavky na způsob řízení s preferencí

Zatímco vozidla IAD se ve městech pohybují obvykle v dopravních proudech s charakterem hromadného jevu, pohyb vozidel MHD má charakter spíše izolovaných náhodných jevů s individuálními jízdními charakteristikami, a to v důsledku pobytů vozidel MHD na zastávkách. Tato skutečnost je podstatou důvodu preferovat MHD. Pro vozidla MHD sice obecně stačí krátký signál volno, tento signál volno však musí být návštěvně právě v okamžiku, kdy ho vozidlo MHD potřebuje.

Dynamické řízení s preferencí MHD je podmíněno speciálními dopravně technickými požadavky.

6.2.3.1 Reakce řízení na nároky vozidel MHD

Nutnou podmínkou pro možnost preference je přesná, včasná a spolehlivá detekce nároků vozidel MHD, jejich přihlašování a odhlašování. Řadič musí být schopen přijímat a vyhodnocovat přihlašování

a odhlašování vozidel v nejvýše sekundových krocích a řídicí logika musí být schopna na tyto nároky podle zadání projektanta reagovat.

Podmínkou účinné preference je zjištění nároků vozidel MHD před příjezdem ke stopčáře s potřebným časovým předstihem tak, aby řadič stačil na nároky vhodně zareagovat. Je proto žádoucí umísťovat přihlašovací detektory ve větších vzdálenostech před stopčárami (150 až 350 m).

U zastávek MHD situovaných těsně před křižovatkou se potřebného časového předstihu nároku může dosáhnout pobytem vozidla v zastávce, takže přihlašovací detektory mohou být umístěny před vjezdy do zastávek.

U zastávek ve vzdálenosti 150 až 350 m před křižovatkou je výhodné detekovat zavření dveří nebo odjezd ze zastávky, neboť doba staničení může být velmi rozdílná.

Odhlašovací detektory je žádoucí umísťovat těsně před stopčárami nebo nejdále na stopčárách, aby se po průjezdu čela vozidla MHD stopčárou případné prodlužování signálu volno neprodleně ukončilo a ostatní účastníci provozu nebyli na křižovatce zdržováni déle, než je nezbytně nutné.

Pokud se používá předsignálů pro tramvaje, odhlašovací bod je optimální umístit do úrovně předsignálu.

6.2.3.2 Reakce řízení na rozptyly jízdních dob vozidel MHD

Řízení musí být schopné v zadaných mezích reagovat na rozptyl jízdních dob od přihlašovacího detektoru k bodu odhlášení. Tento rozptyl závisí na:

- vzdálenosti přihlašovacího detektoru,
- individuální technice jízdy každého řidiče,
- ovlivňování jízdy vozidel MHD na jízdních pružích společných s automobilovou dopravou,
- délce pobytu vozidla v zastávce, pokud je mezi přihlašovacím detektorem a stopčárou zastávka.

Jízdní doby od přihlašovacích detektorů ke stopčarám a jejich rozptyly (jako základní vstupní hodnoty pro návrh parametrů řízení) je nutné zjišťovat a ověřovat měřeními na každém konkrétním místě.

6.2.3.3 Reakce řízení na provozní nepravidelnosti

Kromě výše uvedených rozptylů mohou být jízdní doby dále ovlivněny následujícími jevy:

- extrémně dlouhou dobou nástupu a výstupu cestujících,
- čekáním vozidla v zastávce na spoj,
- mimořádným zastavením na trati (porucha, nehoda),
- výměnou řidičů apod.

Tyto vlivy mohou způsobit, že vozidlo MHD v neobvyklých případech nestačí využít nárokovaný signál volno ani při jeho prodloužení. V řídicí logice musí být proto pamatováno i na způsob reakce na tyto neobvyklé okolnosti, a to:

- zadáním maximálního prodloužení signálu volno a následně jeho nuceným ukončením, pokud se vozidlo MHD do této doby neodhlásí;

- u signálů na výzvu zajištěním možnosti opětovného nárokování výzvy z vozidla stojícího před stopčárou (např. opakovací přihlašovací detektor, opětovné přihlášení vysílačem z vozidla, tlačítko pro řidiče, kontaktní zámek pro řidiče apod.).

6.2.3.4 Reakce řízení na vzájemné konfliktní nároky vozidel MHD

Pokud na křižovatce existují vzájemně konfliktní pohyby vozidel MHD, musejí být součástí řídicí logiky též rozhodovací kritéria a postupy pro případy současných nároků vozidel MHD na vzájemně kolizní signály volno. V těchto případech mohou jako kritéria pro rozhodování sloužit například:

- druh vozidla MHD (tramvaj, autobus, trolejbus),
- směr jízdy,
- význam linky na příslušné křižovatce,
- pořadí přihlašování jednotlivých nároků,
- zastavení před stopčárou – buď v zastávce, nebo mimo zastávku,
- najížděcí a vyklizovací doby příslušné signální skupiny vzhledem k poloze signálního plánu (probíhající, požadovaná a předpokládaná následující fáze; jedná se o vyhodnocení okamžité míry negativního dopadu též na IAD preferencí daného vozidla MHD),
- dodržování jízdního řádu konkrétním vozidlem,
- zajištění přípojů,
- stupeň obsazení vozidla cestujícími.

U prvních šesti uvedených kritérií závisí pouze na rozhodnutí projektanta, jak je v řídicí logice využije. Na rozdíl od toho je použití posledních tří kritérií závislé na technickém vybavení umožňujícím přenos dalších informací do řadičů SSZ, a to buď z palubních počítačů vozidel MHD, nebo z automatizovaného kontrolního a dispečerského systému MHD.

6.2.3.5 Reakce řízení na poruchy detektorů

Pro detekci vozidel má být použit co nejspolehlivější detekční systém, který je schopen logice řízení podávat pravdivé informace. Pro případ poruchy jednoho nebo více detektorů však součástí řídicí logiky musí být i definování reakcí řadiče. Řeší se buď zadáním náhradních parametrů a náhradních rozhodovacích kroků (např. náhradní pevné délky signálů volno u signálních skupin s prodlužováním, trvalé zařazování výzvočných signálních skupin do signálního plánu), nebo zadáním přechodu z dynamického řízení na řízení náhradními pevnými programy.

6.2.3.6 Respektování omezujících podmínek pro preference

Jestliže je preference MHD světelným signalizačním zařízením součástí řízení světelnými signály i pro ostatní účastníky provozu na pozemních komunikacích, pak je při rozhodování o míře preference, konstrukci řídicí logiky a o definování parametrů pro řízení žádoucí respektovat konkrétní podmínky daného místa, mezi něž patří zejména:

- maximální přípustná délka front IAD,
- stupeň využití jednotlivých signálů volno pro IAD,
- maximální délky signálů stůj a s nimi spojené čekací doby,
- vnitřní koordinace v rámci daného SSZ na dělených přechodech pro chodce nebo na dělených přejezdech pro cyklisty, má-li být tato koordinace zachována,
- koordinace mezi sousedními SSZ pro IAD, má-li být tato koordinace zachována,

- doba nutná ke kompenzaci následného negativního dopadu na IAD, vyplývajícího z preferování daného vozidla.

6.2.4 Související opatření

Dopravní problematiku každého místa nebo úseku je žádoucí řešit komplexně, a to včetně souvisejících opatření stavebního, organizačního a provozního charakteru tak, aby mohly být vytvořeny podmínky pro optimální dynamické řízení a maximální preferenci MHD. Doporučují se zejména následující úpravy:

- oddělení jízdní dráhy MHD od IAD (vlastní drážní tělesa pro tramvaje, vyhrazené pruhy pro autobusy nebo trolejbusy),
- zkapacitnění křižovatek zvyšováním počtu řadicích pruhů a úpravami jejich geometrického uspořádání,
- vhodné umístění zastávek a jejich eventuální změny,
- zřizování nástupních ostrůvků,
- místní dopravně organizační opatření:
 - zákazy zastavení nebo stání,
 - změny přednosti v jízdě na neřízených křižovatkách,
 - zákazy odbočování vlevo na některých křižovatkách,
 - zákazy jízdy automobilů po tramvajových pásech, a to i na úkor snížení počtu jízdních pruhů (vyznačením podélných bílých nepřerušovaných čar vedle tramvajových pásů),
 - zákazy zastavení zásobovacích vozidel v jízdních pruzích těsně vedle tramvajových pruhů (se současným zřizováním zásobovacích stání v parkovacích pruzích nebo na chodnících);
- změny organizace dopravy v širším měřítku:
 - změny funkce jednotlivých komunikací,
 - změny tras pro průjezdnou dopravu;
- zkracování pobytu vozidel v zastávkách:
 - zvyšování nástupních hran zastávek,
 - zavádění nízkopodlažních vozidel MHD,
 - nástup a výstup cestujících všemi dveřmi.

6.3 Stavební úpravy

Pro zastávky MHD platí ČSN 73 6425.

6.3.1 Poloha zastávek MHD

Polohu zastávek MHD v oblasti křižovatky je zapotřebí volit tak, aby nedocházelo ke zbytečným časovým ztrátám u vozidel MHD. Samozřejmě se však musí dbát i na dobrou dosažitelnost cílů, na minimální a snadnou délku cesty pro přestupující apod.

Účelným uspořádáním umístění zastávek střídavě před a za křižovatkou osazenou SSZ se umožní, aby vozidlo MHD projelo ze zastávky před křižovatkou v zelené vlně společně s IAD přes dvě světelně řízené křižovatky na zastávku za křižovatkou a následně bez ovlivnění světelným signalizačním zařízením na další zastávku umístěnou opět před světelně řízenou křižovatkou.

Poloha zastávky před křižovatkou umožňuje, aby byl signál stůj využit pro nástup a výstup cestujících. Při jízdě vozidla MHD přímo nebo vpravo lze zastávku umístit bezprostředně před křižovatkou. Používá se též systém vyhrazeného zastávkového pruhu, který autobusu umožňuje předjet před čelo čekající kolony vozidel IAD (viz 6.3.3).

Výhoda zastávky za křižovatkou spočívá v tom, že doba pro volbu signálu volno na následující křižovatce je dostatečně dlouhá, neboť následující křižovatka je dosti vzdálená.

Zastávka tramvaje bez nástupního ostrůvku může být za křižovatkou pouze tehdy, je-li zajištěno, že do prostoru vystupujících cestujících nevjíždí žádné vozidlo a že po době signálu volno pro tramvaj následuje bezprostředně signál volno pro křižující dopravu, přičemž jeho doba musí být delší než doba vystupování a nastupování cestujících do tramvaje a musí být též zakázáno odbočování křižující dopravy do prostoru zastávky. Jestliže pro autobusy MHD odbočující vlevo není možné zřídit zastávku za křižovatkou, lze zastávku umístit před křižovatkou, a to ve vzdálenosti nejméně 30 m tak, aby autobus mohl předjet před čelo čekajících vozidel (viz 6.3.3), nebo ji umístit bezprostředně před křižovatkou a zřídit pro tyto autobusy zvláštní fázi pro odbočení vlevo. Tuto situaci je někdy vhodné řešit použitím vyhrazeného jízdního pruhu s vlastní signalizací, která umožní autobusu bezkolizní opouštění zastávky s následným průjezdem křižovatkou požadovaným směrem.

Poloha zastávek MHD při koordinaci křižovatek může být prakticky libovolná, pokud se doba mezi koncem a začátkem po sobě následujících koordinovaných svazků v diagramu dráha – čas bude rovnat době pobytu vozidla v zastávce.

6.3.2 Časové ostrůvky

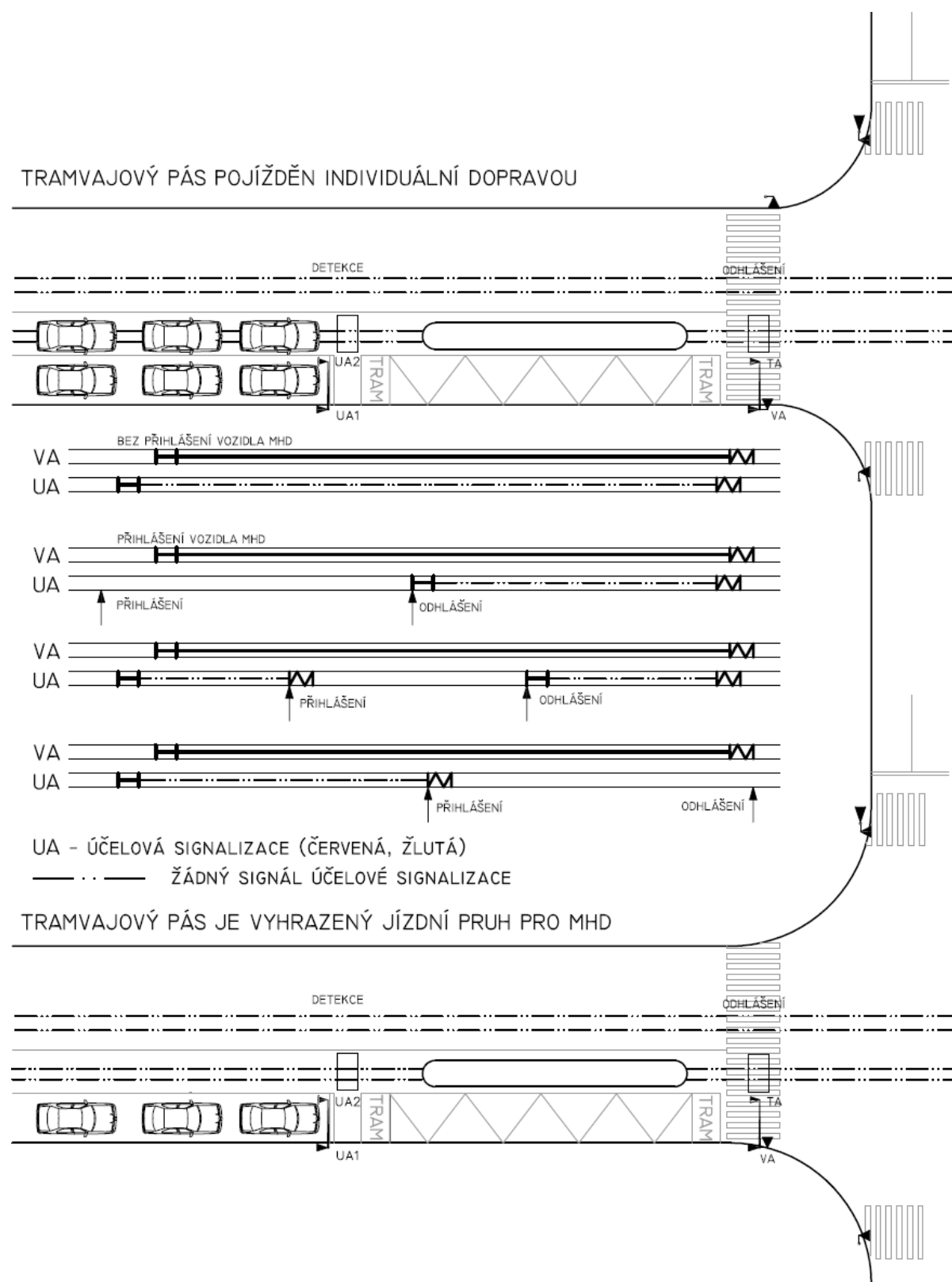
Jestliže u nezvýšeného tramvajového pásu není možné před křižovatkou zřídit zastávkové ostrůvky pro vozidla MHD, je nutné použít zastávkový mys nebo zvýšený jízdní pás. Příjezd vozidel IAD lze regulovat předřazenými signály. Jelikož jsou návěstidla předsignálů umístěna v určité vzdálenosti před křižovatkou, kde je nemusejí řidiči vozidel očekávat, je proto nezbytné věnovat mimořádnou pozornost jejich umístění tak, aby návěstidla byla nápadná a dobře viditelná. Návěstidla se mají opakovat i nad vozovkou.

Regulace vozidel IAD závisí na možnosti pojíždění tramvajového pásu individuální dopravou:

a) tramvajový pás je pojížděn IAD (viz obr. 16 nahoře). Požadavek na vyklizení zastávkového prostoru je dán detekcí vozidla MHD v zóně detekce umístěné ve vzdálenosti rovnající se alespoň délce zastávky před křižovatkou. Detekce vozidla MHD navodí na návěstidle účelové signalizace UA signál stůj (po nezbytném signálu pozor, který má trvat 5 s) a znemožní vozidlům IAD, aby vjela do zastávkového prostoru. Signál stůj na návěstidle UA musí trvat po dobu bezpečného výstupu a nástupu cestujících do tramvaje, účelné je detekovat odhlášení vozidla MHD, nejlépe informací o zavření dveří, případně o odjezdu ze zastávky;

b) tramvajový pás není pojížděn individuální dopravou nebo je IAD před křižovatkou z tramvajového pásu odvedena (viz obr. 16 dole). Dopravní kongesci se čelí progresivním řízením signálů UA a VA tak, aby byl na počátku nástupu a výstupu cestujících prostor zastávky volný od vozidel IAD, případně aby byl umožněn volný vjezd na zastávku pomocí další detekční zóny, umístěné v dostatečně velké vzdálenosti. Po odhlášení je signál stůj UA případně vypnut.

V závislosti na rozsahu a míře sofistikovanosti detekčního systému lze účelovou signalizací regulovat provoz IAD pouze při detekci vozidla MHD, to znamená i v době signálu stůj na skupině VA nesignalizovat stůj na skupině UA bez detekovaného vozidla MHD.



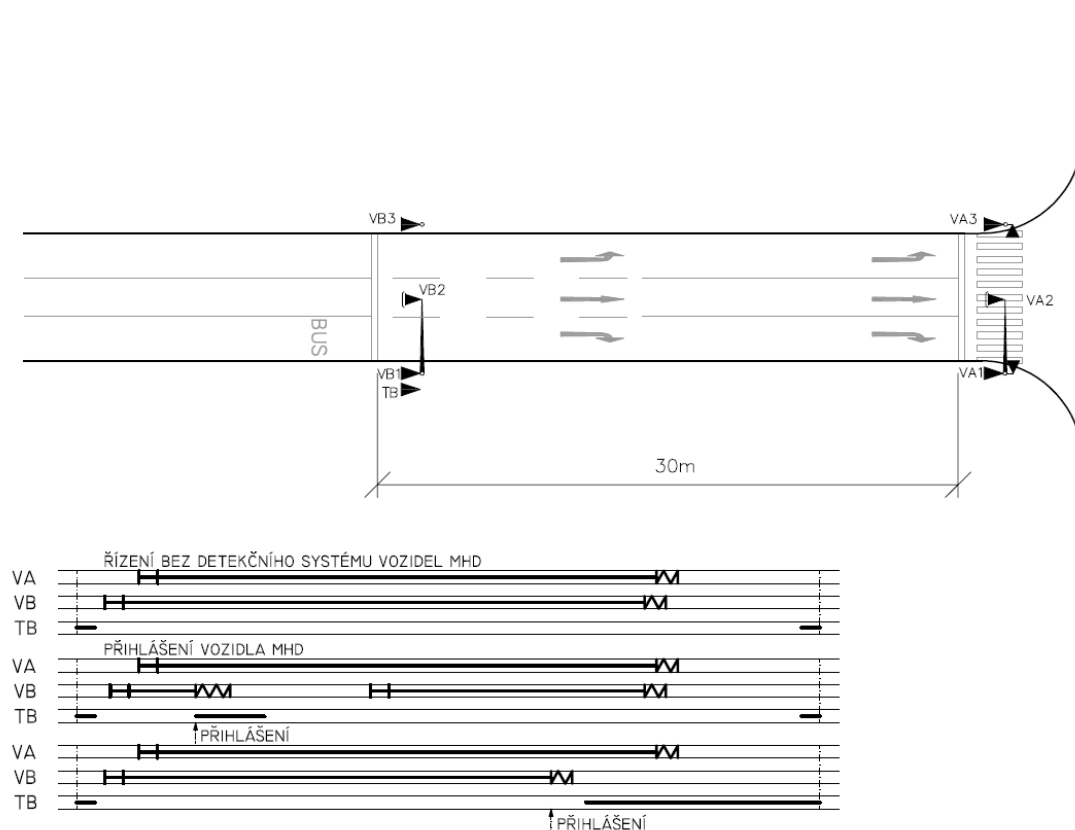
Obr. 16 Časový ostrůvek pro vozidla MHD na zvýšeném jízdním pásu

6.3.3 Výjezd z vyhrazených jízdních pruhů a z autobusových zastávek

Pokud zastávkové pruhy pro autobusy končí bezprostředně před světelným signalizačním zařízením, pak nahromaděná vozidla IAD zpravidla neumožní autobusům odjet během signálu volno. Pevně stanovená doba signálu dovoluje výjezd ze zastávky pouze na krátkou dobu, a není-li měnitelná podle požadavků, způsobuje časové ztráty ostatním účastníkům dopravy.

Autobusům MHD lze usnadnit odbočování ze zastávkového pruhu předsignály umístěnými minimálně ve vzdálenosti 30 m před návěstidly křižovatky (viz obr. 17). Ve funkci předsignálů podle zamýšleného účinku se mohou použít jak návěstidla tříbarevné soustavy, tak návěstidla účelové signalizace (blíže viz 6.3.2), čímž je zadržen provoz vozidel IAD a umožněn výjezd z vyhrazeného jízdního nebo zastávkového pruhu a autobusy se následně mohou zařadit do požadovaného jízdního pruhu. Vyhrazený pruh pro autobusy má být řízen v závislosti na dopravě pomocí detekce, která rozlišuje autobusy MHD od jiných vozidel používajících autobusový jízdní pruh neoprávněně.

Nevýhodou řešení je, že nelze vyloučit chybné chování chodců, kteří vstupují do prostoru řadících pruhů mimo přechod, a to zejména u přestupních uzlů, a také snížení reálné kapacity SSZ pro IAD.



Obr. 17 Příklad výjezdu autobusu MHD z vyhrazeného jízdního nebo zastávkového pruhu řízeného předsignálem

Analogické řešení se použije, jestliže se jedná o zastávkový pruh a komunikace na vjezdu do křižovatky má dva řadící pruhy (viz přílohu D.2.2).

6.3.4 Předsignály a rychlostní signály pro tramvaje

K uplatnění požadavku na signál volno pro tramvaj na zvláštním tělese lze použít signály pro uzavírání dveří vozidla, signály rychlosti i předsignály, a tím eliminovat časové ztráty. Signál pro zavření dveří se rozsvěcuje s časovým předstihem tak, aby vozidla k SSZ projela úsekem od zastávky i světelně řízenou křižovatkou bez dalšího časového zdržení.

V pevných signálních plánech je jejich použití triviální, v dynamickém řízení reagujícím na požadavky vozidel MHD je nutné aplikovat jak sofistikovaný systém detekce, tak velmi vysokou míru měnitelných prvků v signálním plánu. Například pokud je zastávka ve vzdálenosti 30 až 150 m před křižovatkou a požaduje se umístění předsignálu ve funkci pokynu pro uzavření dveří a následný odjezd, je optimální následující rozsah informací:

- příjezd do zastávky,
- první zavření dveří,
- případné každé další zavření dveří (pokud jsou znovu otevřeny),
- odjezd ze zastávky,
- odhlášení z křižovatkou, resp. průjezd odhlašovací místem (viz 6.2.3.1).

6.3.5 Signalizace při křížení tramvaje a silniční komunikace

Je-li zapotřebí zajistit přejezd vozidel IAD přes tramvajové těleso signalizací jiným způsobem než pouze varovným signálem žluté světlo, je k tomu vhodná stejná signalizace, která se používá pro zajištění bezkolizního vjezdu tramvaje na silniční komunikaci. Jedná se o účelovou signalizaci, tedy o signál dvoubarevné soustavy s červeným a žlutým světlem, ovládaný výzvou tramvaje.

6.4 Detekce vozidel MHD

K evidenci vozidel MHD se užívají:

- trolejové detektory,
- indukční smyčky ve zvláštním jízdním nebo zastávkovém pruhu,
- datové indukční smyčky, jejichž umístění je dáno výsledkem množiny požadavků, které mají plnit,
- vysílací a přijímací systémy založené na vysokofrekvenčním přenosu mezi vozidly MHD a řadiči SSZ,
- vysílací a přijímací systémy s infračervenými majáčky a s přenosem informací k řadiči SSZ pomocí kabelu nebo rádiového přenosu,
- informační radiotechnika,
- vysílací a přijímací systémy založené na systému autonomního zjišťování polohy vozidla MHD pomocí satelitů v kombinaci s rádiovou komunikací mezi řadiči SSZ a vozy MHD, a to buď přímou, nebo nepřímou (prostřednictvím centrály, s níž komunikují vozy MHD, s řadiči SSZ komunikuje pouze tato centrála).

Trolejové detektory se používají u tramvají nebo trolejbusů, avšak jejich vypovídací rozsah se pohybuje pouze v rámci jednobitové informace. Nejsou totiž k dispozici žádné další údaje, jako je například zpoždění vozů MHD, číslo linky apod.; navíc bez součinnosti s výhybkou nelze stanovit ani směr jízdy. Indukční smyčky nemusejí vždy podávat pravdivou informaci při počítání jednotlivých vozidel; umožňují falešné požadavky od vozidel IAD a poskytují pouze jednobitové informace.

Datové indukční smyčky jsou oproti tomu spolehlivé a dávají dostatečný rozsah informací.

Vysílací a přijímací systémy založené na principu vysokofrekvenčního přenosu údajů nebo na principu infračerveného záření zprostředkovávají výměnu informací mezi vozidly MHD a zařízeními na pozemní komunikaci (řadičem SSZ). Umožňují přenos většího množství informací (včetně údajů o přítomnosti a směru jízdy vozidel MHD, o identifikaci linky i o stupni jejich obsazenosti), avšak nevýhodou těchto systémů je zpravidla nezbytnost přímé viditelnosti mezi řadičem SSZ a vozidlem MHD.

U informační radiotechniky jsou údaje o poloze, případně o obsazení hlášeny z vozidla MHD.

Vysílací a přijímací systémy založené na systému autonomního zjišťování polohy vozidla MHD pomocí satelitů zprostředkovávají v kombinaci s rádiovým přenosem výměnu maximálního množství využitelných informací mezi vozidly MHD a zařízeními na pozemní komunikaci (řadičem SSZ) při dostatečně přesné lokalizaci vozidel MHD. Jsou nejméně náročné na rozsah dodatečných prací na křižovatce při jejich pozdějším nasazení.

Počty a poloha přihlašovacích bodů na komunikační síti závisejí na použitém řízení a platí pro ně následující pravidla:

- Vozidla MHD musejí být při přiblížení k světelnému signalizačnímu zařízení detekována tak, aby mohla být včas provedena všechna dopravně technická opatření.
- Je-li zastávka před světelným signalizačním zařízením vzdálena více než 150 m, předběžné přihlášení se může provádět ve vzdálenosti 150 až 350 m před zastávkou a slouží přípravě zařazení doby signálu volno do cyklu. Je však účelné evidovat vozidlo vícekrát.
- Pokud zastávka leží těsně před SSZ, pak se evidence provádí buď před příjezdem na zastávku, nebo během pobytu v zastávce (např. prostřednictvím detektoru snímajícího přítomnost vozidla nebo pomocí informace o uzavření dveří).
- Aktivním odhlášením vozidel MHD po průjezdu stopčárkou je zpřesňováno ovlivňování signálního plánu.
- Při malé vzdálenosti křižovatek může být odhlašovací bod pro dále umístěné světelné signalizační zařízení současně přihlašovacím bodem pro vpředu umístěné světelné signalizační zařízení.
- Lze evidovat nejen přítomnost vozidla, ale i druh (autobus, tramvaj) a z toho usuzovat, o jakou linku se jedná, ovšem není-li tato informace součástí informací přenášovaných z vozů MHD do zařízení na pozemní komunikaci.
- Sofistikované systémy umožňují předávání a evidenci všech potřebných údajů (např. polohy, směru jízdy, zpoždění, druhu vozidla, čísla linky, zavření dveří v zastávce, odjezdu ze zastávky).

7 ZOHLEDNĚNÍ CHODCŮ

7.1 Všeobecně

Zřizování světelné signalizace musí mimo jiné výrazně přispívat ke zvýšení bezpečnosti chodců. Zejména tam, kde je mezi chodci velký podíl dětí, starších lidí, případně invalidů, je nutné tuto skutečnost respektovat a zohledňovat zájmy chodců vůči motorové dopravě.

Vzájemné respektování zájmů chodců a zájmů motorové dopravy a následný návrh řízení závisí na:

- významu křižovatky,
- poloze křižovatky a prostorových možnostech,
- intenzitě provozu automobilové dopravy a chodců,
- skladbě provozu chodců.

Při návrhu SSZ je vždy zapotřebí hledat kompromis mezi zájmy chodců a zájmy ostatních uživatelů komunikací, samozřejmě při respektování bezpečnosti chodců.

7.2 Použití a navrhování přechodů a ostrůvků

Pro umísťování přechodů a ostrůvků platí ČSN 73 6110.

7.2.1 Přechody na křižovatkách

Situování přechodů pro chodce nebo opatření pro usnadnění přecházení v kompaktně urbanizovaném území musí respektovat existující pěší příčné vztahy. Je-li před přechody pro chodce přes ramena křižovatky potřebné vytvořit dostatečný prostor pro odbočující, připojující se nebo křižující vozidla, nemá odsun přechodu od přímého směru chůze činit více než 4 m. Poloměry zaoblení obrubníků mají být tak malé, aby nutily automobily při odbočování vpravo snížit rychlost, čímž se zvýší bezpečnost chodců.

Pokud je přechod odsazen od křižovatky, mají být řidiči odbočujících vozidel na odsazený přechod upozorněni signálem přerušovaného žlutého světla ve tvaru chodce.

Rozměry dělicích ostrůvků a jejich provedení musejí splňovat požadavky ČSN 73 6110, pro rozměry směrovacích trojúhelníkových ostrůvků v trase přechodu či chodníku platí tyto požadavky analogicky.

Šířka přechodů má být úměrná proudu přecházejících chodců a místním poměrům. Šířka se má pohybovat v rozmezí 3 až 12 m, nejlépe 4 až 6 m.

V oblasti přechodů je nutné uvažovat s dostatečnými prostorami pro čekání chodců na chodnících a ostrůvcích. Hustotu čekajících chodců lze stanovit na 2 osoby na 1 m².

7.2.2 Střední dělicí ostrůvky

Dělicí ostrůvky jsou na křižovatkách zřizovány za účelem usměrnění automobilového provozu, osazení návěstidel a dopravních značek a poskytnutí ochrany chodcům při přechodu komunikace (viz 2.4).

Střední dělicí ostrůvek je pro chodce potřebný, jestliže:

- délka přechodu přesahuje povolené maximum podle ČSN 73 6110,
- doba signálu volno a vyklizovací doba pro chodce nemohou být tak dlouhé, aby chodci přes komunikaci mohli přejít během jedné fáze,
- z důvodu koordinace křižovatek do zelené vlny je přesazení zelených svazků pro protisměry takové, že je nutné rozdělit zelenou pro chodce do dvou částí,
- při vypnutém SSZ to vyžaduje bezpečnost chodců.

V případě, že je střední dělicí ostrůvek na přechodu širší než 4 m, je chodci situace chápána jako dva samostatné za sebou následující přechody. Tento dojem se může navíc zdůraznit osazením dělicího pásu zelení. Specifickou situací je dělicí ostrůvek s provozem MHD.

Pokud je však střední dělicí ostrůvek na přechodu užší než 4 m, chodci přechod chápou jako jeden a chtějí ho přejít najednou, tj. bez zastavení na dělicím ostrůvku. Zvláště když jsou části přechodu krátké a přehledné a chodci sledují pouze jednosměrný provoz, mají sklon přecházet vozovku (vstupovat do vozovky) na signál stůj. Na takovýchto přechodech je žádoucí umožnit chodcům přechod celé vozovky najednou a koordinovat signály na obou částech přechodu tak, aby nenastala situace nejistoty, a tím i nebezpečí zejména pro starší a pomalejší občany. Při signálu stůj ve druhé části přechodu ho mají chodci buď vyklidit, nebo mají čekat na další zelenou na dělicím ostrůvku. Signál stůj pro vyklizení se má rozsvítit až po přejití alespoň poloviny druhé části přechodu.

Možným řešením je (symetrické) spřažení dělených přechodů signalizací tak, že na středním ostrůvku jsou signály volno kratší o dobu chůze z okraje vozovky za ostrůvek, než je signál volno na okrajích vozovky.

Jednorázové delší čekání na chodníku je pro chodce přijatelnější než dvojí, kratší čekání na chodníku a na středním dělicím ostrůvku.

Návěstidla na přechodu rozděleném středním dělicím ostrůvkem mají být osazena v jedné přímce tak, aby si chodci nezaměňovali pro ně platné signály. Šířka ostrůvku umožňuje ochranu chodce s dětským kočárkem, chodce vedoucího kolo, osoby na vozíku pro invalidy a osoby nevidomé či slabozraké a má činit 2,5 až 3,0 m, blíže viz ČSN 73 6110.

7.2.3 Směrovací trojúhelníkové ostrůvky

Směrovací trojúhelníkové ostrůvky se zřizují z důvodu usměrňování automobilové dopravy. Pro chodce mohou být prospěšné v tom, že zkracují délku neodsazeného přechodu a rozdělují přechod na několik částí. Směrovací ostrůvek může být nezbytný, pokud délka přechodu přesahuje povolené maximum podle ČSN 73 6110 a situace není řešitelná dělicím ostrůvkem nebo jiným způsobem.

Jejich nevýhodou však je, že přechod pro chodce z chodníku na trojúhelníkový ostrůvek není v některých případech vůči odbočujícím vozidlům dostatečně bezpečný:

- v případě, že tento přechod není řízen světelnými signály, může docházet k nedorozuměním ve vztahu chodců a vpravo odbočujících vozidel;
- v případě, že tento přechod je řízen světelnými signály, se doporučuje co nejdelší signál volno pro chodce a co nejkratší (nutný) signál volno pro vpravo odbočující vozidla tak, aby chodci nevstupovali na přechod na signál stůj.

7.3 Signalizace pro chodce

Jestliže je doba signálu volno pro chodce příliš krátká a doba čekání na přechodu dlouhá, dochází k přecházení chodců na signál stůj. Doba čekání na přechodu proto nemá být delší než 60 s a doba signálu volno nemá být kratší, než je nutné, aby chodec, který vkročil na začátku signálu volno na přechod, pohodlně přešel alespoň 2/3, nejméně však 1/2 šířky vozovky.

7.3.1 Výzvy chodců

Jestliže chodci na křižovatkách řízených SSZ mají možnost si vyžádat signál volno tlačítkem pro chodce, mohou nastat dvě varianty:

- souběžně vedené proudy chodců a vozidel jsou uvolňovány současně, a to ať byl uskutečněn požadavek výzvy ze strany chodců nebo vozidel,
- signál volno pro chodce je zařazen pouze tehdy, když je zaznamenán požadavek ze strany chodců. Tento signál volno pro chodce se může realizovat samostatně pouze pro chodce, nebo současně se signálem volno pro souběžně projíždějící vozidla. Při současném signálu volno pro chodce i pro vozidla mohou být vpravo odbočující vozidla výjimečně varována žlutým přerušovaným signálem. Byla-li uplatněna výzva od chodce v době signálu volno pro vozidla, ale bez současně svítícího signálu volno pro chodce, musí být tento požadavek na signál volno zapamatován až do vhodné polohy signálního plánu, dochází však přitom k dlouhým čekacím dobám chodců.

Zpravidla je lepší volit první možnost; druhá je vhodná pouze při nepatrné intenzitě chodců nebo při silném odbočení vozidel vpravo.

7.3.2 Chodci a odbočující vozidla

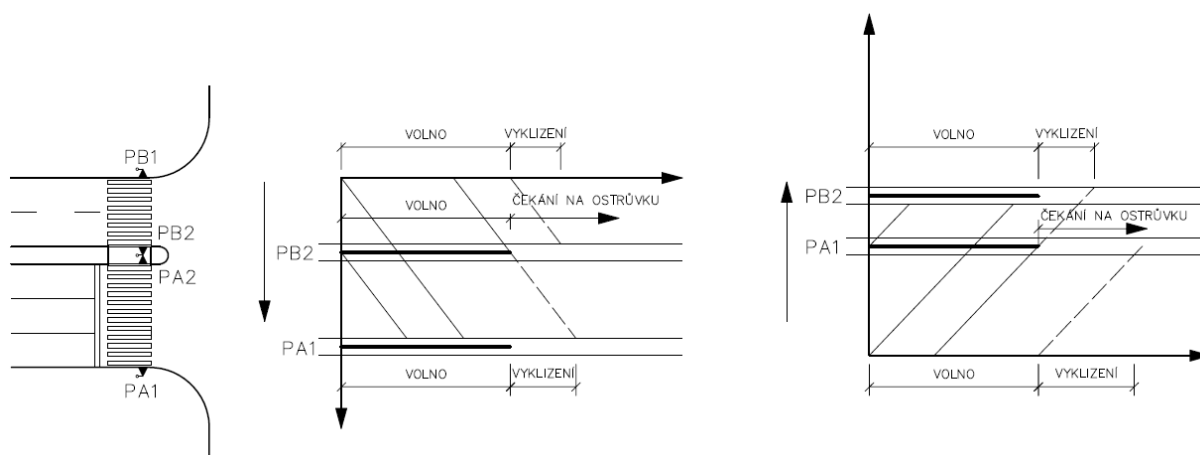
Provoz odbočujících vozidel a chodců lze řídit nebo neřídit světelným signalizačním zařízením (viz 7.2.3). V případě, že vozidla odbočují ve více pruzích, je řízení nutné. Řízení se rovněž doporučuje, je-li intenzita provozu vozidel či chodců vysoká nebo jsou-li rozhledové poměry mezi řidiči a chodci špatné.

Pokud chodci jdou ve stejné fázi jako odbočující vozidla (vlevo i vpravo), je vhodné, aby doby signálů volno pro chodce a odbočující vozidla byly sladěny tak, aby chodec na přechod vstoupil dříve, než do tohoto místa přijede vozidlo. Na chodce přecházející po přechodu mohou být odbočující vozidla upozorněna signálem žlutého světla ve tvaru chodce. Je zcela nevhodné, aby signál volno pro chodce nastal až během průjezdu vozidel přechodem, neboť toto je příčinou nebezpečné situace, kdy se chodci, ačkoliv mají přednost, nemohou prosadit vůči odbočujícím vozidlům a řidiči odbočujících vozidel jsou překvapeni neočekávaným vstupem chodců do vozovky. Dodržení tohoto požadavku nesmí být opomenuto ani při dynamickém řízení; zvláštní pozornost je zapotřebí věnovat jeho dodržování v pružných fázových přechodech.

7.3.3 Přechody rozdělené středním dělicím ostrůvkem

7.3.3.1 Simultánní signalizace

Návěstidla umístěná na středním dělicím ostrůvku i na chodníku zobrazují ve stejnou dobu stejný signál (viz obr. 18).



Obr. 18 Simultánní signalizace přechodu se středním dělicím ostrůvkem

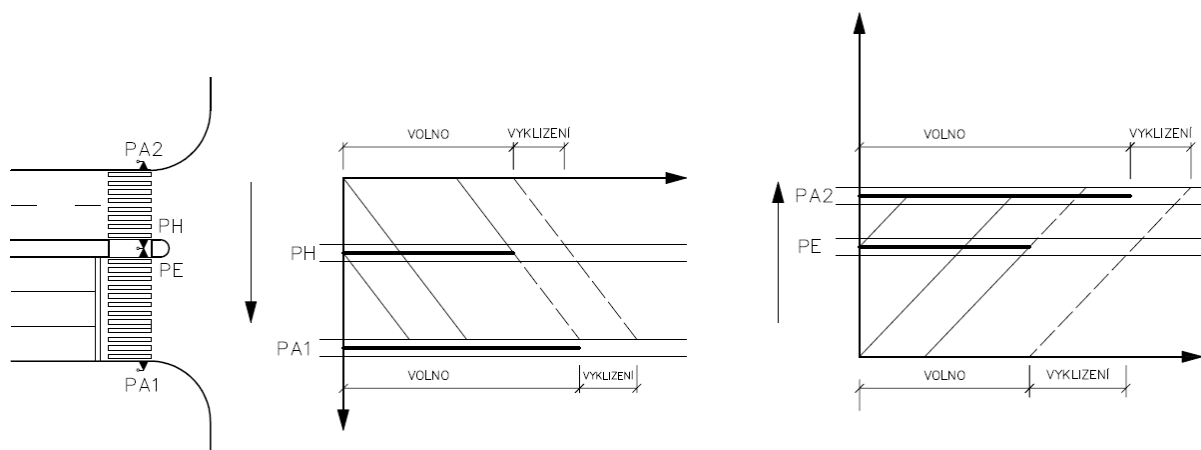
7.3.3.2 Postupná signalizace

Z toho důvodu, aby chodci nezůstávali stát na středním dělicím ostrůvku, je zapotřebí konec signálu volno na návěstidlech umístěných na ostrůvku ukončit dříve než konec signálu volno na návěstidlech na chodnících na koncích přechodu.

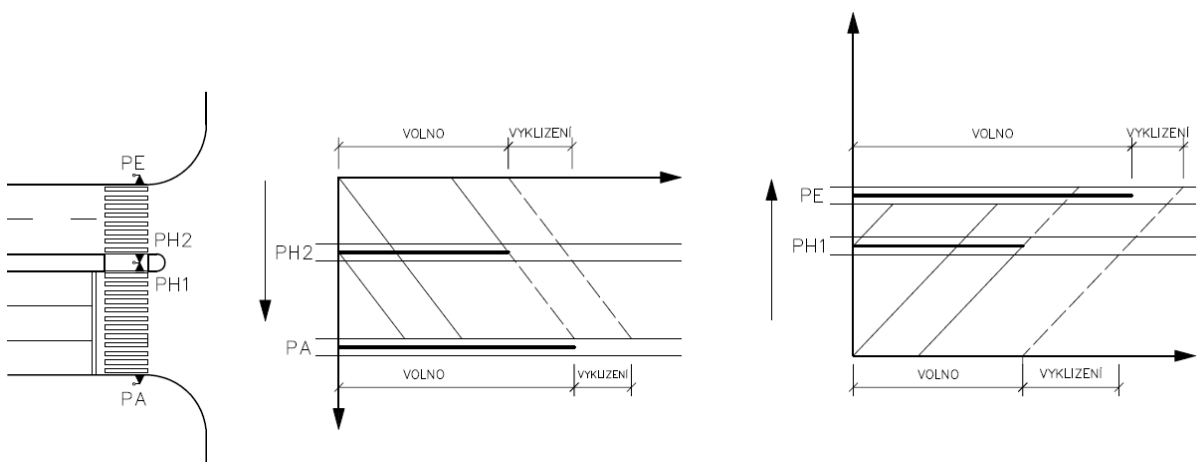
Nevýhoda tohoto způsobu spočívá v tom, že chodci, i když mají signál stůj na návěstidle na ostrůvku, někdy nesprávně vstupují na přechod, neboť na návěstidle na protější straně vozovky svítí chodcům signál volno déle. Kromě toho si řidiči vozidel mohou nesprávně vyložit červený signál pro chodce na středním ostrůvku tak, že chodci již nemají přecházet, a vynucují si tedy přednost. O postupné signalizaci je nutné uvažovat, jestliže je ostrůvek příliš úzký pro bezpečné čekání chodců na signál volno (viz obr. 19). Časový rozdíl mezi koncem signálu volno na ostrůvku a na konci přechodu se přibližně rovná době chůze z okraje vozovky za ostrůvek.

Pokud se délka úseků přechodu liší o více než 3 m, je vhodné použít rozdílné délky signálů volno (tj. jiné okamžiky ukončení signálů volno) pro různé směry chůze. Všechny signály volno začínají zpravidla současně. Končit mohou signály volno:

- současně na koncích přechodů s rozdílným ukončením signálů volno na ostrůvku, což je obvyklejší řešení (viz obr. 19), nebo
- současně na středním ostrůvku s rozdílným ukončením signálů volno na koncích přechodu (viz obr. 20). Tento způsob umožňuje optimalizovat fázový přechod do následující fáze s výhodným využitím rozdílných mezer jednotlivých úseků přechodu.



Obr. 19 Postupná signalizace přechodu se středním dělicím ostrůvkem



Obr. 20 Postupná signalizace přechodu se středním dělicím ostrůvkem – varianta

7.3.3.3 Oddělená signalizace

Signály volno na obou částech přechodu lze stanovit s časovým posunem. Pro jednoznačnost je však vhodnější použít alespoň krátký signál volno současně (viz 7.3.3.1).

Jestliže dochází k čekání chodců na středním ostrůvku, je zapotřebí:

- navrhnout dostatečně velkou shromažďovací plochu pro chodce i na úkor šířky jízdních pruhů,
- provést uspořádání přesazeného „Z“ přechodu s eventuálním zábradlím na středním ostrůvku,
- zajistit maximální zkrácení čekacích dob při dynamickém řízení provozu.

Pokud je na děleném přechodu použita postupná nebo oddělená signalizace, musejí se červené signály návěstidel na ostrůvku jistit samostatně, neboť při výpadku tohoto červeného signálu existuje reálné nebezpečí, že chodec mylně vstoupí na přechod řídě se návěstidlem ve druhé části přechodu. V situaci podle obrázku 20 je nutné jistit všechny červené signály samostatně.

7.3.4 Přechody přes tramvajové tratě a tramvajové pásy

Řízení přecházení chodců přes tramvajovou trať se provádí zpravidla tak, že chodci mají trvale signál volno a tramvaj si volí signál pro příslušný směr jízdy požadavkem. Výzvou tramvaje je na přechodu zařazen signál stůj.

Je-li tramvajový pás umístěn uprostřed směrově rozdělené komunikace, musí být na přechodu přes takovouto komunikaci dostatek místa pro čekání chodců alespoň na jedné straně kolejového pásu. Nejmenší šířka plochy pro čekání (ostrůvku) je 2,5 m, ve stísněných podmínkách je možné její šířku snížit na 2,0 m.

Jestliže přechody pro chodce slouží současně jako přechody k zastávce, mají být doby jejich signálů volno voleny tak, aby tramvaj vjíždějící do zastávky byla dosažitelná i pro cestující čekající na okraji vozovky.

7.4 Samostatné přechody pro chodce

7.4.1 Všeobecně

Přechody pro chodce se nemají umísťovat v krátkých odstupech od sebe. Rovněž je nevhodné situovat samostatný přechod do blízkosti křižovatky. Pokud je přechod vzdálen od řízené křižovatky méně než 110 m, je účelné, aby byl též řízen světelným signalizačním zařízením. Nutnost řízení je zapotřebí vždy individuálně posoudit. Na úsecích s vysokou rychlostí jízdy vozidel může být mezní vzdálenost až 200 m, naopak na výjezdech z parkoviště je mez 110 m zbytečně velká. Toto SSZ musí pracovat v koordinaci s křižovatkou nebo být součástí SSZ křižovatky.

SSZ na přechodech pro chodce jsou zpravidla provozována jako zařízení ovládaná výzvou chodců, přičemž čekací doba od výzvy do signálu volno pro chodce má být co nejkratší. Oba proudy vozidel křižující přechod musejí dostat signál stůj současně (nejvýše s rozdílem 2 s), aby bylo chodcům, kteří se orientují podle zastavení provozu v jednom směru a nečekají na signál volno určený pro ně, zabráněno ve vstupu na přechod v době, během níž má opačný směr ještě signál volno. Poptávkové řízení lze užít i v kombinaci s koordinací přechodu (viz přílohu D.2.6).

Na silně zatížených komunikacích s vyšší jízdní rychlostí je účelné i při výzvě chodců prodlužovat signál volno pro vozidla. Musí však být stanovena maximální hranice, aby se čekací doba chodců příliš neprodlužovala.

V koordinované skupině SSZ je zcela nevhodné střídání signalizovaných a nesignalizovaných přechodů v linii zelené vlny. Řidiči vnímají SSZ a přehlíží nesignalizované značené přechody; situace je obzvláště nebezpečná, pokud je v jednom směru vyznačen více než jeden jízdní pruh. V linii koordinace se používání neřízených přechodů nedoporučuje vůbec.

Nápadnosti a srozumitelnosti signálů pro chodce je nutné věnovat pozornost tak, aby nedošlo k jejich přehlédnutí.

7.5 Signalizace pro nevidomé

7.5.1 Použití

Zařízení pro nevidomé musejí být instalována ve shodě s místními organizacemi pro nevidomé a slabozraké. Akustická signalizace musí být v souladu vyhláškou č. 369/2001 Sb. a při jejím uvádění do provozu musejí být souběžně na chodníku i na dělicích a směrových ostrůvcích provedeny stavební úpravy požadované touto vyhláškou.

7.5.2 Technické provedení

Akustické signály slouží k bezpečnému pohybu a k orientaci nevidomých osob na světelně signalizovaných přechodech. Akustický signál generuje elektromechanické nebo elektronicko-akustické zařízení umístěné v návěstidle nebo v chodeckém tlačítku. Charakter akustických signálů volno a stůj pro chodce určuje vyhláška č. 30/2001 Sb.

Pro lepší slyšitelnost se doporučuje použít takové zařízení, které umožňuje nastavení hlasitosti signálu či naprogramování nastavení hlasitosti podle předpokládané hladiny okolního hluku v různé denní době nebo je vybaveno automatickou regulací hlasitosti signálu v závislosti na okolním hluku.

Tlačítko pro výzvu musí být hmatem dobře identifikovatelné.

V případě, že je vzdálenost dvou nebo více stožárů SSZ pro jednotlivé části přechodu či pro různé přechody příliš malá (menší než 4 m), nebo jestliže jsou na jednom stožáru umístěna dvě akustická zařízení (dělený přechod), musí elektrické zapojení nevidomému chodci umožňovat vyřazení nepříslušných akustických signálů z činnosti chodeckým tlačítkem. Skříňka takového tlačítka je opatřena hmatovou značkou, přičemž toto tlačítko může být společné s tlačítkem pro výzvu.

Doporučuje se používat zařízení s možností dálkové aktivace pouze na nastavenou dobu tak, aby akustická signalizace pro nevidomé nerušila v blízkém okolí bydlící občany; musí být též zaručeno, aby nevidomý chodec mohl na kterémkoliv místě státu aktivovat akustickou signalizaci svým standardním ovladačem.

Pro větší přesnost informace nevidomému chodci lze znázornit charakter a tvar složitých přechodů pomocí reliéfního plánu na destičce upevněné na stožáru ve výšce přibližně 1,5 m nad pochozí plochou, respektive nad skříňkou chodeckého tlačítka.

Při navrhování akustické signalizace je nutné dodržet zásadu, že informace získaná sluchem na místě, kde stojí nevidomý chodec před vstupem na přechod, musí být shodná s informací získanou zrakem z téhož místa; výjimku může tvořit přechod s postupnou signalizací, kde je přípustné akusticky signalizovat nejkratší dobu ze všech světelných signálů volno na tomto přechodu.

Při umísťování sloupků SSZ je nutné s ohledem na potřeby zrakově postižených dodržet požadavky a podmínky vyhlášky č. 369/2001 Sb. a ČSN 73 6110.

8 ZOHLEDNĚNÍ CYKLISTŮ

8.1 Všeobecně

Světelná signalizace je podobně jako pro chodce i pro cyklisty zřizována z důvodu zvýšení bezpečnosti. Je zapotřebí dbát na to, aby byl způsob signalizace pro cyklisty ve městě jednotný a tím se zlepšila i srozumitelnost řízení. Cyklistickými komunikacemi se zabývají TP 179 Navrhování komunikací pro cyklisty.

8.2 Signalizace pro cyklisty

V místech, kde vozidla odbočují na signál volno vpravo nebo vlevo a křižují směr jízdy cyklistů, dle současné právní úpravy (zákon o provozu na pozemních komunikacích č. 361/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů, stav platný od 1. 7. 2006), signál volno pro cyklisty č. S 10c a S 11c nesmí svítit současně se signálem volno pro vozidla S 2c a S 3c (je s nimi kolizní). S ostatními signály volno pro vozidla č. S 1c a S 5 signál volno pro cyklisty č. S 10c a S 11c svítit může (není s nimi kolizní).

Většina doporučení této kapitoly bude aplikovatelná teprve po přesnější úpravě vztahů jak mezi cyklisty navzájem, tak mezi cyklisty a ostatními účastníky provozu na pozemních komunikacích na řízených křižovatkách. Podmínky a doporučení pro řízení a zohlednění cyklistického provozu je tedy nutné brát jako vklad do budoucna.

8.2.1 Signalizace společná s automobilovým provozem

Při tomto způsobu signalizace cyklisté užívají vozovku společně s vozidly.

Cyklistické pásy i přejezdy se nacházejí v úrovni vozovky a jsou vyznačeny vodorovnou značkou, přejezdy cyklistů na křižovatce nejsou odsazeny (jako přechody pro chodce). Stopčára pro cyklisty, která je vyznačena vodorovnou značkou, má být předsunuta před stopčáru motorových vozidel (viz obr. 3). Při výpočtu mezičasů je možné případně brát v úvahu delší vyklizovací mezičasy pro cyklisty (viz kapitolu 8.2.3).

8.2.2 Signalizace společná s chodci

Při tomto způsobu signalizace jsou přejezd pro cyklisty a přechod pro chodce umístěny vedle sebe. Cyklisté a chodci se řídí společnými světelnými signály (sdružené signály pro chodce a cyklisty). Obvykle je přechod pro chodce odsazen. Tento způsob signalizace se používá i u neodsazených přechodů, jestliže krajnice, po níž se pohybují cyklisté, probíhá až k okraji přecházené vozovky v úrovni chodníku a je již před přejížděným přechodem pro chodce snížena na úroveň vozovky.

Při odděleném signalizování cyklistů a chodců ve společném prostoru je účelné zohlednit rozdílné vyklizovací mezičasy cyklistů a chodců. Pokud je přechod pro chodce rozdělen středním ostrůvkem s postupnou signalizací, přejezd pro cyklisty se signalizuje vcelku pouze na obou jeho koncích.

S ohledem na snížení počtu překážek (sloupů SSZ) v průchozích a průjezdných prostorech by měla být vždy posouzena nezbytnost oddělené signalizace pro chodce a souběžné cyklisty.

8.2.3 Signalizace pouze pro cyklisty

Tento způsob signalizace se používá na cyklistických stezkách a na rozlehlých křižovatkách, kde je nutné z důvodu bezpečnosti a výkonnosti, a tedy i rozdílné vyklizovací rychlosti, ukončit signál volno pro cyklisty dříve než pro vozidla. Z důvodu bezpečnosti cyklistů i ostatních účastníků provozu na SSZ není přípustné zřizování mezilehlých stopčar a návěstidel SSZ pro cyklisty v hlavním dopravním prostoru v křižovatce (kde by cyklisté zastavovali v křižovatce). Pro cyklisty platí při křížení odbočujících vozidel stejná zásada jako pro chodce – musejí dosáhnout kolizního bodu vždy dříve než vozidla (viz 3.3.5, 7.3.2).

8.3 Zásady pro navrhování přejezdů a ostrůvků

Zřizování přejezdů pro cyklisty na SSZ je možné pouze v případech, kdy na obou koncích přejezdu navazuje v přidruženém prostoru stezka pro cyklisty nebo stezka pro pěší a cyklisty.

V případech, kdy nebude v době výstavby SSZ tato návaznost zajištěna, ale v budoucnu se návaznost předpokládá, se doporučuje ponechat kabelovou (a případně prostorovou) rezervu pro možnost budoucího zřízení přejezdu.

Cyklisté mají mít možnost přejet křižovatku s ostrůvkem bez zastavení, pouze výjimečně lze připustit zastavení na ostrůvku; ovšem pak je zapotřebí, aby plocha na čekání (sesednutí) byla dostatečně velká.

Druhá část přejezdu nesmí dostat signál volno dříve než první tak, aby cyklisté nepřejížděli první část přejezdu na signál stůj.

Koordinace za sebou následujících částí přejezdu přes křižovatku se provádí obtížně, pouze na úkor provozu motorových vozidel. Je možné využít dobu signálu volno pro proud vozidel odbočujících vpravo, kdy je směr vpravo uvolněn později než směr přímo, a tím koordinovat alespoň hlavní směr, takže cyklisté mohou přejet v rámci jednoho cyklu.

8.4 Obousměrné přejezdy pro cyklisty

Jestliže na křižovatce smí být používán přejezd pro cyklisty obousměrně, je zapotřebí dát tuto skutečnost důrazně na vědomí jak chodcům, tak řidičům vozidel, že mohou očekávat cyklisty v protisměru. Pro cyklisty je pak nezbytné použít samostatné signály a vyznačit stopčáry. Upozornění řidičům se provádí signálem přerušovaného žlutého světla ve tvaru cyklisty.

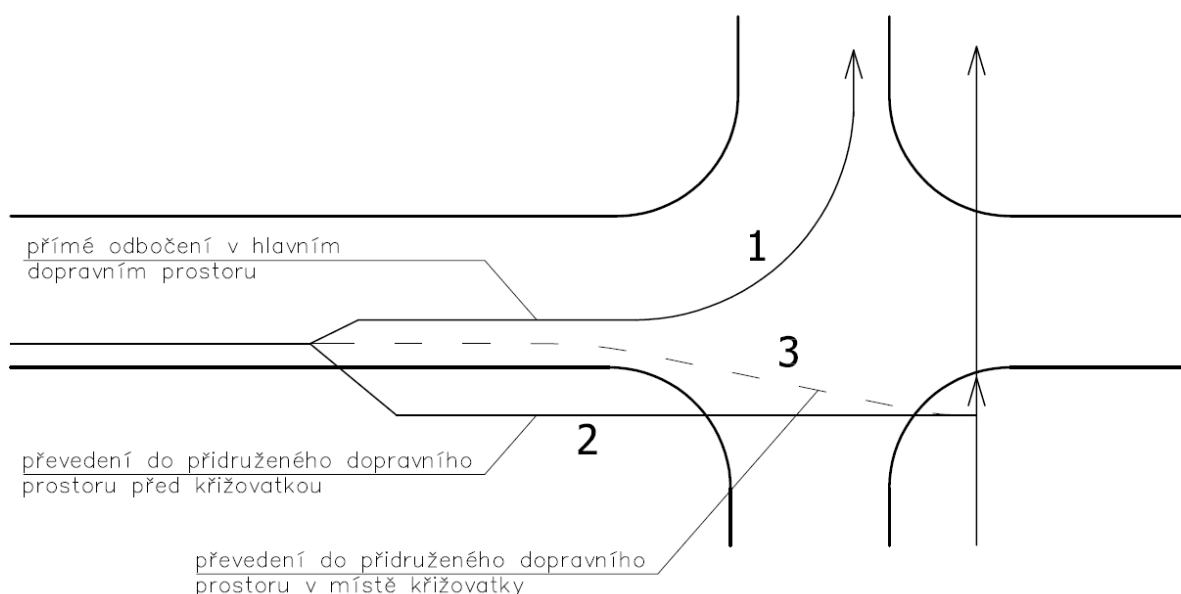
8.5 Vlevo odbočující cyklisté

Při návrhu vedení komunikace pro cyklisty křižovatkou, zejména při vysokém podílu cyklistů odbočujících vlevo, silném provozu motorových vozidel a na velkých křižovatkách, je třeba klást důraz na řešení levého odbočení cyklistů. To se dle TP 179 – Navrhování komunikací pro cyklisty navrhuje podle obr. 21 jako:

1. přímé – cyklisté odbočují společně s automobily v jízdním pruhu pro cyklisty nebo v jízdním pruhu komunikace, případně s využitím vymezeného prostoru pro cyklisty;
2. převedení do přidruženého prostoru před křižovatkou – přejezd do přidruženého prostoru se musí odehrát v dostatečné vzdálenosti před křižovatkou;

3. převedení do přidruženého prostoru v místě křižovatky.

Na světelně řízené křižovatce je dle zákona č. 361/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů jiné vedení cyklistické dopravy, než je uvedeno v bodech 1 až 3, s ohledem na bezpečnost cyklistů i ostatních účastníků provozu nepřípustné.



Obr. 21 Možnosti vedení provozu cyklistů v hlavním dopravním prostoru odbočujících v křižovatce vlevo (TP 179)

9 POUŽITÍ A PROVEDENÍ SSZ

Světelné signalizační zařízení je soustava vzájemně závislých návěstidel s řídicí nebo ovládací jednotkou, používaná k řízení provozu na pozemních komunikacích světelnými signály.

Skládá se zejména:

- z řadiče,
- z návěstidel s nosnými konstrukcemi,
- z kabelového rozvodu,
- z příslušenství (detektory, ruční řízení, tlačítka pro chodce, signalizace pro nevidomé, systémy pro identifikaci vozidel MHD a IZS sloužící k zajišťování jejich preference při průjezdu světelně řízenými křižovatkami).

Technickým prvkem SSZ, který zobrazuje světelné signály, je návěstidlo. Návěstidla se rozlišují podle účastníků, jimž jsou určena (viz 1.5).

Umístění a použití návěstidel stanovuje ČSN 73 6021.

Signál č. S 13 se umísťuje podle všeobecných zásad pro umístění a použití návěstidel. Na výložníku se doporučuje použít návěstidel o průměru 300 mm s kontrastním rámem. Pokud výjezd vozidel s právem

přednostní jízdy na pozemní komunikaci kříží pěší trasu, je účelné chodce informovat vhodným způsobem (např. signálem stůj č. S 9a, případně doplněným o akustickou signalizaci pro nevidomé).

SSZ se používá i u signalizační protinárazové zábrany mostů, což je ochranné zařízení sloužící k zabránění nárazu vozidla nebo jeho nákladu do nosné konstrukce mostu.

Signalizační protinárazová zábrana mostů se skládá z detekčního zařízení připevněného na nosné konstrukci nad komunikací, z řadiče a návěstidla. Detekční zařízení je umístěno před mostem ve vzdálenosti na délku rozhledu pro zastavení, zvětšenou nejméně o 25 m; návěstidlo je pak umístěno těsně před portálem mostu. Jedná se o návěstidlo se signálem přerušovaného žlutého světla, nebo o návěstidlo účelové signalizace se dvěma světelnými poli, červeným a žlutým. Blíže viz ČSN 73 6266:1996 Protinárazové zábrany mostů přes pozemní komunikace.

Obdobná zařízení se používají k zabránění vjezdu nadměrných vozidel do tunelu. Blíže viz ČSN 73 7507:2006 Projektování tunelů pozemních komunikací a TP 98 Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací.

10 OBSAH DOKUMENTACE PRO SVĚTELNĚ ŘÍZENÉ KŘÍŽOVATKY

Dokumentace pro SSZ se skládá z několika stupňů dokumentace, které vycházejí ze zákona č. 350/2012 Sb., kterým se měnil zákon č. 183/2006 Sb., dále jen „stavební zákon“, dále pak vyhlášky č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb v platném znění a vyhlášky č. 146/2008 o rozsahu a obsahu projektové dokumentace dopravních staveb, které popisují minimální nutný rozsah dokumentace. Při tvorbě dokumentace SSZ se musí vycházet z příslušných zákonů, norem a technických předpisů.

10.1 Základní požadavky na dokumentaci SSZ

Dokumentací pro SSZ se myslí technická dokumentace řešící dopravní, stavební a technologickou část SSZ. Úvodní dokumentací pro následné zpracování dokumentace pro územní řízení nebo stavební povolení a pro zpracování kompletního dopravního řešení je dopravní studie (DS), kterou se doporučuje zejména u složitých, případně variantních řešení vydat jako samostatnou dokumentaci. Pokud nebude dokumentace dopravní studie samostatně vydávána, musejí být dopravně inženýrské podklady v rozsahu dopravní studie obsaženy v dokumentaci pro územní řízení (DÚR) a dokumentace pro stavební povolení (DSP) jako součást dokumentace technologie SSZ nebo jako samostatný provozní soubor. Dopravně inženýrské podklady z dopravní studie jsou také součástí dokumentace pro provedení stavby (DPS) a dokumentace pro zadání stavby (DZS). Pro územní řízení nebo stavební povolení bude předložena příslušná technická část dokumentace SSZ bez nutnosti předložení kompletního dopravního řešení, jehož zpracování je součástí realizační dokumentace stavby (RDS) vlastní křižovatky SSZ. Pro stanovení užití SSZ příslušným silničním správním úřadem bude předloženo kompletní dopravní řešení (DŘ). Po ukončení zkušební provozu SSZ bude předána dokumentace vyhodnocení zkušební provozu, včetně čístopisu dopravního řešení, a dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS). Pokud není zkušební provoz SSZ požadován, jsou dokumentace čístopisu DŘ a DSPS předány po ukončení stavby. Doporučující postup a požadavky na dokumentaci nově stavěných křižovatek SSZ je možné upřesnit na základě písemného a řádně odůvodněného vyjádření dotčených orgánů státní správy.

10.2 Rozsah dokumentace DS (dopravní studie)

Dokumentace dopravní studie musí obsahovat průvodní zprávu, situační plán SSZ a dopravně inženýrské podklady.

V průvodní zprávě se doporučuje zahrnout následující kapitoly:

- současný stav,
- výchozí podklady,
- širší dopravní vztahy,
- návrh organizace dopravy,
- situační řešení (vnější výstroj a řazení v pruzích), dopravní značení, stavební úpravy,
- tabulka mezičasů,
- základní popis způsobu řízení,
- kapacitní posouzení.

Situační plán (doporučené měřítko 1:200/1:250) zobrazující celkové dopravní řešení se sloupy a výstrojí SSZ, navrhované stavební úpravy, rozhodující kóty, související dopravní značení a podobně.

Dopravně inženýrské podklady musejí obsahovat:

- schematickou situaci,
- schéma fází a sled fází,
- orientační tabulku mezičasů,
- orientační signální plán – příklad průběhu řízení,
- kapacitní posouzení dle TP 235,
- vlečné křivky vozidel (doporučené měřítko 1:250/1:500) ověřující možnosti jejich průjezdu,
- rozhledové trojúhelníky vozidel či na přechody pro chodce apod.

Rozsah dopravní studie pro SSZ odpovídá svým rozsahem dokumentaci pro územní řízení. Dokumentace pro územní řízení SSZ by měla být rozšířena o kabelový plán, majetkoprávní elaborát a vyznačení dotčených pozemků.

10.3 Rozsah dokumentace pro územní řízení a stavební povolení (DUR a DSP)

Dokumentace je svým rozsahem stanovena stavebním zákonem a vyhláškou MMR. Dokumentace musí obsahovat zejména dokumentaci DS pro SSZ, kompletní projektovou dokumentaci SSZ obsahující průvodní zprávu popisující stavební a technologické části SSZ a dále situace v měřítku obsahující stavební část, kabelové plány, koordinační situace, situaci vlastní technologie SSZ, situaci pro inženýrské sítě, situaci vodorovného a svislého značení, stavební části týkající se povrchů, včetně základních řezů vedení kabelů apod.

Pro objekty SSZ může být zpracována samostatná dokumentace, nebo může být součástí kompletní projektové dokumentace větší koordinované stavby (jako samostatné stavební objekty nebo provozní soubory). Kompletní projektová dokumentace by měla ale vždy obsahovat výše uvedené části.

10.4 Rozsah dokumentace dopravního řešení (DŘ)

Dokumentace spadá do části realizační dokumentace, podle které se nastavuje SW a HW vybavení řadiče SSZ. Dokumentace musí jednoznačně popisovat stav řízení na SSZ, aby bylo zřejmé nastavení SW v řadiči a v případě nehod či incidentů bylo možné určit obraz signálního plánu, fáze, popř. signální skupiny. Dokumentace DŘ musí obsahovat průvodní zprávu, situační plán SSZ a dopravně inženýrské podklady.

V průvodní zprávě se doporučuje zahrnout následující kapitoly:

- současný stav,
- širší dopravní vztahy,
- návrh organizace dopravy,
- situační řešení,
- dopravní značení,
- stavební úpravy,
- tabulka mezičasů,
- způsob řízení,
- kapacitní posouzení.

Kapitola „způsob řízení“ by měla obsahovat tyto části: základní funkce řízení, charakteristika jednotlivých programů, popis fází, minimální a maximální délky cyklů, preference MHD (pokud je relevantní), detektory, detekce vozidel MHD (pokud je relevantní), minimální délky signálů, informace o dopravně závislé volbě řízení (pokud je relevantní), náběh a vypínání automatického řízení, zpětná hlášení do ústředny apod.

Dopravně inženýrské podklady musejí obsahovat:

- schéma fází a sled fází,
- tabulku mezičasů,
- zapínací a vypínací program,
- fázové přechody,
- data, parametry, použité čítače,
- logické podmínky, reakce na poruchy detektorů,
- vlastní algoritmus řízení,
- algoritmus detekce MHD (pokud bude křižovatka vybavena detekcí pro MHD),
- záložní pevný program,
- kapacitní posouzení dle TP 235,
- grafy dráha/čas vozidel IAD i MHD (pokud je relevantní),
- ruční řízení,
- informace o ústředně,
- provozní dobu SSZ a časové nastavení jednotlivých programů,
- kalendář výjimečných dnů,
- priority řízení,
- zelené vlny,
- registr sčítání na detektorech,
- návrh pro ústřednu (tabulka mezičasů, signální plány pro ústřednu, zelené vlny, situační schéma apod. – pokud bude křižovatka připojena na ústřednu),
- ruční řízení (pokud je relevantní),

- provozní dobu SSZ a časové nastavení jednotlivých programů,
- případné další DI podklady usnadňující realizaci a jednoznačnost popisu dopravního řešení.

10.5 Závěrečné doporučení k dokumentaci SSZ

Do dokumentace dopravního řešení se doporučuje vložit požadavky objednatele, stanoviska dotčených orgánů státní správy a další požadavky na dokumentaci pro případné další modifikace reagující na změny v dopravě apod.

Výše uvedené požadavky jsou na dokumentace zpracovávány pro výstavbu nových SSZ. V případě, že se jedná pouze o rekonstrukci technologie stávajících SSZ bez stavebních úprav, lze příslušné části dokumentace (DS i DŘ) vypustit nebo zjednodušit (např. situační plán SSZ lze nahradit schematickou situací bez měřítko). Veškeré části dokumentace nutné pro dopravní funkci SSZ však musejí být doloženy (tabulka mezičasu, fázové přechody, algoritmus řízení apod.).

Dokumentace změn DŘ může obsahovat pouze příslušné měněné kapitoly (části), ovšem s výčtem výchozích verzí dokumentace.

PŘÍLOHA A OZNAČOVÁNÍ NÁVĚSTIDEL

Pro označování návěstidel signálních skupin a dopravních detektorů se doporučují dále uvedené zásady.

A.1 Označování signálních skupin

Signální skupiny se označují vždy základním označením (typem signálu a jeho pořadím) a v některých případech i doplňujícím označením (např. směr pohybu). Související signály mají stejné označení pořadí vjezdu jako hlavní signál. Je vhodné, aby stejné zásady platily v celém městě.

A.1.1 Základní označení

Základní označení každého signálu je tvořeno dvěma symboly, a to typem signálu a jeho pořadím (pořadí vjezdu). Pro označení typu signálu se používají velká písmena abecedy.

Typ signálu	Písmeno
signál pro V ozidla	V
signál pro T ramvaje	T
signál pro C yklisty	C
signál pro chodce – P ěší	P
signál dvoubarevné soustavy pro řízení provozu v Jízdních pruzích	J
signál doplňkové zelené Š ípky	S
signál pro opuštění K řižovatky (vyklizovací šipka)	K
přerušované Ž luté světlo	Z
přerušované Ž luté světlo ve tvaru chodce	
Ž luté světlo ve tvaru chodce	
vý Z vový signál pro tramvaje	
signál Ú čelové signalizace	U
R ychlostní signál	R

Pořadí signálu se označuje velkými písmeny (A, B, C) nebo arabskými číslicemi (1, 2, 3), a to za označením typu signálu, a odpovídá pořadí vjezdu do křižovatky.

- Na jedné křižovatce se jednotlivé vjezdy označují postupně od zvoleného (severního) vjezdu ve smyslu otáčení ve směru pohybu hodinových ručiček (např. VA, VB, VC, VD nebo V1, V2, V3, V4).
- Všechny signály na jednom vjezdu a signály s tímto vjezdem dopravně související (např. signál vyklizovací šipky, signál doplňkové zelené šipky, signál pro příslušný přechod pro chodce) se označují stejným pořadím, jaké označuje rozhodující typ signálu vjezdu pro vozidla (např. u rozhodujícího vjezdu VA, resp. V1 se dopravně související signály označí KA, SA, TA, resp. K1, S1, T1).
- Je-li na jednom vjezdu více signálů stejného typu (např. směrové signály), označují se:
 - rozdílným pořadím ve smyslu otáčení ve směru pohybu hodinových ručiček postupně (např. VC, VD),
 - nebo rozdílným pořadím ve smyslu otáčení ve směru pohybu hodinových ručiček při zachování označení rozhodujících signálů – obvykle přímo/přímo + vlevo na různých vjezdech postupně (např. VA přímo, VE vlevo, VI vpravo na stejném vjezdu).

Označení pořadí ostatních dopravně souvisejících signálů vjezdu se opět řídí podle označení pořadí rozhodujícího signálu na vjezdu (např. je-li na vjezdu rozhodujícím signálem VC, pak se související signály označí KC, SC, TC).

- Signál opakovacího návěstidla (resp. dalších návěstidel stejné signální skupiny) se označuje stejně jako signál základní a rozlišuje se:
 - čárkovaným označením pořadí nebo pruhem (např. základní návěstidlo VA, opakovací návěstidla VA', VA"),
 - nebo číslicí (VA1, VA2, VA3).
- Signály pro chodce na dělených přechodech na výjezdech z křižovatky se označují pořadím navazujícím na již použité pořadí vjezdových částí křižovatky (např. části přechodů na vjezdech VA, VB, VC, VD se označí podle vjezdů PA, PB, PC, PD a části přechodů na výjezdech z křižovatky se označí PE, PF, PG, PH, neboť vjezdy nebo směry na vjezdech vyčerpaly pořadí až do písmene D).
 - Při řízení přechodu postupnou signalizací (viz 7.3.3.2) se návěstidla na okraji silnice označují podle rozhodující signální skupiny (PA, PB, PC, PD), návěstidla na středním ostrůvku následnými (PE, PF, PG, PH); pokud jsou na každé straně dělicího ostrůvku či na koncích přechodu samostatné signální skupiny pro chodce (rozdílné doby signálu „Volno“ pro vstup do vozovky), pokračuje se v abecedě dále (PI, PJ, PK, PL).

A.1.2 Doplnující označení

Doplňující označení se umísťuje před nebo za základní označení signálu:

před základním označením signálů	písmeno A	
Používá se pro označení signálů před příjezdem ke křižovatce – předsignálů (např. ATA, AVA). Předsignál pro tramvaj lze též označit písmenem P za základním označením (např. TAP, TCP).		
za základním označením signálů	symbol/písmeno/číslice	
Používá se v následujících případech:		
pro vyznačení směru pohybu vyjádřeného signálem (směrové signály, doplňkové zelené šipky, vyklizovací šipky, tramvajové signální skupiny), např. VA^>, VB^, SA>, KB<, TC^	přímo	^, S
	vlevo	<, L
	vpravo	>, P
pro tramvajová návěstidla lze použít písmenového označení směru, např. TAL je identické označení TA<, TAS je identické označení TA^	přímo + vlevo	<^
	přímo + vpravo	^>
číslice se používají pro rozlišení opakovacích návěstidel	vlevo + vpravo	<>
pro signální znak rychlostního návěstidla (pouze v zápisu do signálního plánu), např. R1 40, R1 50, R1 60	30 km/h	30
	40 km/h	40
	50 km/h	50
	60 km/h	60
	70 km/h	70
	80 km/h	80

Poznámky:

1. Označení pořadí rychlostních signálů se nevztahuje k příslušným vjezdům křižovatky a volí ho projektant podle svého uvážení.
2. Signály účelové signalizace musí projektant v nutných případech doplnit popisem uspořádání a požadované funkce.

A.2 Označování dopravních detektorů

V zásadě platí, že se označují pouze čidla dopravních detektorů pro vozidla (indukční smyčky) a zvláštní detektory pro tramvaje, trolejbusy nebo autobusy (trolejové kontakty, indukční smyčky, případně jiná čidla). Tlačítka pro chodce se zakreslují do situačního výkresu, avšak neoznačují se (jejich příslušnost k ovládaným signálním skupinám je vždy jednoznačně patrná ze situačního výkresu).

Dopravní detektory se označují písmenem D, základním označením signálu, jehož činnost ovlivňují, a umístěním. Například vozidlový detektor na vjezdu se signálem VA bude označen DVA, tramvajový detektor na vjezdu se signálem TA bude označen DTA.

Umístění detektorů ve vztahu ke stopčáře se označuje následovně: umístění prvních detektorů před stopčárou (co nejbližší před stopčárou proti směru jízdy) se zvlášť neoznačuje. Jsou-li použity i další, vzdálenější detektory, pak se jejich umístění označuje číslicemi 1, 2 atd., postupně proti směru jízdy. Například vozidlové detektory na vjezdu se signálem VA se označí:

- blízký (první) detektor DVA,
- vzdálený detektor DVA1,
- další vzdálený detektor DVA2.

Pokud je na vjezdu ve stejné vzdálenosti od stopčáry vedle sebe více detektorů pro jednu signální skupinu (pro každý jízdní nebo řadící pruh samostatný detektor), v situačním výkresu se pak rozlišují

čárkovaným označením. Například blízké detektory ve třech řadicích pruzích DVA, DVA', DVA'', případně dalšími volnými číslicemi.

























Systém rozlišení více detektorů patřících stejné signální skupině je uveden jako příklad, na situačním plánu skutečné křižovatky určí rozlišovací názvy nezaměnitelným způsobem projektant.

Umístění detektorů k detekci vozidel MHD ve vztahu ke stopčáře (zpravidla nejméně dva detektory – přihlašovací a odhlašovací; podle místních podmínek může být i více detektorů za sebou) je možné též označovat tak, že se první detektor ve směru jízdy označí číslicí 1, druhý číslicí 2 atd. Například tramvajové detektory na vjezdu se signální skupinou TA s předsignálem se označí:

- vzdálený přihlašovací detektor (první ve směru jízdy) DTA1,
- blízký přihlašovací detektor (druhý ve směru jízdy) DTA2,
- předběžný odhlašovací detektor v úrovni předsignálů (třetí ve směru jízdy) DTA3,
- odhlašovací detektor na stopčáře (čtvrtý ve směru jízdy) DTA4.

A.3 Značky pro situační plány

Do situačních výkresů se rozmístění návěstidel a ostatních zařízení SSZ označuje smluvenými značkami podle ČSN 73 6021.

	stožár světelné signalizace		jiný stožár (např. veřejného osvětlení)
	portál		návěstidlo pro vozidla
	návěstidlo se směrovým signálem		návěstidlo s kontrastním rámem
	návěstidlo signálu pro opuštění křižovatky		návěstidlo doplňkové zelené šipky
	návěstidlo žlutého světla ve tvaru chodce		návěstidlo přerušovaného žlutého světla ve tvaru chodce
	návěstidlo přerušovaného žlutého světla		návěstidlo pro tramvaje
	návěstidlo pro tramvaje–předsignál		návěstidlo pro cyklisty
	návěstidlo pro chodce		návěstidlo pro chodce s akustickou signalizací
	rychlostní návěstidlo		řadič SSZ
	ruční řízení		automobilový dopravní detektor, není-li umístěn v řadiči
	smyčka dopravního detektoru		dopravní detektor pro tramvaje
	trolejový kontakt pro tramvajový detektor		tlačítko pro chodce
	tlačítko pro tramvaje		zábradlí
	návěstidlo pro řízení provozu v jízdním pruhu se střídavým směrem jízdy		
	návěstidlo pro zajištění nekolizního výjezdu vozidel s právem přednosti v jízdě		
	kontaktní zámek pro tramvaje (označení KTx ^{<^>})		
	tlačítko pro chodce s rozpínacím kontaktem pro nevidomé (označení běžné, DPx)		
	rozpínací kontakt pro nevidomé (označení RPx)		
	videokamera videodetekce (označení VK1, 2, 3, ...)		
	detekční plocha videodetekce		
	detekční plocha videodetekce se směrovou detekcí		
Tx + ZTx ^{<^>} výzvové návěstidlo pro tramvaje (pouze text k označení tramvajového návěstidla bez vlastního symbolu, směry ^{<^>} podle skutečných směrů)			
Vx + ZBx ^{<^>} výzvové návěstidlo pro autobusy (pouze text k označení autobusového návěstidla bez vlastního symbolu, směry ^{<^>} podle skutečných směrů)			

Obr. A.1 Značky pro situační plány světelné signalizace podle ČSN 73 6021

PŘÍLOHA B NÁVRH SIGNÁLNÍHO PLÁNU (DÉLKA CYKLU A SIGNÁLŮ VOLNO)

Vstupní podklady pro dopravně inženýrský výpočet signálního plánu jsou:

- hodinové intenzity dopravy,
- navržené fázové schéma,
- tabulka mezičasů.

B.1 Metoda saturovaného toku

Principem metody saturovaného toku (Websterovy metody) je stanovení délky cyklu a signálů volno v závislosti na stupních saturace vjezdů v jednotlivých fázích.

Základním výpočtovým obdobím pro návrh signálního plánu i pro kapacitní posouzení je vždy jedna hodina.

Při návrhu signálních plánů se doporučuje používat tabulek a formulářů.

B.1.1 Saturovaný tok

Saturovaný tok vjezdu S_v [pvoz/h] se určí podle TP 235.

B.1.2 Stanovení délky cyklu

Určí se stupeň saturace $y = \frac{1}{S_v}$ pro všechny vjezdy s automobilovou dopravou. Ostatní vjezdy se neuvažují.

V každé fázi se vybere vjezd s nejvyšším stupněm saturace (nejvyšší y), tedy kritický vjezd ve fázi. Součet stupně saturace kritických vjezdů z jednotlivých fází udává celkový stupeň saturace:

$$Y = \sum_{i=1}^n \max y$$

kde:

- i = i -tá fáze,
- n = počet fází.

Dále se určí ztrátový čas pro každou fázi.

Ztrátový čas pro každou fázi (l) je doba mezi koncem zelené v této fázi a začátkem zelené ve fázi následující, tj. neproduktivní doba při změně fází. Je roven mezičasu:

$$l = t_m[s]$$

Ztrátový čas pro každou fázi se určuje vždy podle skutečného mezičasu mezi kritickými vjezdy (signálními skupinami) v končící a následující fázi podle strukturálního (případně podle již existujícího reálného nebo minimálního) signálního plánu, nikoliv z tabulky mezičasů.

Součet ztrátových časů pro každou fázi je celkový ztrátový čas za cyklus:

$$L = \sum_{i=1}^n l_i = \sum_{i=1}^n t_{mi} [s],$$

kde:

- i = i -tá fáze,
- n = počet fází,
- l_i = ztrátový čas pro i -tou fázi,
- t_{mi} = mezičas mezi kritickými vjezdy (signálními skupinami) v končící (i -té) a následující fázi.

B.1.2.1 Návrh strukturálního cyklu

Strukturální cyklus t_{Cstr} je cyklus s nejkratší možnou délkou vůbec, danou minimálními přípustnými zelenými (5 s) a nejdelšími mezičasy mezi signálními skupinami jednotlivých fází. Je nezávislý na intenzitách provozu:

$$t_{Cstr} = \sum_{i=1}^n (z_i + t_{mi}) [s],$$

kde:

- i = i -tá fáze,
- n = počet fází,
- z_i = minimální přípustná zelená té signální skupiny v i -té fázi, která má ze všech signálních skupin v této fázi nejdelší mezičas t_{mi} k některé ze signálních skupin ve fázi následující.

Signální plán se strukturálním cyklem se nazývá strukturální signální plán. Pro řízení se přímo nepoužívá. Reálné signální plány lze z něho snadno odvozovat prodlužováním jednotlivých fází. Je vhodným podkladem zejména při projektování dynamického řízení.

B.1.2.2 Návrh minimálního cyklu (pro zadané intenzity)

Minimální cyklus pro zadané intenzity t_{cmin} je nejkratší možná délka cyklu pro požadovanou rezervu kapacity v % (Rez) na kritických vjezdech ve fázích. Závisí na fázovém schématu, mezičasech, intenzitách a na požadované rezervě kapacity:

$$t_{cmin} = \frac{L}{1 - Y * \frac{100}{100 - Rez}}$$

pro $0 \leq Rez < (1-Y) * 100$ [%].

Minimální cyklus se přímo pro řízení nepoužívá. Jeho výpočet je vhodným podkladem pro:

- posouzení, zda dopravní řešení kapacitně vyhoví daným intenzitám. K tomu se vypočítá t_{cmin} pro $Rez = 0$ %, a vyjde-li $t_{cmin} > 120$ s, pak SSZ kapacitně nevyhoví ani při maximální délce cyklu a je nutné hledat jiné dopravní řešení;
- rozhodování o délce cyklu při návrhu koordinace SSZ. t_{cmin} udává nejkratší možnou délku cyklu pro příslušnou křižovatku, s níž je možné uvažovat při návrhu koordinace, aby při daném fázovém schématu, mezičasech a intenzitách křižovatka kapacitně vyhověla se zadanou rezervou kapacity (0 až x %; na koordinovaných vjezdech se doporučuje minimální rezerva

kapacity 15 až 20 %, na ostatních, nekoordinovaných vjezdech nejméně 10 %). t_{cmin} pro reálné použití nemůže být kratší než strukturální cyklus.

Signální plán s minimálním cyklem (pro zadané intenzity) se nazývá minimální signální plán.

B.1.2.3 Návrh optimálního a reálného cyklu pro izolované křižovatky

Optimální cyklus t_{copt} pro izolovanou křižovatku je takový cyklus, při němž je celkové zdržení náhodně přijíždějících vozidel automobilové dopravy za daných podmínek minimální. Závisí na schématu fází, mezechasech a na intenzitách provozu:

$$t_{copt} = \frac{1,5 * L}{1 - Y}$$

Optimální cyklus slouží jako základ pro návrh reálného cyklu (t_c) na izolované křižovatce. Vypočtený t_{copt} se v praxi často musí upravit na reálný cyklus, a to především s ohledem na tramvaje a dlouhé vyklizovací časy chodců na přechodech.

Na základě vypočteného optimálního cyklu je možné navrhnout reálný cyklus v rozmezí:

$$0,75 * t_{copt} < t_c < 1,5 * t_{copt} ,$$

neboť v tomto rozmezí platí, že reálný cyklus se blíží cyklu optimálnímu a časové ztráty náhodně přijíždějících vozidel se podstatněji nemění. Reálný cyklus nemůže být kratší než strukturální cyklus.

Délky reálných cyklů pro řízení nemají být větší než 100 s; výjimečně lze připustit délku cyklu do 120 s. Při pevných délkách cyklů větších než 120 s vzrůstá nadměrně zdržení a začíná se projevovat netrpělivost účastníků provozu a vznikají pochybnosti, je-li SSZ vůbec funkční. Pokud je to účelné, může se při dynamickém vícefázovém řízení s proměnnou délkou cyklu použít i větší maximální délka cyklu.

B.1.3 Výpočet délek signálů volno – zelených

B.1.3.1 Návrh zelených pro izolované křižovatky

Nejprve se určí délky zelených pro kritické vjezdy v jednotlivých fázích:

$$z = \frac{y * (t_c - L)}{Y} [s]$$

Tyto zelené kritických vjezdů v jednotlivých fázích určují optimální délky jednotlivých fází signálního plánu.

K vypočteným délkám zelených pro kritické vjezdy se pak podle tabulky mezechasů dopočítají (doplní) délky zelených ostatních (nekritických) vjezdů automobilové dopravy, dále délky signálů volno tramvaj, chodců a signálů pro cyklisty.

B.1.3.2 Návrh zelených pro křižovatky v koordinaci

Návrh se zásadně liší od postupu pro izolované křižovatky. Celkové řešení je optimální tehdy, pokud vychází z priority koordinovaných směrů i za cenu určitého znevýhodnění příčných nekoordinovaných vjezdů, neboť obvykle se kvalitní koordinací dosáhne takového poklesu zdržení a zastavení v koordinovaných směrech, že i při případném znevýhodnění příčných nekoordinovaných vjezdů se obecně celková plynulost provozu výrazně zvýší ve srovnání s izolovaným nekoordinovaným řízením.

Nejprve se určí délky zelených pro koordinované směry. Navrhují se tak, aby kapacitně vyhovovaly intenzitám v koordinovaných směrech s určitou rezervou, alespoň 15 až 20 %.

Dále se určí polohy zelených pro koordinované směry v signálním plánu. Tyto polohy (s eventuálním vzájemným posunem protisměrných zelených) vyplývají z časově prostorové polohy koordinovaných svazků v diagramu dráha – čas podle navržené koordinace.

Délky a polohy zelených pro koordinované směry udávají čas v cyklu, nutný pro koordinaci (doba od začátku zelené v jednom směru do konce zelené ve druhém směru, tedy jejich logický součet).

Čas nutný pro koordinaci a k němu příslušné mezičasy se odečtou od délky cyklu. Tím se získá časový prostor pro délky zelených pro příčné nekoordinované vjezdy. Délky zelených pro tyto vjezdy se navrhují v rámci tohoto prostoru. Musí být přitom splněna podmínka, aby i tyto zelené kapacitně vyhovovaly s určitou rezervou, doporučuje se rezerva alespoň 10 %.

B.1.3.3 Návrh minimálních zelených (pro zadané intenzity)

Minimální zelená z_{\min} pro danou intenzitu vjezdu a délku cyklu je nejkratší možná délka pro automobilovou dopravu tak, aby kapacitně vyhověla s požadovanou rezervou Rez [%]. Určuje se podle vztahu:

$$z_{\min} = \frac{l * t_c}{S} * \frac{100}{100 - \text{Rez}} [\text{s}]$$

pro $\text{Rez} \geq 0$ [%] .

Vypočtené z_{\min} se zaokrouhluje na celé sekundy vždy nahoru.

Výpočet z_{\min} je vhodným podkladem pro:

- návrh zelených na SSZ v koordinaci (nejmenší šířky koordinovaných svazků, nejmenší délky zelených příčných nekoordinovaných vjezdů),
- návrh zelených nepreferovaných vjezdů v případě, že je účelné zvýhodnit určité vjezdy (například pro preferenci MHD) na úkor jiných vjezdů,
- návrh zelených v minimálním cyklu (pro zadané intenzity) vypočteném podle B.1.2.2,
- stanovení mezních hodnot zelených při projektování dynamického řízení.

B.1.4 Posouzení návrhu

Kvantitativním hlediskem dopravních řešení SSZ je kapacita (výkonnost) křižovatky. Posouzení se provede podle TP 235.

PŘÍLOHA C PŘÍKLAD NÁVRHU SVĚTELNÉ SIGNALIZACE NA KŘÍŽOVATCE VE STUPNI DOPRAVNÍ STUDIE

C.1 Základní údaje a popis současného stavu

Studie dopravního řešení křižovatky je zpracována pro rekonstrukci světelné signalizace (SSZ). V současné době je SSZ řízeno mikroprocesorovým řadičem. Řadič dopravně funguje jako koordinovaný ve skupině křižovatek po Argentinské ulici, s možností izolovaného řízení. Nadřízenou úrovní je oblastní dopravní řídicí ústředna. Doprava je řízena dynamickými a pevnými signálními programy. Rozsah doby provozu SSZ je pondělí až neděle 6–22 hodin.

C.2 Výchozí podklady

- situace
- platné dopravní řešení stávajícího SSZ
- vlastní doměření situace na místě
- intenzity dopravy
- projednání s dotčenými orgány státní správy
- zadání od zadavatele (správce, investora, města apod.)

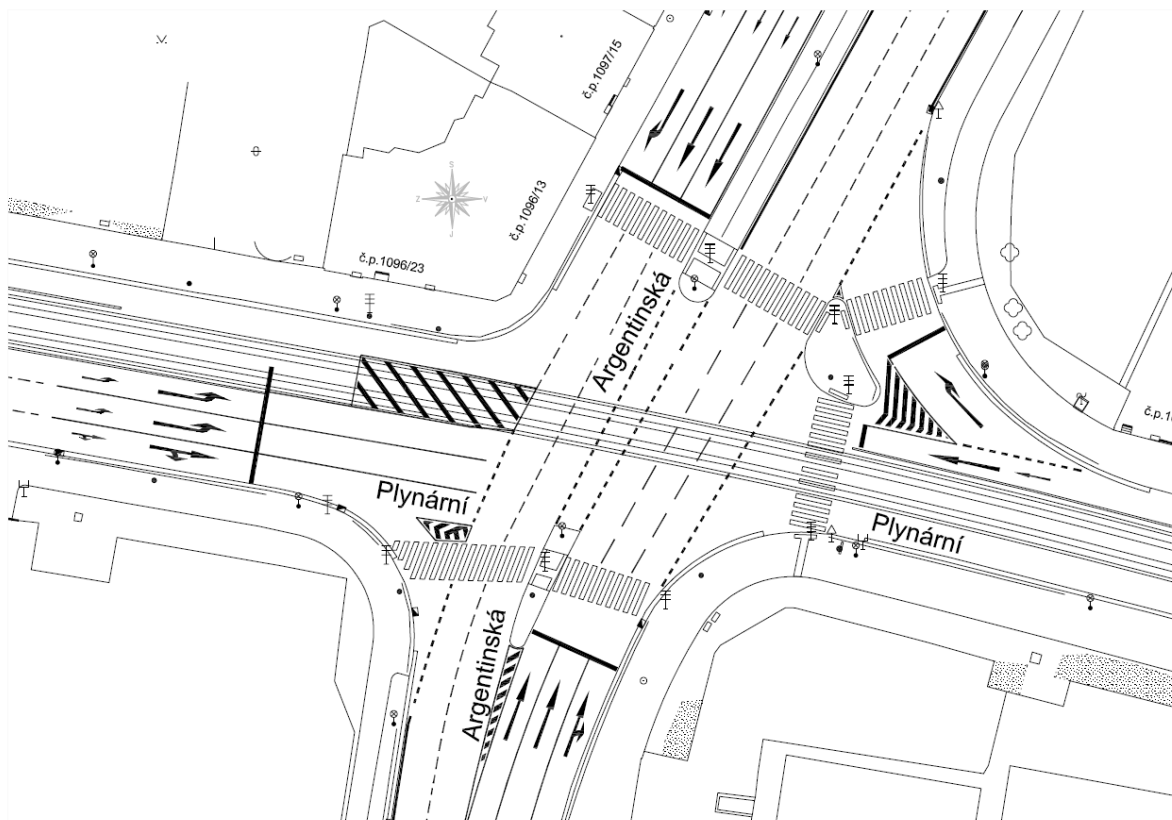
C.3 Širší dopravní vztahy

Předmětná křižovatka je křižovatkou celoměstského významu se zatížením blížícím se hranici kapacity světelně řízené křižovatky (cca 60 000 voz/24 h). Argentinská ulice je šestipruhová směrově rozdělená komunikace se zákazem odbočení vlevo na obou ramenech. Plynární ulice je dvoupruhová komunikace s nezvýšeným tramvajovým pásem odděleným zvýšenou tvarovkou, která je ze západu rozšířena na 3 řadící pruhy před předmětnou křižovatkou.

Ve směru východ–západ je po Plynární ulici vedena tramvajová trať, autobusová doprava je vedena převážně ve směru západ–sever z Plynární ulice do Argentinské ulice a obráceně, jedna linka je vedena jednosměrně ve směru východ–západ po Plynární ulici (viz obr. C1 – není v dokumentaci povinný). Zastávky MHD nejsou v bezprostřední blízkosti křižovatky umístěny, provoz na křižovatce tedy neovlivňují.

Z hlediska automobilové dopravy jsou z dopravně organizačních a kapacitních důvodů zakázána všechna levá odbočení s výjimkou levého odbočení ve směru západ–sever z Plynární ulice do Argentinské ulice.

Intenzita chodeckého a cyklistického provozu je nízká, odhadem do 100 ch/h. Na západním rameni není přechod pro chodce.



Obr. C1 Stávající situační schéma

C.4 Návrh organizace dopravy

Organizace dopravy a návrh dopravního značení po obnově SSZ jsou patrné z navržené situace (viz dopravně inženýrské podklady) a nemění se. Navržené řešení předpokládá budoucí doplnění cyklistického přejezdu přes jižní rameno křižovatky. Současná právní úprava a nulová návaznost tohoto přejezdu na další cyklistickou infrastrukturu jeho doplnění v rámci obnovy SSZ neumožňuje, bude zajištěna pouze stavební připravenost a kabelová rezerva.

C.5 Situační řešení

Situační řešení vychází z organizace dopravy. Označení signálních skupin a detektorů bylo oproti stávajícímu řešení upraveno tak, aby bylo v souladu s TP 81, III. vydáním, 2015.

Tramvajová návěstidla budou vybavena kontrastními rámy v provedení černá deska s bílým lemováním a orámovaná opět černě.

Vzhledem k tomu, že tramvajová volna jsou zařazována do signálního programu pouze při nárocích tramvajů, jsou k tramvajovým návěstidlům doplněny výzvolné signály. Každý výzvolný signál je tvořen samostatnou signální skupinou. Výzvolné signály nejsou jistěny kontrolou svícení.

Vozidlová návěstidla na výložnicích (včetně žlutého světla ve tvaru chodce) budou o průměru 300 mm, ostatní návěstidla budou o průměru 200 mm. Budou použita návěstidla s LED diodami. U všech chodeckých návěstidel budou instalována akustická návěstidla pro nevidomé.

Akustická návěstidla pro nevidomé musejí být zapojena tak, aby akustická signalizace:

- mohla být v provozu dle vlastního zadaného časového nastavení, odlišného od časového nastavení provozu světelné signalizace (tzn. umožnit stav, kdy světelná signalizace svítí, ale akustická signalizace je vypnutá, například v noci);
- mohla být spouštěna nevidomými pomocí dálkového ovládání (tzn. kdy v základním stavu je akustická signalizace vypnutá a zapíná se pouze na zadanou časově omezenou dobu při nároku z přenosného bezdrátového vysílače pro nevidomé).

Dopravní značení:

Svislé a vodorovné značení je patrné ze situace a vychází z navrženého situačního řešení a organizace dopravy. V situačním plánu není detailně řešeno umístění, případně demontáž všech svislých dopravních značek nesouvisajících přímo se SSZ.

Stavební úpravy:

Stavební úpravy se týkají zejména vysazení dvou nároží, posunu přechodu přes severní rameno směrem do křižovatky, rozšíření trojúhelníkového ostrůvku, bezbariérových úprav pro chodce, úprav pro nevidomé a slabozraké a stavební připravenosti pro budoucí zřízení přejezdu pro cyklisty přes jižní rameno.

C.6 Tabulka mezičasů

Pro výpočet tabulky mezičasů (viz dopravně inženýrské podklady) byl použit způsob dle TP 81, III. vydání, 2015.

C.7 Způsob řízení

SSZ bude řízeno řadičem s volně programovatelnou řídicí logikou, umožňujícím způsob programování a zadání dat dle TP 81, III. vydání, 2015 (data, parametry, čítače, logické podmínky, vývojové diagramy).

SSZ bude i nadále dopravně fungovat jako koordinované ve skupině křižovatek po Argentinské ulici. Nadřizenou úrovní bude oblastní dopravní řídicí ústředna. Řadič musí být vybaven tak, aby po připojení na ústřednu byl umožněn obousměrný přenos dat, informací a povelů mezi ním a ústřednou. Řadič bude kabelově propojen s ústřednou.

Pro řízení je navrženo 5 fází. Fázové schéma a sled fází jsou doloženy v dopravně inženýrských podkladech. Doba provozu se navrhuje zachovat stávající, tj. pondělí až neděle 6–22 hodin.

C.7.1 Základní charakteristika řízení

Pro předmětné SSZ je navrženo řízení s těmito základními funkcemi:

- koordinované dynamické řízení s pevnou délkou cyklu – parametrická volba
- izolované dynamické řízení s proměnnou délkou cyklu – parametrická volba
- algoritmus s trvalou zelenou v hlavním směru
- vjezd z ulice Plynární v obou směrech a přechody pro chodce přes Argentinskou ulici na výzvu
- prodlužování fází vozidly
- časově závislá volba programů, zapínání a vypínání programů spínacími hodinami

- volba programů, zapínání a vypínání z dopravní řídicí ústředny, při přerušení spojení s nadřazenou úrovní programovými spínacími hodinami v řadiči
- záložní pevný program bez výzev
- preference tramvají

C.7.2 Preference tramvají

Dopravní řešení musí být navrženo tak, aby umožňovalo nejen dynamické řízení ve prospěch co možná nejplynulejšího průjezdu automobilové dopravy, ale i modifikace průběhu řízení – v míře odpovídající daným dopravním poměrům – ve prospěch plynulejšího průjezdu tramvají. Preference autobusů MHD není ze strany Dopravního podniku požadována.

C.7.3 Detekce

K detekci vozidel bude použita videodetekce, k detekci chodců budou instalována chodecká tlačítka. K detekci tramvají budou použity trolejové kontakty a kontaktní zámky. Pro každý detektor budou pro případ jeho poruchy definovány stavy, které mají být vyhodnoceny jako porucha detektoru, a zároveň v případě vyhodnocení poruchy detektoru požadovaná reakce řadiče.

C.7.4 Délky signálů

Řadič musí zajistit, aby ve všech případech automatického provozu i ručního řízení nebyly délky signálů volno všech signálních skupin kratší než 5 sekund. U všech vozidlových signálních skupin (tříbarevných signálů) musí být délka červenožluté 2 sekundy a délka žluté 3 sekundy.

Délky signálů volno pro jednotlivé signální skupiny byly vypočítány metodou saturovaného toku a upraveny dle znalostí místních podmínek. Obecný způsob výpočtu je uveden v Příloze B.

C.7.5 Ruční řízení

Ruční řízení bude umístěno na požadavek správce na samostatném sloupku SSZ dle situace. Polohy ručního řízení budou navrženy v dopravním řešení SSZ.

C.7.6 Náběh do automatického řízení a vypínání z automatického řízení

Řadič nabíhá do automatického řízení buď z vypnutého stavu nebo z režimu blikající žlutá náběhovým (zapínacím) programem, přes přepínací bod UZP do fáze F1. Z ručního řízení nabíhá řadič do automatického řízení přímo, přes přepínací bod UZP do fáze F1.

Řadič přechází z automatického řízení do režimu blikající žluté nebo do vypnutého stavu vypínacím programem. Toto neplatí pouze v případě poruchy SSZ, kdy řadič přechází na poruchový stav okamžitě.

C.7.7 Registry sčítání a nároků MHD

V řadiči bude zřízen registr sčítání a nároků MHD. Do registru sčítání se zapisují počty nároků na všech zadaných detektorech. Standardním zadáním (pokud není požadováno jinak) je zápis nároků na všech vozidlových detektorech a detektorech MHD a v intervalu 1 hodina. Registr sčítání musí být volně programovatelný tak, aby bylo možné zadávat libovolné detektory všech typů, kterými je příslušné SSZ

vybaveno (například indukční smyčkové detektory, infradetektory, tlačítka pro chodce, trolejové detektory, kontaktní zámky pro tramvaje, videodetekce apod.). Za jeden nárok se považuje změna stavu detektoru v dané sekundě z „0 – detektor neobsazen“ na „1 – detektor obsazen“.

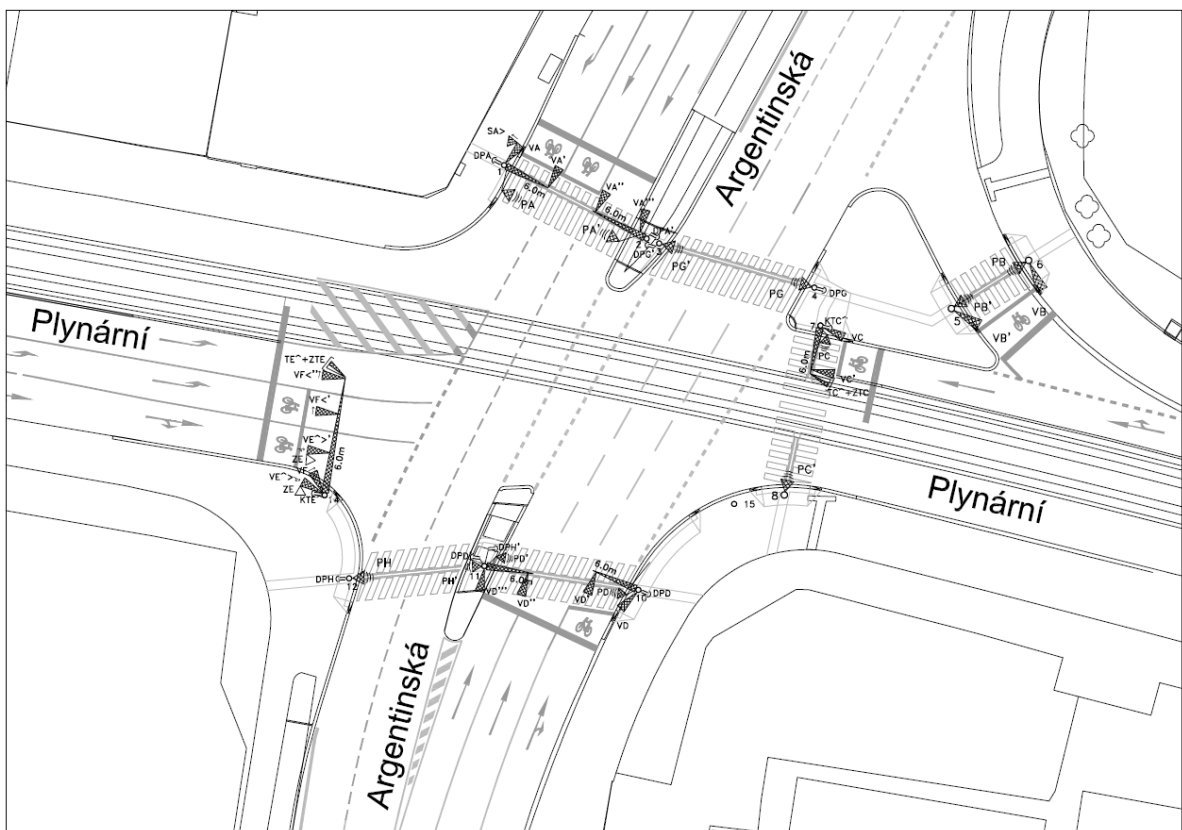
C.8 Intenzity dopravy – kapacitní posouzení

Intenzita provozu motorových vozidel na křižovatce byla zjištěna dopravními průzkumy. Z výsledků těchto průzkumů byl odvozen grafikon intenzit provozu na křižovatce (viz dopravně inženýrské podklady), který je podkladem pro výpočet řízení provozu světelnými signály.

Posouzení kapacity křižovatky a délky řadicích pruhů se provede podle TP 235. Hodinové intenzity dopravy jsou odvozeny z celodenních pomocí přepočtových koeficientů variací intenzit dopravy.

C.9 Seznam dokumentace (doporučené číslování příloh)

1. Průvodní zpráva
2. Výkresová část (v tomto příkladu není doložena)
 - 2.1. Situační plán v měřítku
 - 2.2. Situace – rozhledové poměry
 - 2.3. Situace – vlečné křivky
3. Dopravně inženýrské podklady
 - 3.1. Situační schéma
 - 3.2. Tabulka mezičasů
 - 3.3. Fázové schéma a sled fází
 - 3.4. Příklad průběhu řízení
 - 3.5. Intenzity dopravy
 - 3.6. Kapacitní posouzení



Obr. C2 Situační schéma

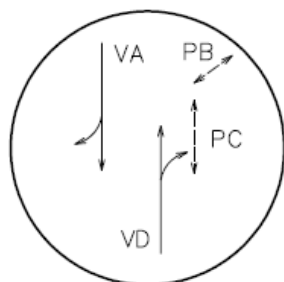
- Vodorovně: vyklizuje
- Svisle: najíždí
- Vyklizovací a najížděcí rychlosti pro výpočet mezičasů (dle TP81, III. vydání, 2015):
 - Signály pro motorová vozidla: v přímém směru 35 km/h, v oblouku 25 km/h
 - Signály pro chodce: 5 km/h
 - Signály pro tramvaje: TC[^], TE[^] vyklizuje 35 km/h, najíždí 25 km/h

	VA	VB	VC	VD	VE [^] >	VF <	SA >	TC [^]	TE [^]	PA	PB	PC	PD	PG	PH
VA		-	3	-	6	4	-	1	3	4	-	-	-	-	8
VB	-		-	3	-	0	-	-	-	-	4	-	-	-	-
VC	6	-		3	-	1	6	-	-	-	-	4	-	-	-
VD	-	7	5		3	2	-	4	2	-	-	-	4	7	-
VE [^] >	3	-	-	5		-	-	-	-	-	-	8	-	-	-
VF <	4	12	9	7	-		-	8	5	-	-	-	-	10	-
SA >	-	1	-	-	-	-		0	-	2	-	-	-	-	-
TC [^]	7	-	-	-	-	-	-		-	-	-	4	-	-	-
TE [^]	6	-	-	-	-	-	-	-		-	-	9	-	-	-
PA	8	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
PB	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
PC	-	-	9	-	5	-	-	9	3	-	-		-	-	-
PD	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
PG	-	-	-	6	-	4	-	-	-	-	-	-	-		-
PH	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

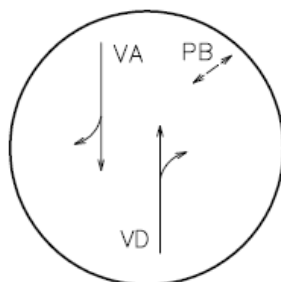
Obr. C3 Tabulka mezičasů

FÁZOVÉ SCHÉMA

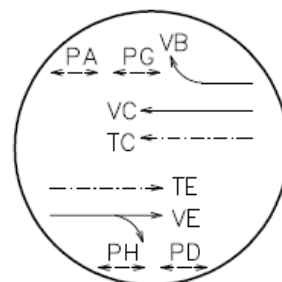
F1



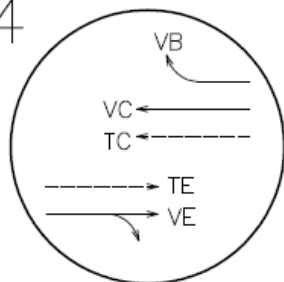
F2



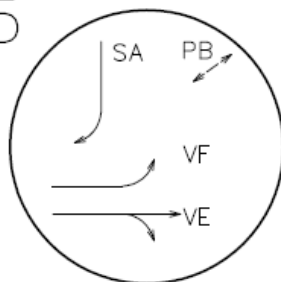
F3



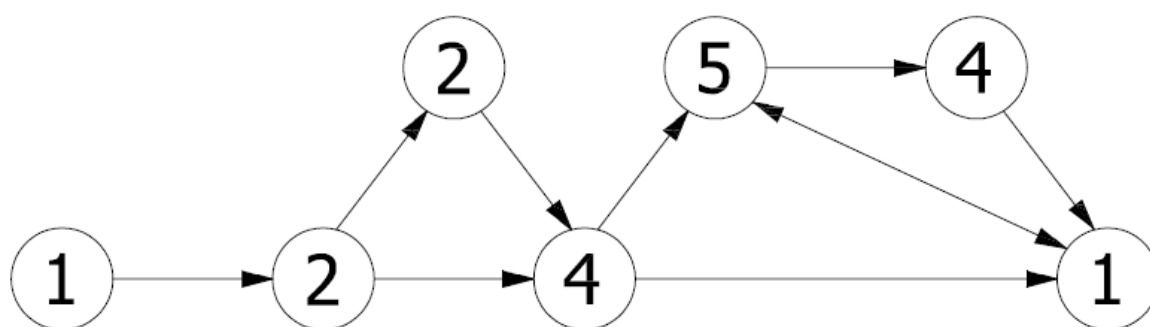
F4



F5

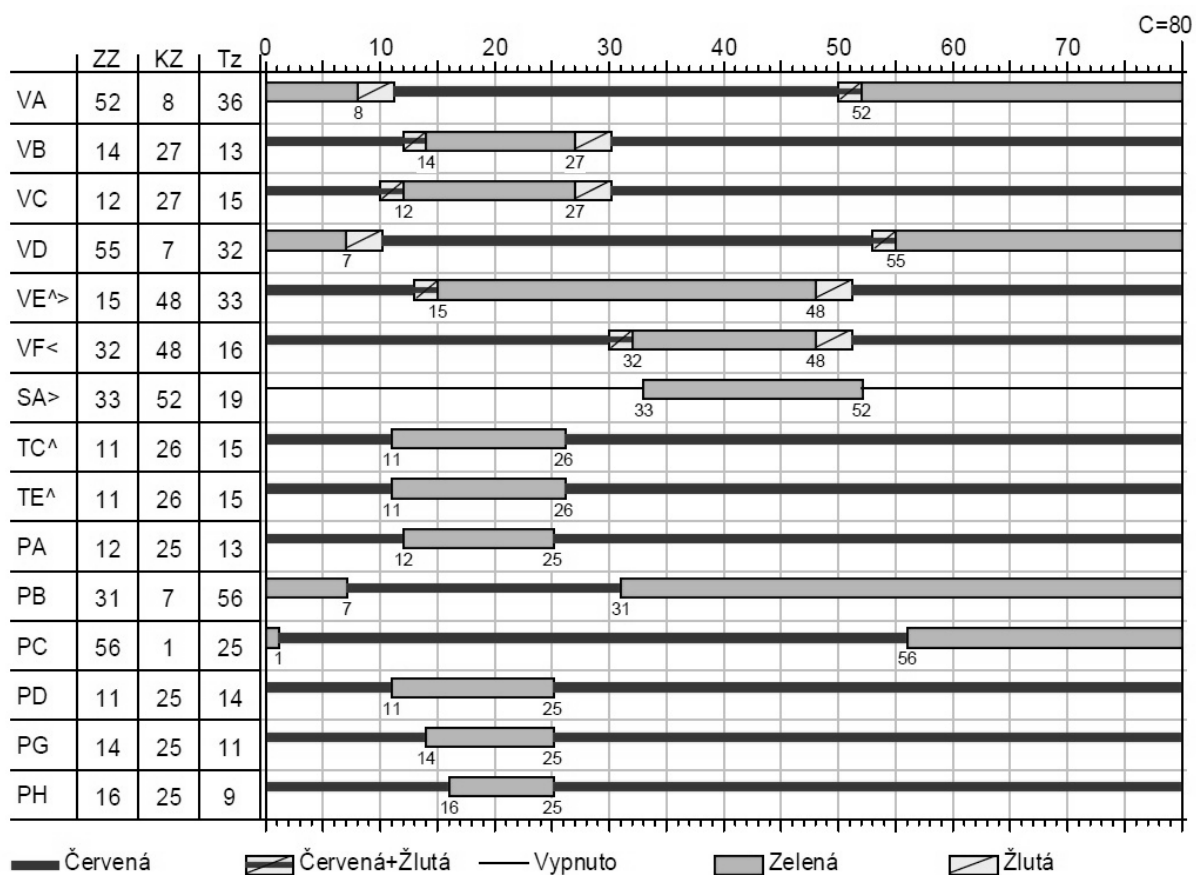


SLED FÁZÍ



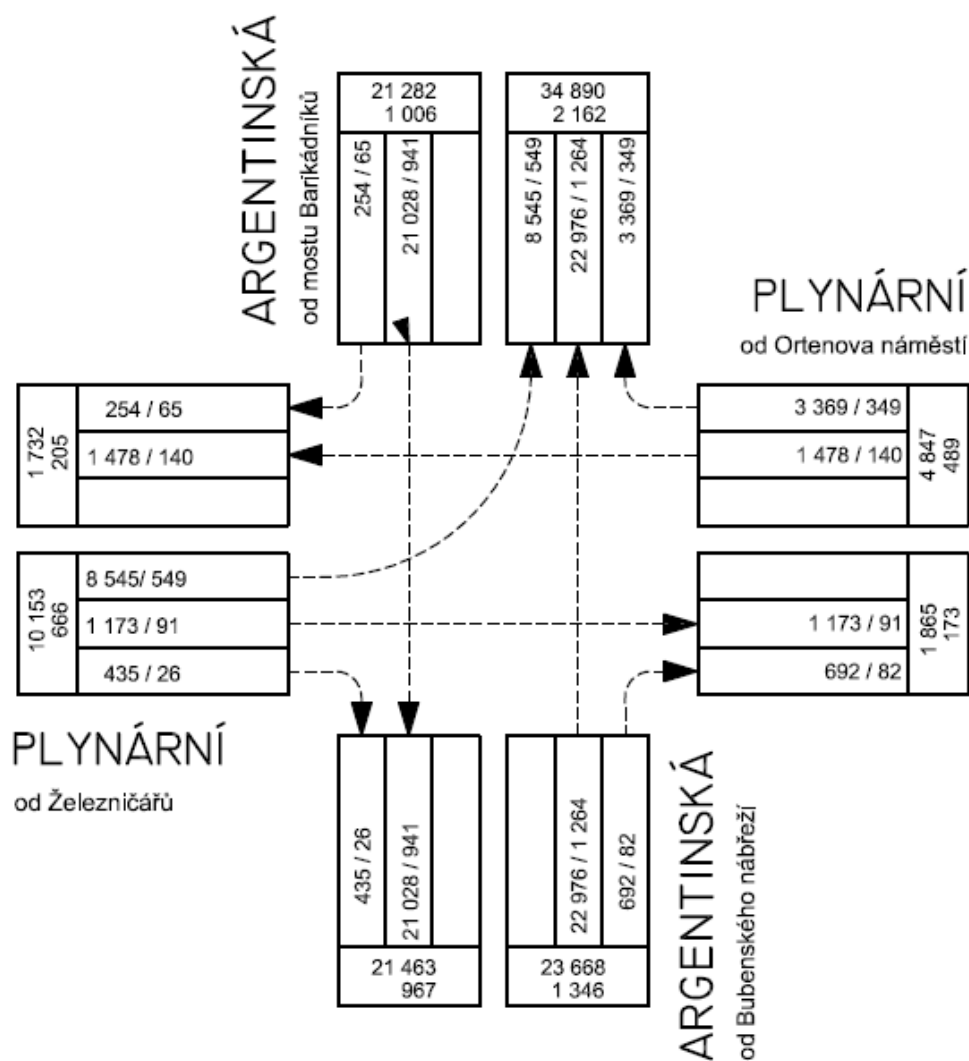
Obr. C4 Schéma fází

PŘÍKLAD PRŮBĚHU ŘÍZENÍ



Obr. C5 Tabulka mezičasu

ARGENTINSKÁ - PLYNÁRNÍ



SUMA VŠECH VJEZDŮ 59 950 / 3 507
VŠECHNA / POMALÁ VOZIDLA

PODZIM 2013

Období: 0-24 h průměrného pracovního dne
Grafikon nezahrnuje jízdy autobusů MHD

Obr. C6 Intenzita dopravy

Kapacitní posouzení světelně řízené křižovatky podle TP 235

Název křižovatky: Praha, Argentinská × Plynární

Intenzity: stav

Název uspořádání: návrh

Délka cyklu t_c [s] 80

Vjezd (signální skupina)	I_V [pvoz/h]	z [s]	S_V [pvoz/h]	C_V [pvoz/h]	Rez [%]	L_{F1} [m]	L_{F2} [m]	t_w [s]	UKD	
									dosažená	požadovaná
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
VF	715	16	3 636	727	2	38		158	E	E
VE	136	33	1 920	792	83	11		14	A	E
VD	1 970	32	5 977	2 391	18	53		29	B	E
VC	126	15	2 000	375	66	14		28	B	E
VB	290	13	1 860	302	4	32		156	E	E
VA-R	1 736	36	4 000	1 800	4	64		67	D	E
VA-P+SA	25	55	1 739	1 196	98	1		4	A	E

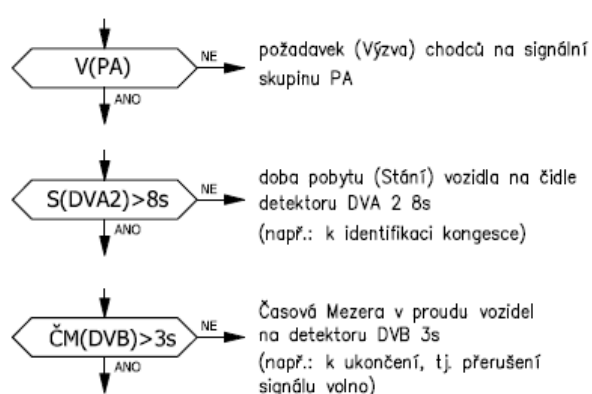
Obr. C7 Kapacitní posouzení

Závěr: Křižovatka kapacitně vyhovuje na posuzované intenzity dopravy.

PŘÍLOHA D PŘÍKLADY DYNAMICKÉHO ŘÍZENÍ PROVOZU

D.1 Podmínky dynamického řízení – řízení ovládaného dopravou

D.1.1 Logické podmínky

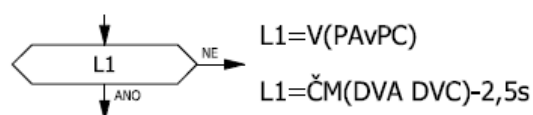


Logické podmínky se zpravidla vyjadřují ve zkratkách a jsou propojeny pravidly Booleovy algebry:

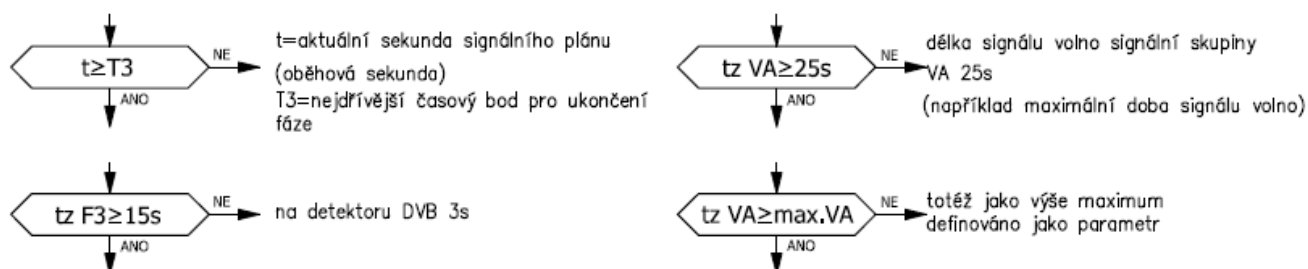
a="^" nebo "AND", nebo "v" nebo "OR"

výhradní nebo ="v" nebo "XOR"

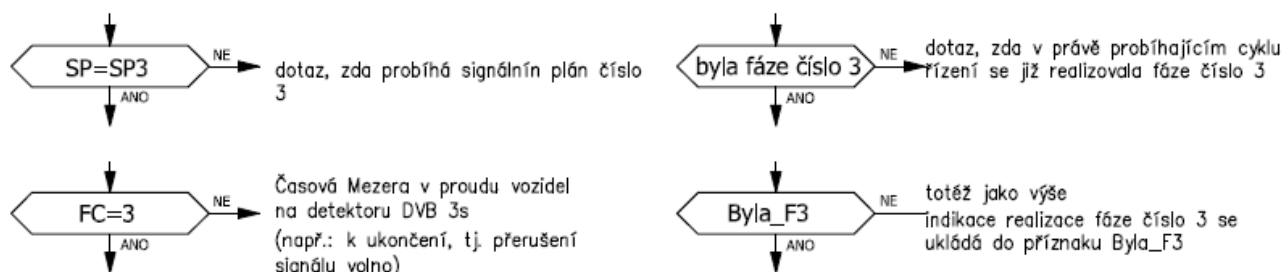
ne ="!" nebo "NON", například:



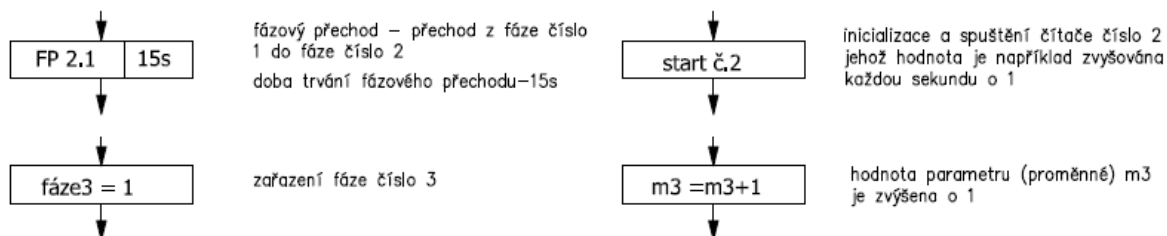
D.1.2 Časové podmínky



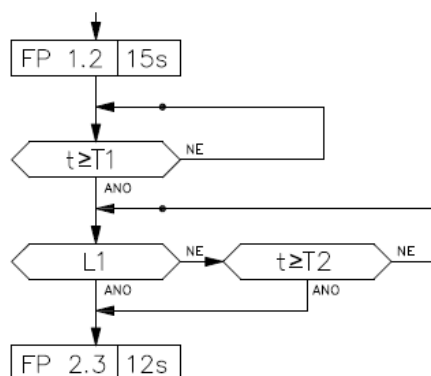
D.1.3 Ostatní podmínky



D.1.4 Akční prvky

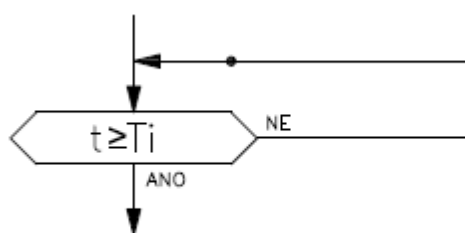


D.1.5 Příklad propojení rozhodovacích a akčních prvků



D.1.6 Příklady způsobů znázornění vývojových diagramů

V následujících příkladech jsou uvedeny dva různé způsoby znázorňování vývojových diagramů, přičemž u obou probíhá znázornění po sekundách, u způsobu znázornění A je proveden, počínaje fází č. 1, dotaz na čas realizovaný prostřednictvím časové smyčky.



Časová smyčka

Pokud při dotazu na čas dojde k rozhodnutí ($t = T_i$), budou návazně testovány logické podmínky, které případně přes další dotazy na čas vyvolají změnu fází. Ve všech sekundách mezi t a T_i , může být program časové smyčky opuštěn po provedeném časovém dotazu na místě bodu; v další sekundě je opět zpracovávána logika programu časové smyčky (viz obr. D6).

Způsob znázornění B se člení následovně.



Při znázornění B, počínaje vstupním bodem, je dotazován stav, kterým může být buď fáze, nebo fázový přechod. Jestliže například běží jedna fáze, návazně následuje dotaz časové podmínky. Pokud časová podmínka odpovídá požadavku, jsou dotazovány příslušné logické podmínky a v případě, že tyto souhlasí, dochází k akci, například formou fázového přechodu. Neběží-li žádná fáze, ale fázový přechod, nebo nesouhlasí-li logické nebo časové podmínky, přejde se ve vývojovém diagramu k výstupnímu bodu; v další sekundě se dotaz opakuje a vývojový diagram probíhá opět od vstupního k výstupnímu

bodů (viz obr. D6). Způsob znázorňování B je vhodnější při jednoduchých řešeních a je rychleji proveditelný.

D.2 Příklady

Zjednodušené příklady nepředstavují jediné dopravně technické řešení daného problému. Ilustrují provozně technické možnosti dynamického řízení. Příklady jsou rozčleněny podle následujícího schématu:

- zadání úkolu,
- řešení,
- evidence měřených hodnot,
- logické podmínky,
- časové podmínky,
- ostatní podmínky,
- kontrola po uvedení do provozu.

D.2.1 Příklad č. 1 – Přizpůsobení signálního plánu na křižovatce v koordinované skupině

Zadání úkolu

Světelné signalizační zařízení je vybaveno dvěma dopravou ovládanými programy v koordinovaném tahu:

- SP1 = běžný program s cyklem 60 s,
- SP2 = dopolední (večerní) program s cyklem 80 s.

Z důvodu nepříznivé vzdálenosti dělicích bodů křižovatek dochází k poruchám v koordinaci u signálních plánů obou programů. V jízdním směru k signální skupině VA přijíždějí vozidla již před začátkem doby volna a ve směru k signální skupině VD až na konci doby volna. Přizpůsobením signálního plánu mají být odstraněny poruchy v koordinaci.

V intenzitách provozu vedlejších směrů VC, SC, levého odbočení VB a pěších proudů přes hlavní směr PD, PE jsou značné výkyvy. V pruhu pro odbočování vlevo VB může dočasně vzniknout tak dlouhé vzdutí vozidel, že je tím narušen provoz v přímém směru.

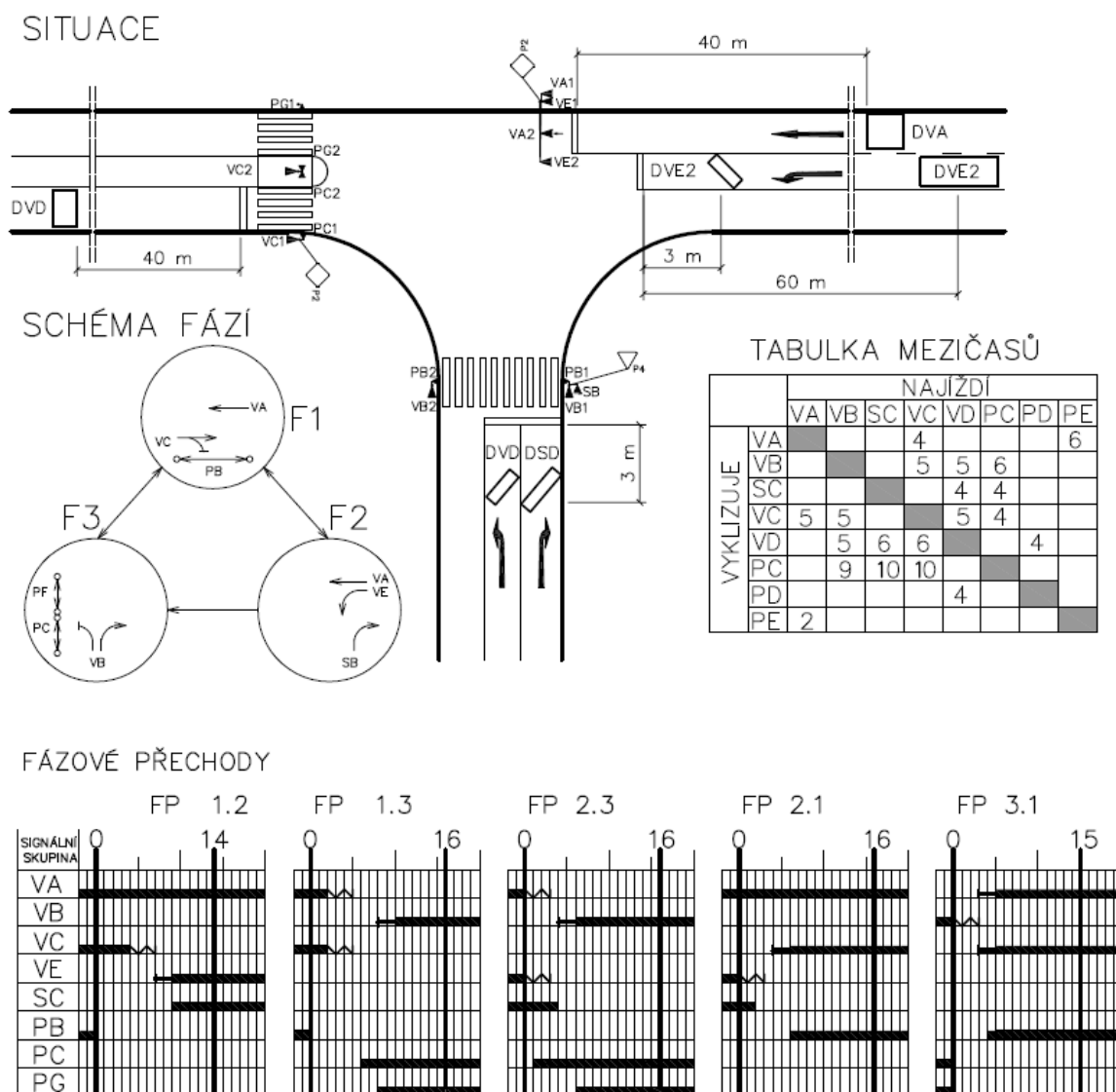
Řešení a evidence měřených hodnot

Použity jsou následující způsoby řízení: „proměnná délka volna“ (viz 4.3.1, tabulku 1, pořadové číslo B2) a „vkládání fáze na výzvu“ (pořadové číslo B4).

Ze tří uvažovaných fází jsou fáze č. 2 a fáze č. 3 zařazovány pouze na výzvu. Není-li požadavek, zůstává trvale fáze č. 1. Při dopravní kongesci je v nejbližším možném okamžiku pro směr VB zařazena maximální doba volna se současným přerušením doby volna VD.

Koordinace maximálně připouští pro fázi č. 2 časový bod T2; pro fázi č. 3 časový bod T6.

Na všech příjezdech mohou být doby volna přizpůsobovány aktuální potřebě „měřením časové mezery“ (viz 4.5.2.2). U signálních skupin VB, VC, SC jsou z tohoto důvodu požadavkové detektory použity též k měření časových mezer.



Obr. D1.1 Přizpůsobení signálního plánu na křižovatce v koordinovaném tahu

Fázové přechody po fázi č. 1 jsou zahájeny nejdříve v časovém bodu T5 k vytvoření zelené vlny v hlavním směru.

Minimální doby volna pro chodce pro oba přechody PD, PE jsou stanoveny tak, aby chodec, který vykročí na začátku zelené při rychlosti 1,2 m.s-1, došel ke konci doby volna do středu přechodu.

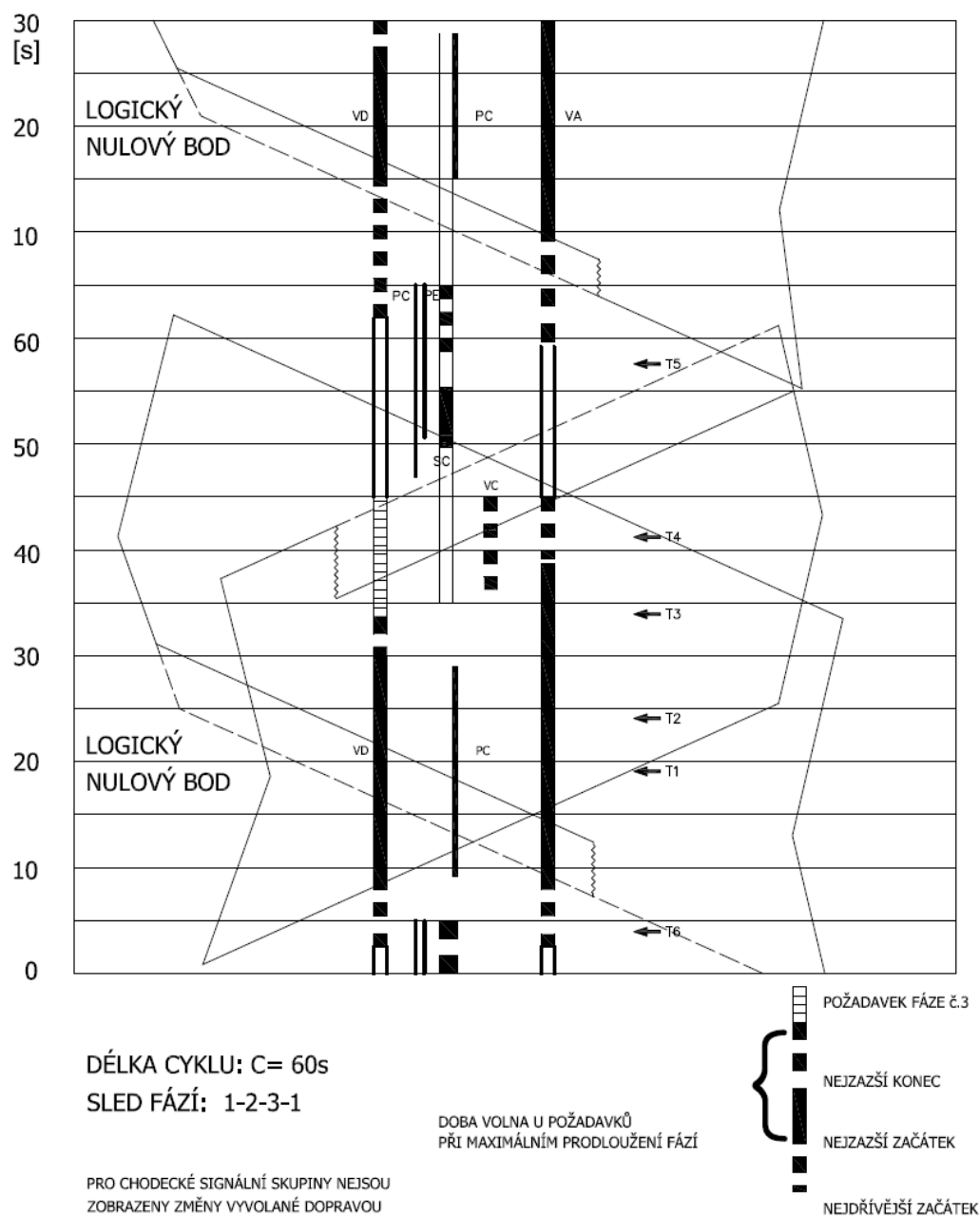
Logické podmínky

L1 = ČM (DVD)	≥ 3,0 s	: přerušení VD
L2 = ČM (DVA)	≥ 3,0 s	: přerušení VA
L3 = V (DVB1)		: požadavek VB
L4 = S (DVB2)	≥ 8,0 s	: dopravní kongesce VB
L5 = ČM (DVB1)	≥ 3,0 s	: přerušení VB
L6 = S (DSC)		: požadavek SC
L7 = ČM (DSC ^ DVC)	≥ 3,0 s	: přerušení SC, VC
L8 = V (DVC v PD v PE)		: požadavek VC, PD, PC

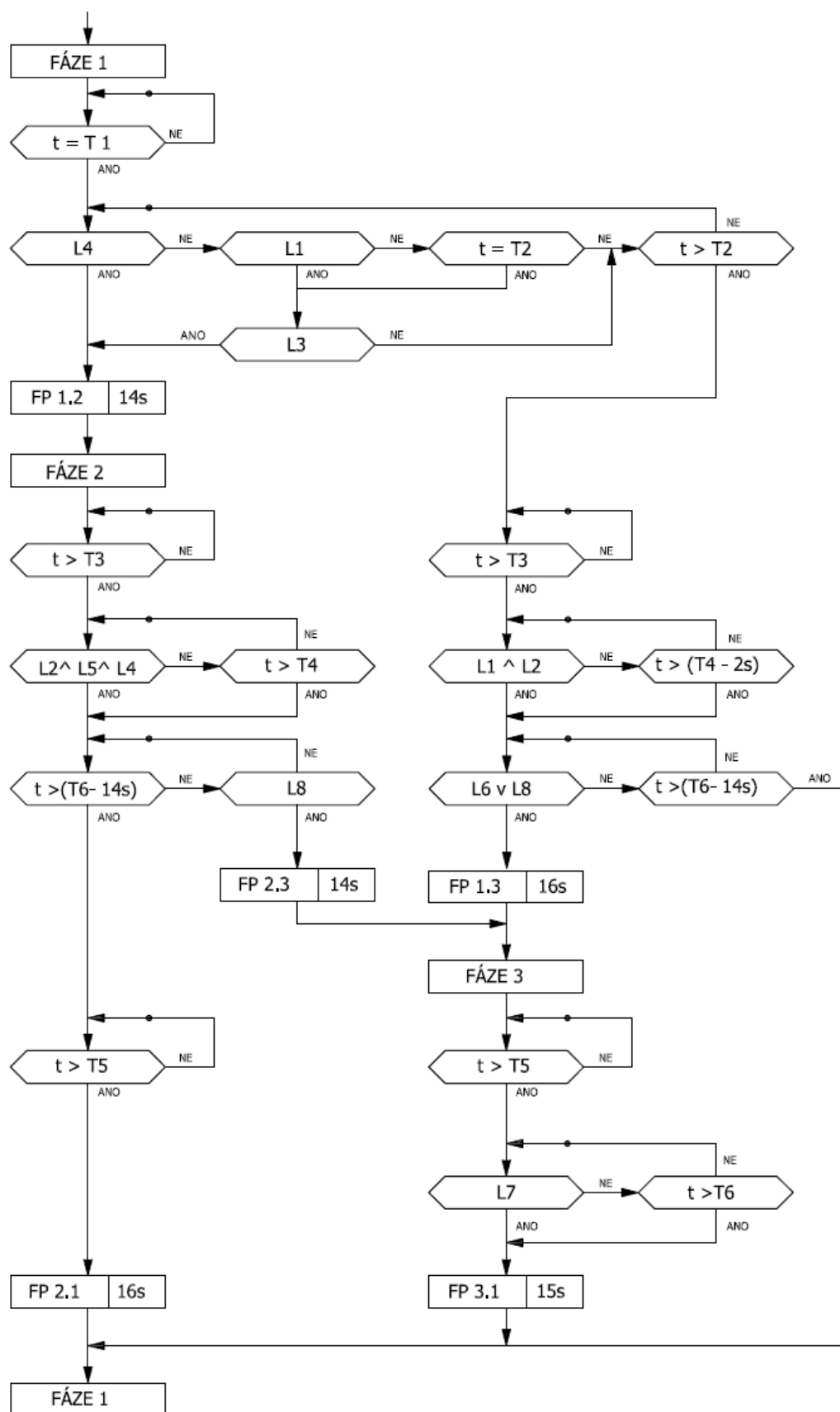
Časové podmínky

	doba v signálním plánu	
	SP1 (C = 60 s)	SP2 (C = 80 s)
T1 = nejdřívejší konec fáze č. 1 při požadavku VB	24	72
T2 = nejzazší konec fáze č. 1 při požadavku VB	29	02
T3 = nejdřívejší konec fáze č. 2 při požadavku VC, PD, PE	39	15
T4 = nejzazší konec fáze č. 2 při požadavku VB	45	28
T5 = nejdřívejší konec fáze č. 3	57	38
T6 = nejzazší konec fáze č. 3	05	48
časový bod přepínání	20	70

Časové podmínky musejí být přepočteny na společný referenční (logický, nulový) bod tak, aby hodnoty I ležely ve vzestupném sledu. V příkladu je totožný s přepojovacím časovým bodem.



Obr. D1.2 Diagram dráha – čas (k příkladu č. 1)



Obr. D1.3 Vývojový diagram (k příkladu č. 1)

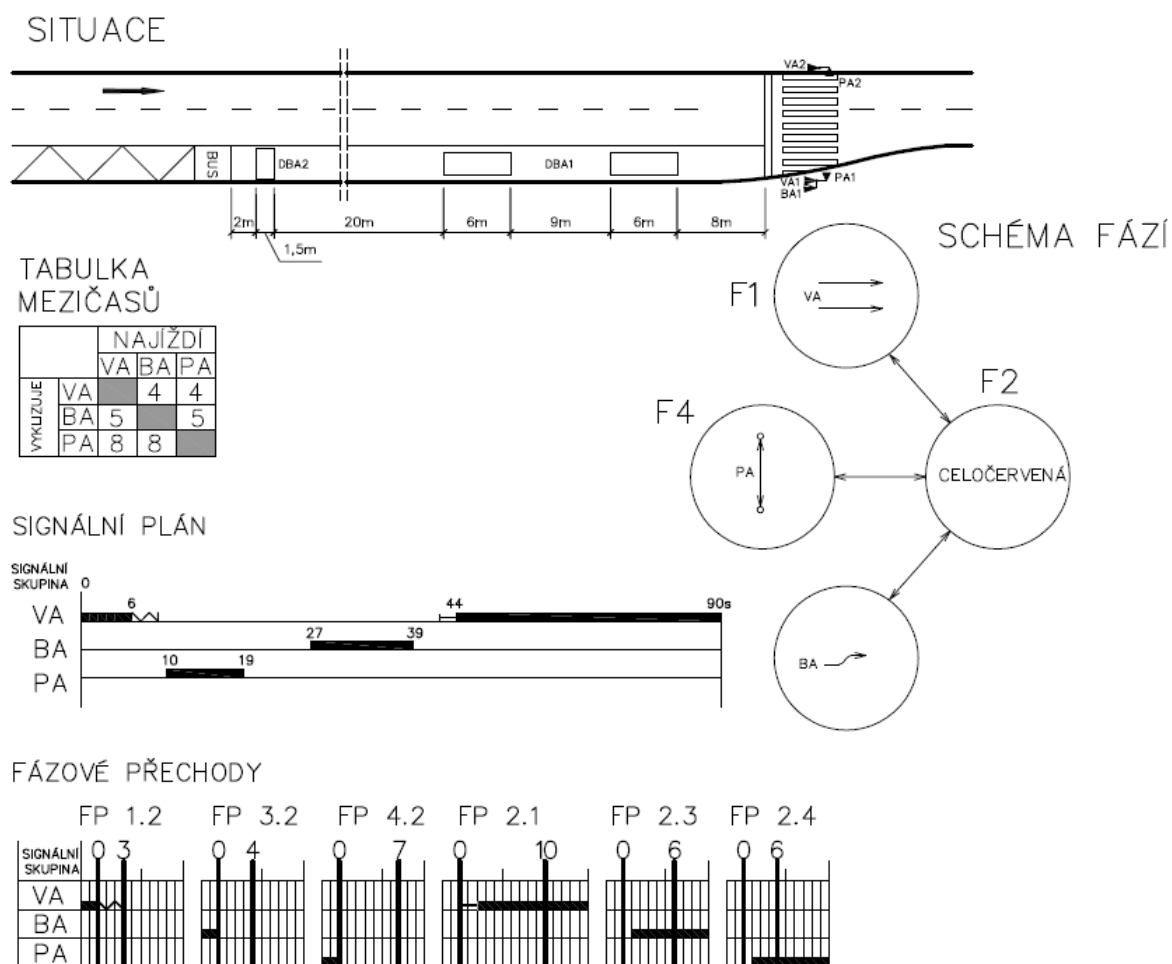
Ostatní podmínky

Mezi ostatní podmínky patří například rozhodnutí o vymazání požadavků na registraci časových mezer vozidel a na evidenci dopravní kongesce, uložených v paměti, a dále opatření při poruchách detektorů.

D.2.2 Příklad č. 2 – Výjezd autobusů ze zastávky na vyhrazeném pruhu před čelo vozidel IAD

Zadání úkolu

Vyhrazený pruh leží na trase zelené vlny, zastávka je umístěna asi 60 m před zúžením vozovky. Autobusy zastavují na zastávce časově libovolně a též doby pobytu na zastávce jsou velmi rozdílné. Požaduje se, aby autobus měl při vyjíždění do pokračujícího jízdního pruhu přednost před IAD a před provozem chodců.



Obr. D2.1 Výjezd autobusu ze zastávky ve vyhrazeném pruhu před čelo IAD

Řešení

Použity jsou následující způsoby řízení: „proměnná délka volna“ pro autobus (viz 4.3.1, tabulku 1, pořadové číslo B2) a „vkládání fáze na výzvu“ (pořadové číslo B4).

Uvažovány jsou čtyři fáze řízení. Fáze č. 3 (BA) a č. 4 (PA) jsou zařazovány pouze na výzvu přes fázi č. 2 (celočervená). Celočervená fáze zvyšuje flexibilitu pro fázi pro autobus. Signální skupina VA (fáze č. 1) zobrazuje signál volno bez požadavku BA a PA.

Fáze č. 4 pro chodce může být vyžadována mezi T1 a T2 bez narušení zelené vlny. Je-li požadavek chodců až do časového bodu T2, jsou chodci obslouženi v tom cyklu, který v logice řízení začíná v časovém bodě T3.

Fáze č. 3 pro autobus může být zařazena k časovému bodu T3 po 10 sekundách minimálního času volna pro VA. Nejzazším ukončením fáze č. 3 je časový bod T4.

Evidence měřených hodnot

Indukční smyčky k detekci autobusů pro předběžnou výzvu (DBA2) leží asi 50 m od stopčáry a pro hlavní výzvu (DBA1) se nacházejí v rozmezí 8 až 29 m před stopčárou. Během pobytu na zastávce nemůže autobus výzvu iniciovat. Konec oblasti zastávky je označen vodorovnou značkou a smyčka DBA2 je umístěna tak, aby byla ovlivněna teprve autobusem vyjíždějícím ze zastávky.

Detektory DBA1 jsou provedeny ve tvaru dvou dlouhých smyček, které reagují pouze tehdy, jsou-li obě obsazeny současně, čímž jsou vyloučena chybná hlášení osobními vozidly, která eventuálně nesprávně používají jízdní pruh vyhrazený pro autobusy.

Autobusy mohou svoji dobu volna prodloužit až ke stanovenému nejzazšímu časovému bodu T4, respektive k maximální době volna. Kritériem pro výzvu autobusů je časová mezera na detektoru DBA1, přičemž $CM > 1$ s.

Logika řízení obsahuje pomocný program (zde neznázorněný), který určuje požadavky chodců PA a jehož výsledky musejí být v téže sekundě přeneseny do vývojového diagramu.

Logické podmínky

Logické podmínky jsou znázorněny přímo ve vývojovém diagramu.

Časové podmínky

Existují dva druhy časových podmínek:

a) bez ovlivnění autobusem:

T1 = nejdřívejší časový bod účinnosti výzvy PA (fáze č. 4)	6. sekunda
T2 = nejzazší časový bod účinnosti výzvy PA (fáze č. 4)	27. sekunda

b) s ovlivněním autobusem pomocí BA:

T3 = nejdřívejší časový bod účinnosti výzvy BA (fáze č. 3)	70. sekunda
--	-------------

T4 = nejzazší časový bod konce fáze č. 3

60. sekunda

Minimální doba volna pro chodce:

- s ovlivněním autobusem nebo při nejzazší výzvě chodců: 5 s.
- bez ovlivnění autobusem: 9 s.

Minimální doba volna pro autobus: 5 s.

Maximální doba volna pro autobus: 15 s.

Minimální doba volna pro provoz motorových vozidel: 10 s.

Ostatní podmínky

Jsou použity následující příznaky:

M4 = 0: PA bez výzvy,

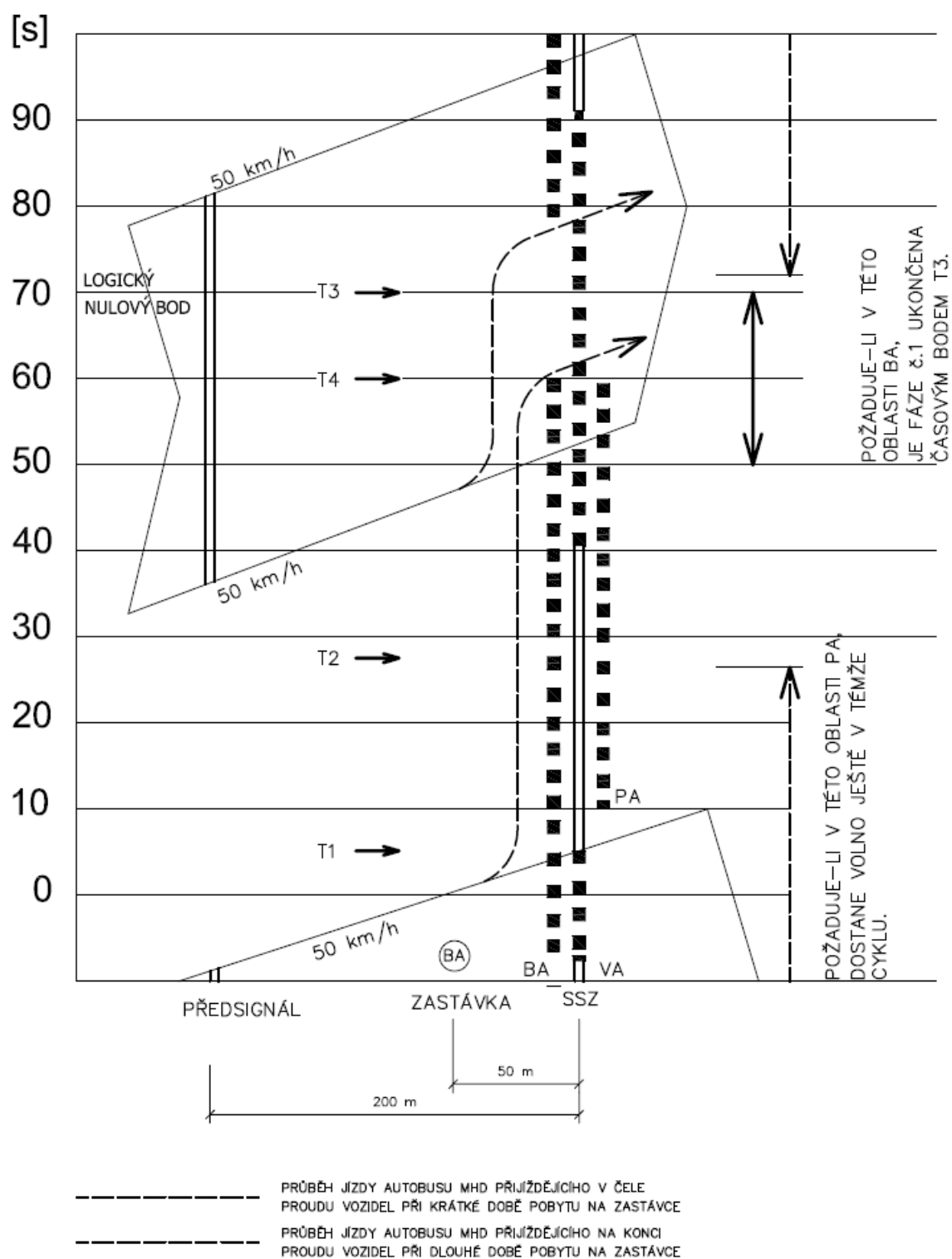
M4 = 1: PA má výzvu,

M4 = 2: PA byl aktuálně uvolněn v cyklu,

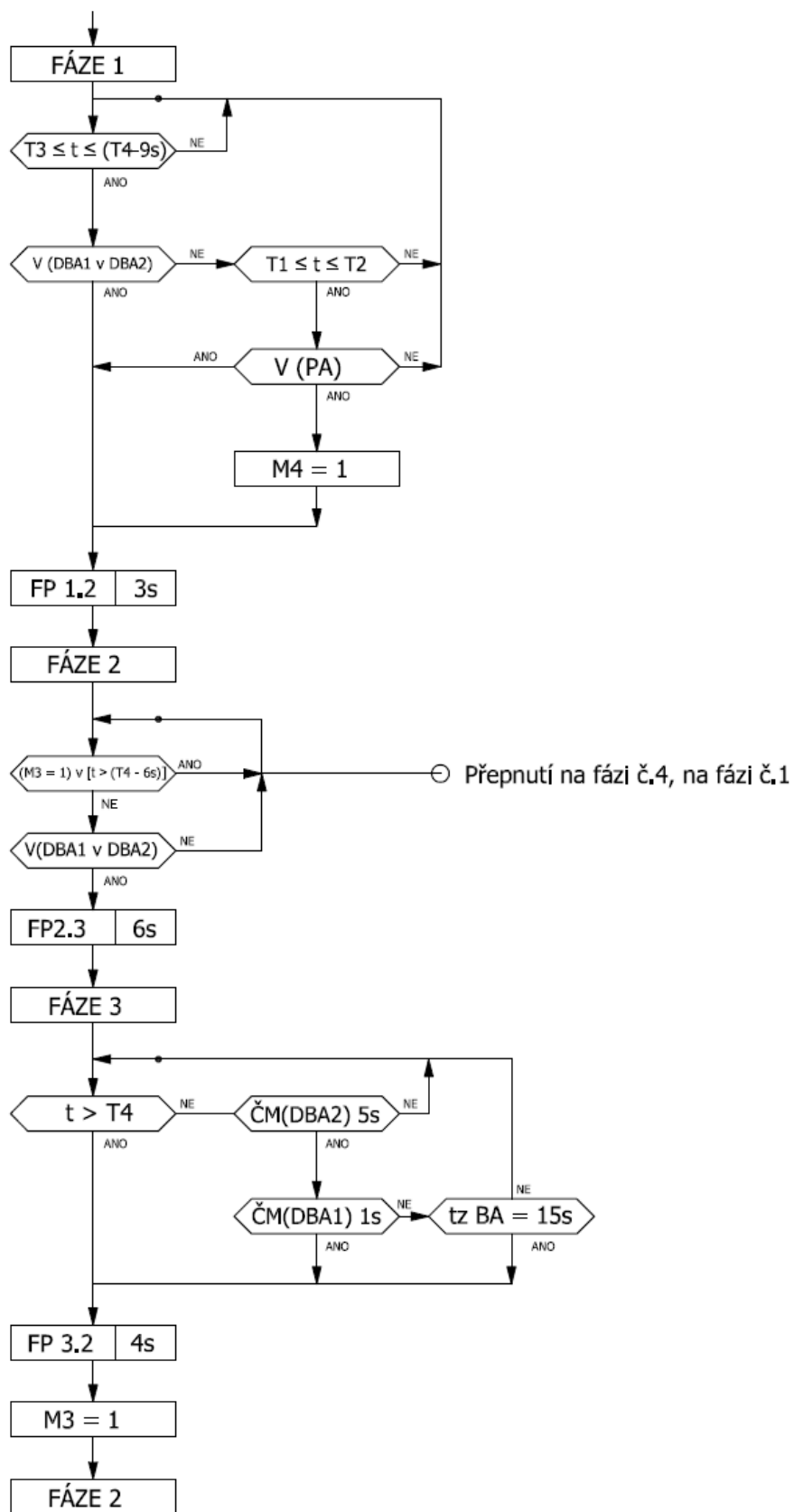
M3 = 0: BA nebyl aktuálně uvolněn v cyklu,

M3 = 1: BA byl aktuálně uvolněn v cyklu.

SIGNÁLNÍ PLÁN



Obr. D2.2 Diagram dráha – čas (k příkladu č. 2)



Obr. D2.3 Vývojový diagram (k příkladu č. 2)

D.2.3 Příklad č. 3 – Řízení na křižovatce „celočervená s okamžitou zelenou“

Zadání úkolu

Světelné signalizační zařízení nemá být z bezpečnostních důvodů na křižovatce vypnuto ani v době nízké intenzity provozu. Jedná se o samostatnou křižovatku bez začlenění do koordinace. Vzhledem k tomu, že se v blízkosti křižovatky nachází domov důchodců, je pro chodce zvolena vyklizovací rychlost 1 m.s-1.

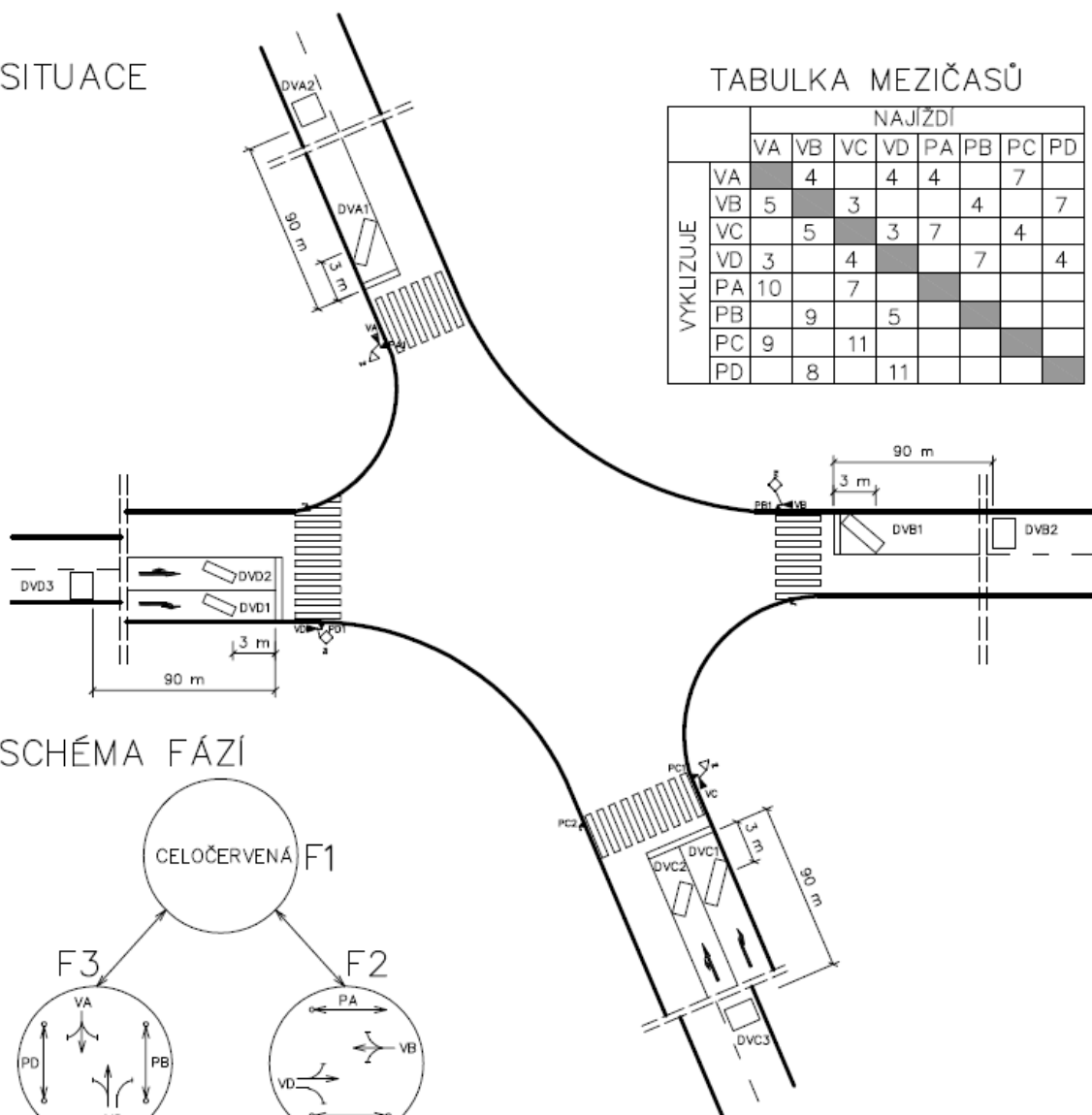
Z důvodu minimalizace čekacích dob a počtu zastavení má zařízení při slabé intenzitě provozu pracovat tak, aby jednotlivá vozidla nebo chodci dostali zelenou na výzvu „ihned“.

Řešení

Použity jsou následující způsoby řízení: „proměnná délka volna“ (viz 4.3.1, tabulku 1, pořadové číslo B2) a „vkládání fáze na výzvu“ (pořadové číslo B4). Základní signál všech signálních skupin je stůj (fáze č. 1); z této fáze se může výzvou bezprostředně zařadit fáze č. 2 nebo č. 3.

Jelikož by s ohledem na mezičasy přímé změny mezi fázemi č. 2 a č. 3 nemohly probíhat rychleji než „oklikou“ přes celočervenou fázi, upouští se od fázových přechodů FP 2.3 a FP 3.2, čímž dochází k podstatnému zjednodušení řídicí logiky řízení.

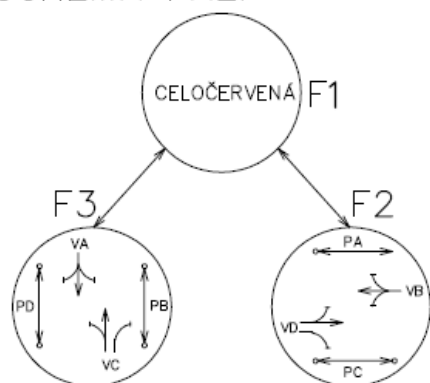
SITUACE



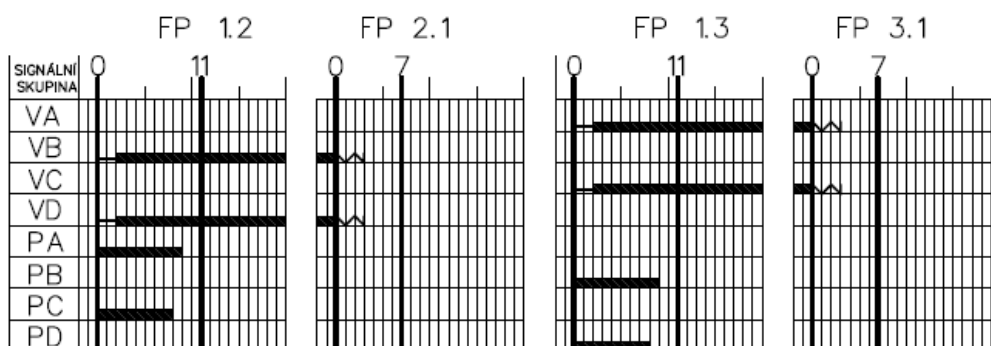
TABULKA MEZIČASŮ

		NAJÍŽDÍ							
		VA	VB	VC	VD	PA	PB	PC	PD
VYKLIZUJE	VA		4		4	4		7	
	VB	5		3			4		7
	VC		5		3	7		4	
	VD	3		4			7		4
	PA	10		7					
	PB		9		5				
	PC	9		11					
	PD		8		11				

SCHÉMA FÁZÍ



FÁZOVÉ PŘECHODY



Obr. D3 Řízení křižovatky „celočervená s okamžitou zelenou“

Fázové přechody FP 1.2 a FP 1.3 jsou definovány tak, že obsahují doby volna pro chodce a minimální doby volna pro motorová vozidla (zvoleno: min. tzn. = 10 s); v důsledku dlouhých mezičasů mezi vyklizujícími chodci a najíždějícími vozidly dochází ke krátkým dobám volna pro chodce.

Bezprostředně na sebe navazující požadavky chodců téhož směru mohou být účinné pouze přes fázi č. 1 (celočervená), poněvadž doby volna pro chodce nesmějí být přiřazovány k již uvolněnému, na přechod odbočujícímu podmíněně koliznímu dopravnímu proudu. Fázové přechody FP 2.1 a FP 3.1 jsou definovány tak, že proběhnou všechny mezičasy, nežli obnovená výzva může opět aktivovat fázi č. 2 nebo č. 3, čímž je také zajištěno, že při návratu do téže fáze chodci a vlevo odbočující vozidla již vyklidili kolizní prostor. Čas celočervené fáze při změně fází z fáze č. 2 nebo č. 3 přes celočervenou fázi zpět do téže fáze se tak prodlouží o 4 s.

Pro vozidla jsou určeny minimální a maximální doby volna. Maximální doby volna jsou potřebné tehdy, když chodci, případně kolizní proudy vozidel, požadují volno. Bez výzvy chodců a kolizních proudů vozidel je aktuální fáze ukončena při dosažení hodnot časové mezery.

Logické podmínky

- L1 = V (PA v PC) : výzva PA nebo PC
- L2 = V (PB v PD) : výzva PB nebo PD
- L3 = V (DVA1 v DVA2 v DVC1 v DVC2 v DVC3) : výzva VA nebo VC
- L4 = V (DVB1 v DVB2 v DVD1 v DVD2 v DVD3) : výzva VB nebo VD

Časové podmínky

- L5 = CM (DVA2, DVC3) > 3,5 s : přerušení VA a VC
- L6 = CM (DVB2, DVD3) > 3,5 s : přerušení VB a VD

Logické podmínky L1 až L4 vyjadřují požadavky chodců a vozidel, časové podmínky L5 a L6 kritéria přerušení podle předem daných hodnot časových mezer.

Pro dosažení pravidelného střídání při současných požadavcích fází č. 2 a č. 3 je zapotřebí dodatečného příznaku M2, jenž udává, která fáze byla naposledy zařazena:

- M2 = 1 : fáze č. 2 byla obsloužena jako poslední fáze před fází č. 1,
- M2 = 0 : fáze č. 2 nebyla obsloužena.

Indukční smyčky pro předběžné výzvy jsou umístěny tak, aby vozidlo, které požaduje volno při celočervené fázi, dostalo zelenou, aniž by před stopčárou muselo zastavit. Indukční smyčky DVA2, DVB2, DVC3 a DVD3 jsou současně použity k měření časových mezer.

Přídavné indukční smyčky (DVA1, DVB1, DVC1, DVC2, DVD1 a DVD2) pro výzvu je zapotřebí umístit přímo na stopčáry. Chodci realizují výzvu pomocí tlačítek pro chodce umístěných na stožárech návěstidel.

D.2.4 Příklad č. 4 – Preference odbočující tramvaje před vozidly v koordinaci

Zadání úkolu

Na křižovatce odbočuje trať tramvaje vpravo z hlavní se zvláštním tělesem uprostřed směrově rozdělené komunikace. Interval tramvaje je pravidelný – 10 min. Na základě signalizace na předchozí křižovatce přijíždí tramvaj k řešené křižovatce přibližně současně s kolonou motorových vozidel (mezi 9. a 16. sekundou cyklu), takže může odbočit až po jejich odjezdu, čímž u tramvaje dochází k časové ztrátě asi 35 s. Tramvaj má mít proto možnost odbočit již před proudem vozidel a tento má být v zelené vlně při příjezdu tramvaje pozdržen tak, aby bylo umožněno odbočení tramvaje, aniž by musela zastavit. Výkonnost křižovatky pro provoz motorových vozidel tím však nemá být ovlivněna.

Řešení

Makrořízení pozůstává ze zelené vlny pro provoz motorových vozidel s pevnou dobou cyklu 70 s. V mikroskopické rovině je použito způsobu řídicího postupu proměnné délky volna (viz 4.3.1, tabulku 1, pořadové číslo B2).

Při požadavku DTA2 je pevná doba volna na signálu TA posunuta tak, že končí až po průjezdu tramvaje TA v 16. sekundě. Přerušení není potřebné, poněvadž na základě vztahu dráha – čas dojde s vysokou pravděpodobností k průjezdu tramvaje ke konci této posunuté doby volna. Z důvodu, aby se udržela výkonnost provozu motorových vozidel, je u signálu VA posunut začátek doby volna z 13. sekundy na 25. sekundu a konec doby volna na 57. sekundu.

Evidence měřených hodnot

Aby byl umožněn nepřerušovaný průjezd tramvaje rychlostí 45 km.h^{-1} , musí být při dvanáctisekundovém prodloužení doby volna odstup ohlašovacího bodu DTA2 od stopčáry před signálem TA 187 m. Prodloužení je určeno pro ty tramvaje, které přijíždějí k detektoru mezi 61. a 3. sekundou. Tramvaje, které přijedou již před 61. sekundou k požadavkovému detektoru, prodloužení nepotřebují. Ohlašovací bod je umístěn 37 m před návěstidlem TA. Tento odstup vyplývá z doby reakce zařízení 1 s plus 2 s doby přejezdu rychlostí 45 km.h^{-1} . Tramvaj v protisměru může rovněž vyvolat požadavek volna, jestliže se její pravděpodobný čas dojezdu na signálu TB pohybuje mezi 4. a 16. sekundou. Podmínky pro tramvaj TB nejsou znázorněny.

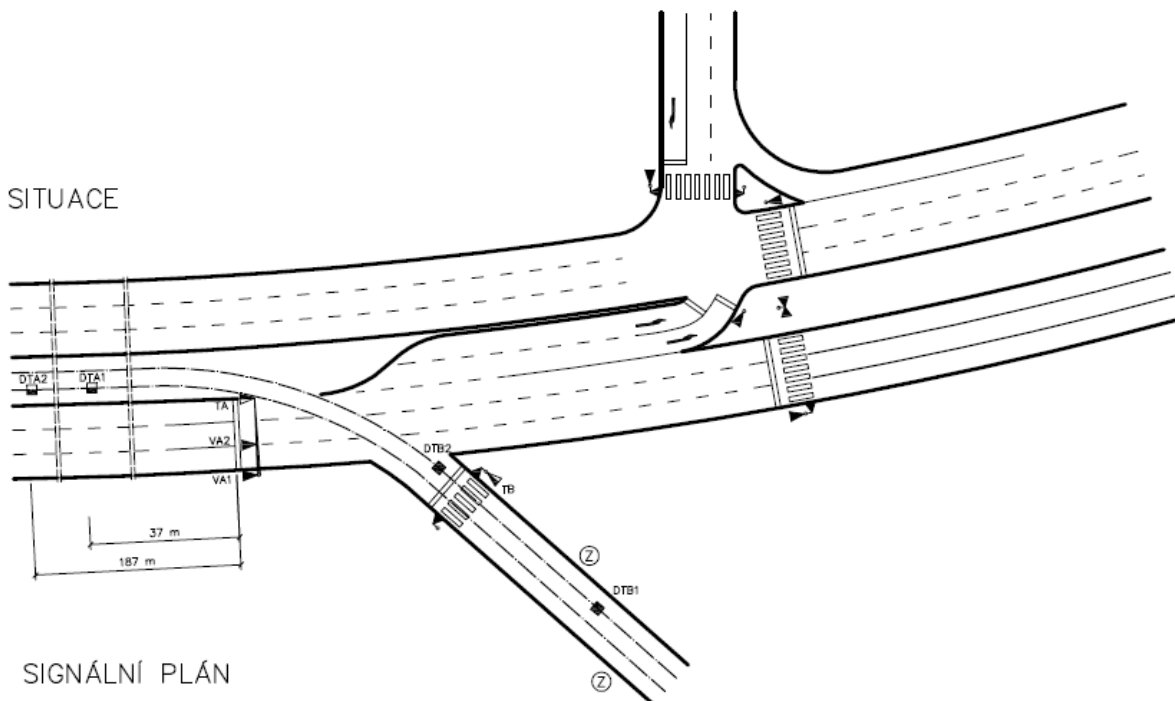
Logické a časové podmínky

V signálním plánu pro tento příklad stačí znázornění jako „běžný případ“ a „případ s požadavkem“.

Kontrola po uvedení do provozu

Po uvedení do provozu mají být kontrolovány následující parametry: poloha bodů ohlášení a odhlášení, časové body dotazu a účinky na zelenou vlnu.

SITUACE



SIGNÁLNÍ PLÁN

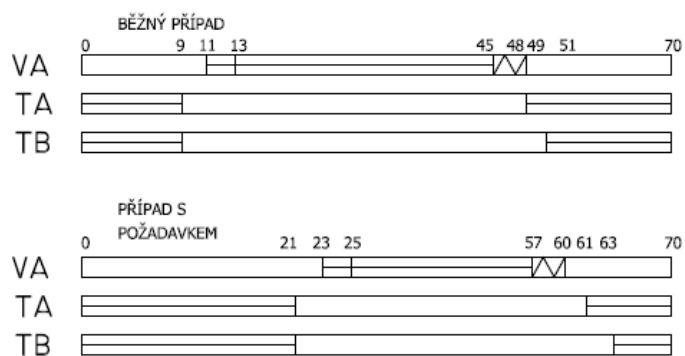
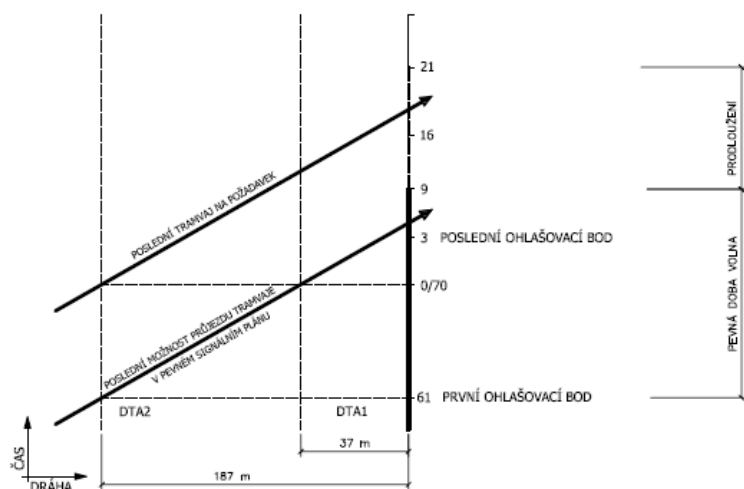


DIAGRAM DRÁHA – ČAS



Obr. D4 Preference odbočení tramvaje

D.2.5 Příklad č. 5 – Omezení vzniku kongescí na výjezdu z dálnice

Zadání úkolu

Výjezd z dálnice není většinu týdne příliš dopravně zatížen, o víkendech však dochází k dopravním kongescím a vzduť vozidel zasahuje až k průběžným jízdním pruhům dálnice. Tomu jevu se z bezpečnostních důvodů musí zabránit tak, aby provoz na silnici nebyl vzhledem k velké intenzitě dopravy příliš omezen.

Řešení

Světelné signalizační zařízení pracuje na základě volné tvorby signálního plánu (viz 4.3.1, tabulku 1, pořadové číslo B5) s následujícím průběhem. V hlavním směru VA, VB je signál volno (fáze č. 1) a odbočování vozidel ve fázi č. 2 a č. 3 je zapínáno na výzvu. Doba volna na všech vjezdech je přizpůsobována intenzitě provozu způsobem „měření časové mezery“.

Z detektoru na výjezdu z dálnice (DVE3) dostane řadič informaci, že vznikla kongesce, a následně je prodlužována doba volna pro proudy VD, VE ve fázi č. 3, a to i přes nastavenou maximální hodnotu pro případ, že kongesce není vyhodnocena. Doby volna pro ostatní fáze jsou kráceny.

Maximální doba volna pro fázi č. 3 je určena tak, aby vozidla nacházející se mezi stopčárkou a kongesční smyčkou na výjezdu z dálnice mohla během této doby volna odjet.

Evidence měřených hodnot

Hodnota časové mezery na detektorech umístěných na všech vjezdech ve vzdálenosti přibližně 30 m od stopčar (DVA, DVB1, DVC2, DVD2, DVE2) byla stanovena na 2,5 s a doba přítomnosti vozidla na kongesční smyčce detektoru DVE3 pro rozpoznání kongesce na 10,0 s.

Logické podmínky

Logické podmínky jsou znázorněny ve vývojovém diagramu.

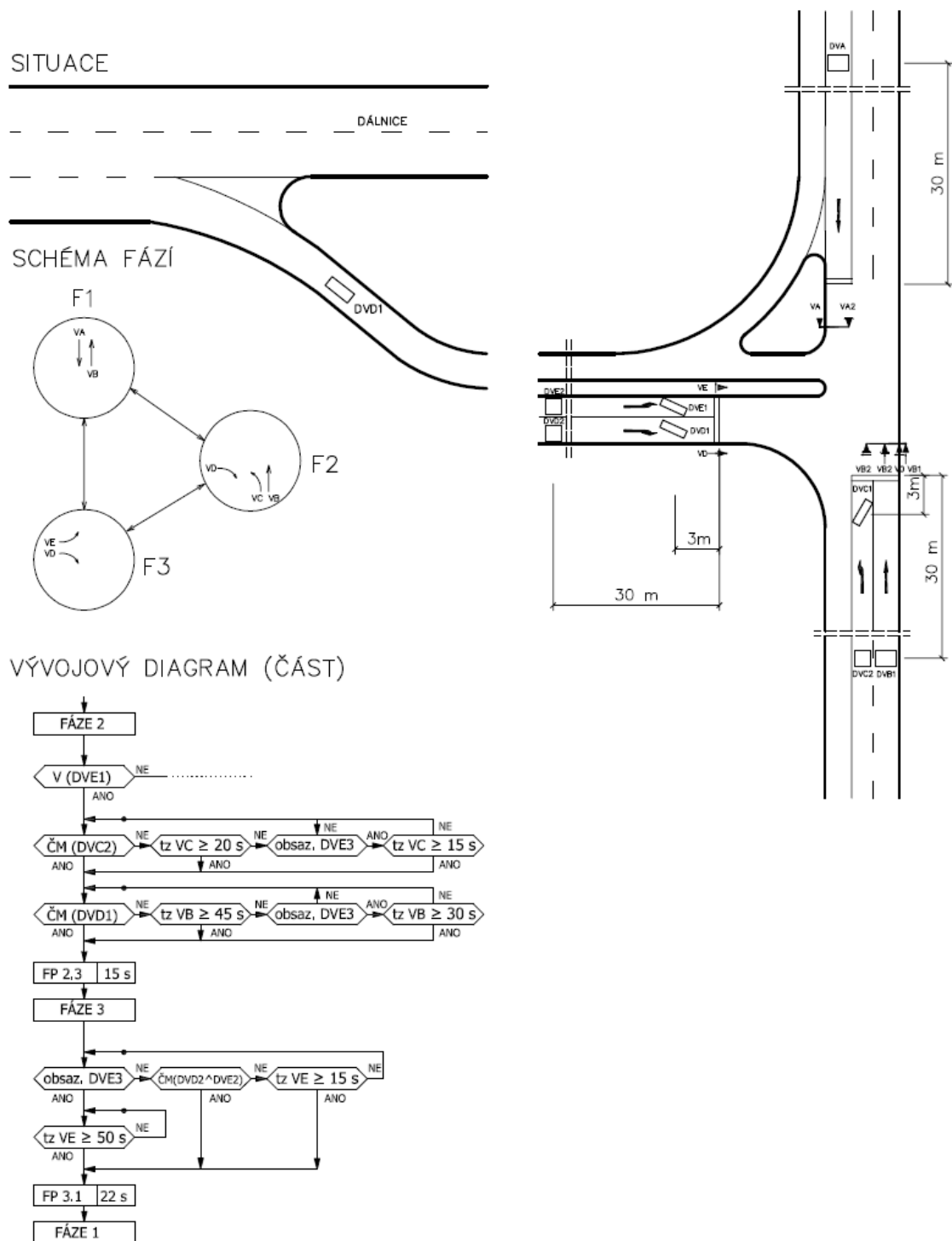
Časové podmínky

Minimální doby volna:

- VA, VB = 15 s
- VC, VD, VE = 5 s

Maximální doby volna:

- bez vzniku kongesce: VA = 35 s
VB = 45 s
VC = 20 s
VD, VE = 15 s
- při vzniku kongesce: VA = 20 s
VB = 30 s
VC = 15 s
VD, VE = 50 s



Obr. D5 Omezení vzniku kongesce na výjezdu z dálnice

D.2.6 Příklad č. 6 – Přechod pro chodce v koordinovaném tahu

Zadání úkolu

Jestliže ke konci doby volna pro vozidla (zeleného svazku) je intenzita provozu nízká, má být začátek doby volna pro chodce při koordinaci vozidel předsunut. Doba volna pro chodce se prodlouží, čímž se zkrátí jejich čekání. Provoz vozidel v zelené vlně nemá být tímto zásahem podstatně ovlivněn.

Na přechodu je intenzita chodců poměrně velká a intenzita vozidel je nerovnoměrná.

Řešení

Je použito způsobu řízení „proměnná délka volna“ (viz 4.3.1, tabulku 1, pořadové číslo B2). V důsledku koordinace trvá doba volna vozidel minimálně 17 s, a to od 8. do 25. sekundy; bez výzvy je tato doba volna až do 40. sekundy, přičemž nejvyšší dovolená rychlost činí 50 km.h⁻¹.

Evidence měřených hodnot

Časové mezery jsou evidovány v proudu motorových vozidel u každého pruhu; zvolená hodnota časové mezery CM > 3,0 s. Obě indukční smyčky jsou umístěny přibližně 40 m před stopčárkou (viz 4.5.3.2).

Logické podmínky

$$L1 = CM (DVA1 \wedge DVA2) \uparrow 3,0 \text{ s}$$

Časové podmínky

T1 = nejdřívější konec fáze č. 1 25. sekunda

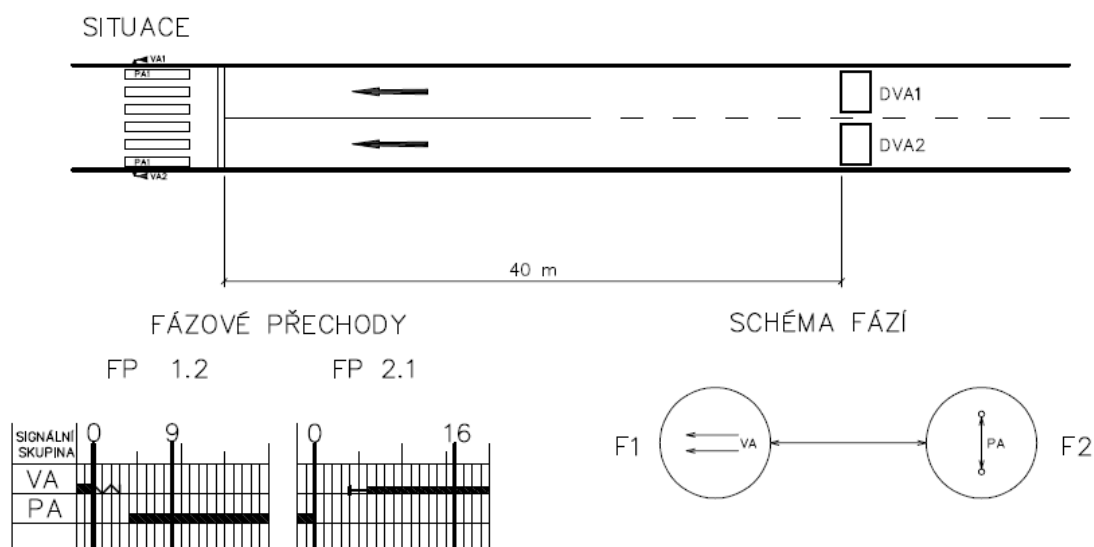
T2 = nejzazší konec fáze č. 1 40. sekunda

T3 = konec fáze č. 2 02. sekunda

délka cyklu 60 s

Ostatní podmínky

Iniciace časových mezer na detektorech DVA1 a DVA2 se vztahuje k časovému bodu T1.



Obr. D6 Přechod pro chodce v koordinovaném tahu

D.2.7 Příklad č. 7 – Uvolnění tramvajového pruhu přijíždějící tramvaji

Zadání úkolu

Z prostorových důvodů je na vjezdu do křižovatky tramvajový pás pojížděn vozidly a je na něm zřízen řadicí pruh pro odbočení vlevo. Křižovatka není zařazena do koordinace, doba cyklu činí 70 s. Cílem je odstranit zdržení tramvaje způsobované proudem odbočujících vozidel.

Řešení

Je použito postupu řízení „zařazení fáze na výzvu“ (viz 4.3.1, tabulku 2, pořadové číslo B4). Řízení je založeno na výzvě a odhlášení tramvaje TA a na intenzitě vlevo odbočujících vozidel VA. Vychází se z předpokladu, že v době od výzvy tramvaje pro přejezd stopčáry mohou při běžné intenzitě provozu z kolizního řadicího pruhu odbočit dvě vozidla. V případě, že je v řadicím pruhu více vozidel, musí být ještě před příjezdem zastaven protisměr (TC, VC). Jelikož tramvaj TA a vozidla VA používají společný jízdní pruh, mají být signály volno zapínány stejně, což platí stejně pro opačný směr TC a VC.

Evidence měřených hodnot

Průjezd tramvaje ohlašovacími detektory DTA1 a DTA2 umožní zapojení fáze č. 2, a to z kterékoliv jiné fáze programu. Vzdálenosti ohlašovacích detektorů od stopčáry závisejí na časech signálního plánu. Vypočtou se z potřebné doby mezi ohlášením tramvaje a požadovanou obsluhou (t_1 , t_2) a z předpokládané jízdní rychlosti tramvaje (50 km.h^{-1}), přičemž potřebná doba mezi ohlášením tramvaje a požadovanou obsluhou se skládá z dob změn příslušných fází a z doby nutné pro vyklizení vozidel odbočujících vlevo:

$$t_1 = t_{1.2} + t_{LO} = 5 + 5 = 10 \text{ s} \quad L_1 = 140 \text{ m},$$

$$t_2 = t_{1.3} + t_{3.2} = 15 + 10 = 25 \text{ s} \quad L_2 = 345 \text{ m},$$

kde: t_1, t_2 = doby mezi ohlášením tramvaje a požadovanou obsluhou,

L_1, L_2 = vzdálenosti detektorů od stopčáry,

$t_{1.2}, t_{1.3}, t_{3.2}$ = doby fázových přechodů,

t_{LO} = doba vyklizení pruhu vlevo odbočujícími vozidly.

Smyčka detektoru DVA1 slouží k detekci vlevo odbočujících vozidel a je umístěna asi 10 m před stopčárou, aby mohla přibližně dvě vozidla odbočit před najíždějící tramvají, aniž by musel být zastaven protisměr.

Smyčka detektoru DVA2 leží za stopčárou a slouží k registraci vlevo odbočujících vozidel v oblasti křižovatky. Bod odhlášení tramvaje (DTA3) je umístěn bezprostředně za stopčárou tak, aby následující fáze mohla začít co nejdříve.

Logické podmínky

$L_1 = V(DTA1) \wedge S(DVA2) \uparrow 5 \text{ s}$: výzva tramvaje na DTA1 a přítomnost vozidla na DVA2

$L_2 = V(DTA2) \wedge S(DVA12) \uparrow 5 \text{ s}$: výzva tramvaje na DTA2 a přítomnost vozidla na DVA1

L3 = V (DTA3) : výzva tramvaje TA

Časové podmínky

T1 = začátek fázového přechodu FP 1.3 28. sekunda

T2 = začátek FP 2.4 34. sekunda

T3 = nejzazší časový bod k opakování fáze č. 1 20. sekunda

T4 = začátek FP 3.1 50. sekunda

T5 = začátek FP 2.4 po včasném ohlášení TA 59. sekunda

délka cyklu: 70 s

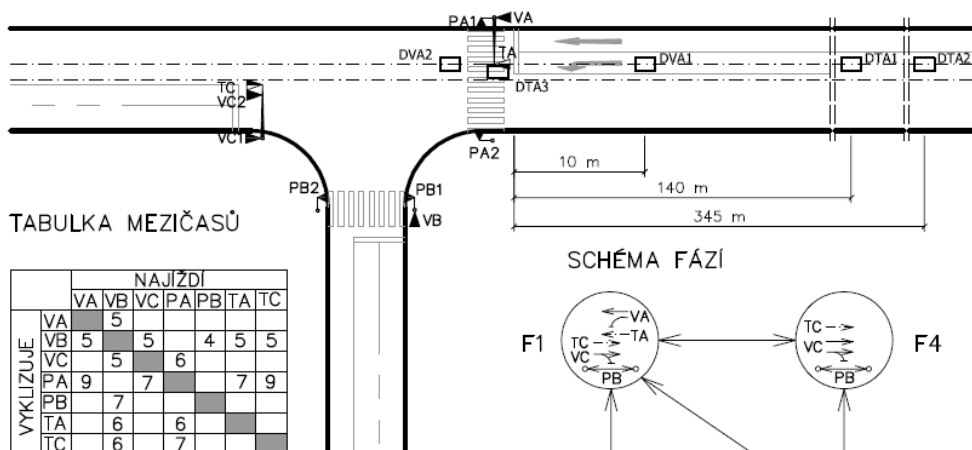
Ostatní podmínky

Výzvy jsou ukládány do paměti až do jejich odvolání. Vymazání uložených požadavků detektoru tramvaje se provádí při výzvě na detektoru DTA3 nebo v časových bodech T4 nebo T5.

Kontrola po uvedení do provozu

Obzvláště důležitá je kontrola polohy ohlašovacích bodů na základě vyhodnocení ve skutečném provozu.

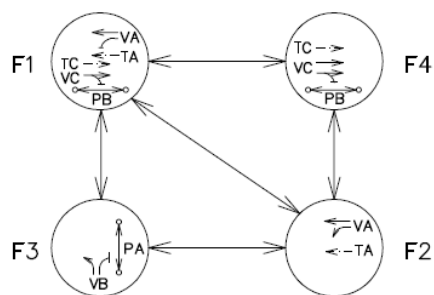
SITUACE



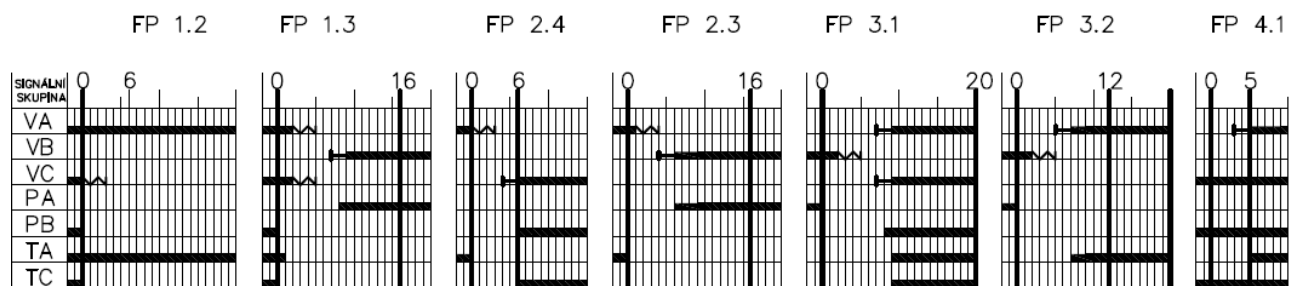
TABULKA MEZIČASŮ

		NAJÍŽDI						
		VA	VB	VC	PA	PB	TA	TC
VYKLIZUJE	VA		5					
	VB	5		5		4	5	5
	VC		5		6			
	PA	9		7			7	9
	PB		7					
	TA		6		6			
	TC		6		7			

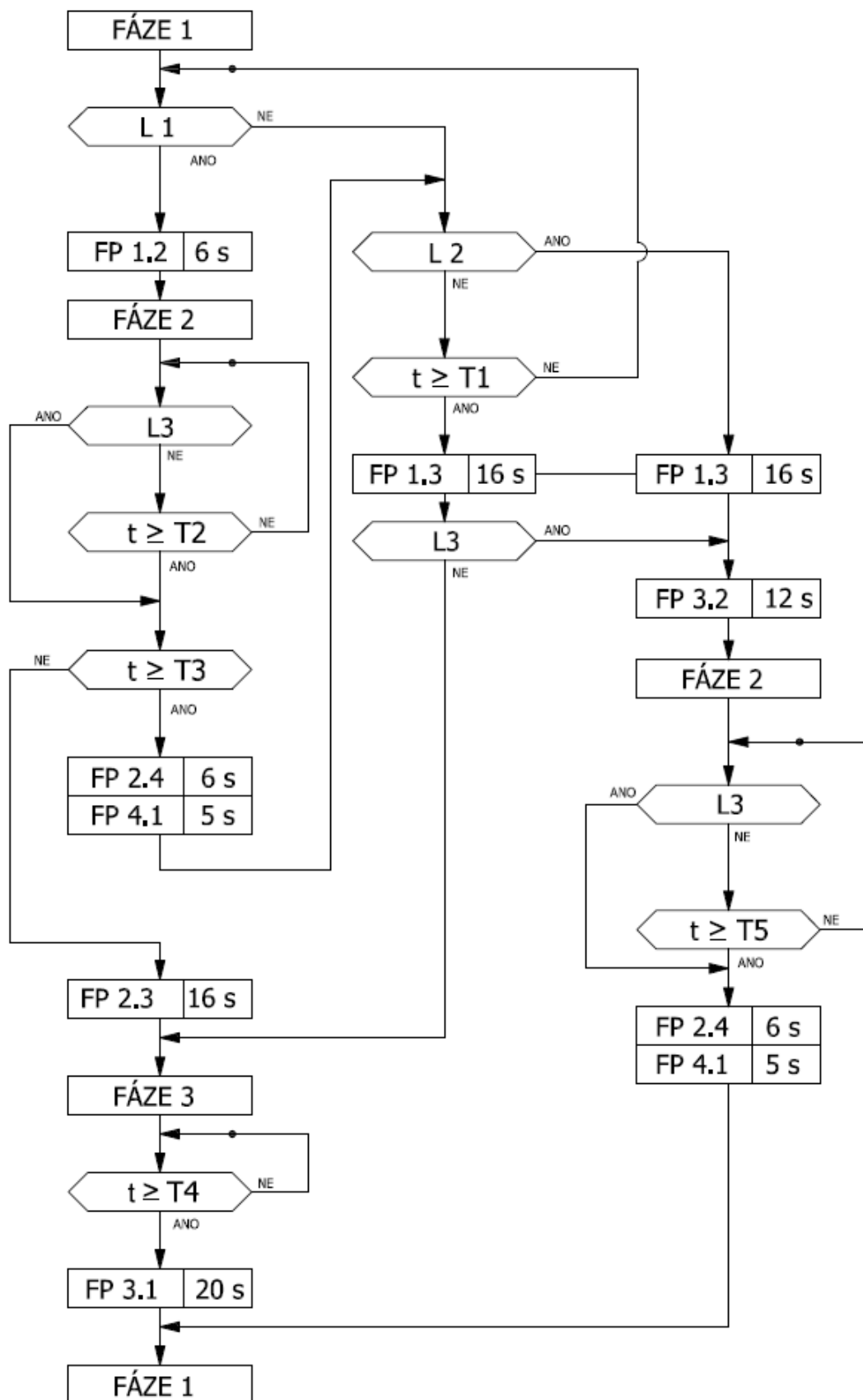
SCHEMA FÁZÍ



FÁZOVÉ PŘECHODY



Obr. D7.1 Uvolnění tramvajového pruhu projíždějící tramvají



Obr. D7.2 Vývojový diagram (k příkladu č. 7)

PŘÍLOHA E NAVRHOVÁNÍ KOORDINACE – ZELENÉ VLNY

Pro navrhování koordinace světelně řízených křižovatek lze použít grafický nebo numerický způsob. Při grafickém způsobu mohou být lépe zohledněny místní zvláštnosti a specifický pracovní postup zpracovatele. Při navrhování koordinace na silniční síti je vhodný numerický způsob, který však vyžaduje složitější přípravu dat. Pomocí výpočetní techniky se mohou obě metody efektivně kombinovat, přičemž je sestava rovnic vyjádřena částečně s minimální pracností a výstup je znázorněn analyticky i graficky na monitoru.

E.1 Grafický způsob

Grafické zobrazení diagramu dráha – čas pro komunikaci se zelenou vlnou vychází ze situačního plánu. Nejdříve jsou pro tento návrh vytvořeny předpoklady, tj. odhadnuta jízdní rychlost a stanovena společná jednotná doba cyklu na všech křižovatkách, přičemž určující dobou cyklu pro koordinaci bývá doba cyklu kritické křižovatky (viz 5.2). Poté následuje grafické znázornění svazků diagramem dráha – čas (zkoušením) se všemi charakteristickými údaji.

Doporučuje se měřítko:

osa x pro čas: 1,0 mm = 1,0 s nebo 1,0 mm = 0,5 s,

osa y pro dráhu: 1,0 mm = 5,0 m nebo 1,0 mm = 2,0 m.

E.2 Numerický způsob

Numerický způsob návrhu koordinace vychází ze stochastického sestavení rovnic, které se rozlišují jednak podle druhu a přesnosti vstupních dat a dále podle uspořádání a rozsahu matematického modelu.

Existují takové postupy výpočtu, jimiž je možné při předem známých prvcích signálního plánu provádět jak návrh signálního plánu, tak i optimalizaci změn. Často je nutné vypracovat nový návrh, poněvadž určité okrajové podmínky nemohou být v signálním plánu zohledněny. Optimalizační programy předvídají minimalizaci čekacích dob, počet zastávek, spotřebu pohonných hmot nebo součet těchto vyhodnocovacích veličin. Provádění výpočtů všeobecně probíhá interaktivně nebo systematickým hledáním.

E.3 Příklady zelené vlny

Na obrázku E1 je znázorněn progresivní systém s plynulým vedením zelené vlny (viz 5.2.5.1). Příklad zároveň obsahuje i zvláštní případ simultánního systému (křižovatky č. 4, 5, 6). Ve vedlejších směrech je přitom stanovena jednotná doba volna (19 s), a doby zelených v hlavním směru tak mohou simultánně začínat a končit. Druhou variantou může být simultánní začátek pro hlavní směr a progresivní konec doby volna.

Při pevném vedení zelené vlny by docházelo na začátku kolony na křižovatce č. 1 k nebezpečné době náskoku 4 s, proto zde není použit princip pevného vedení zelené vlny; na křižovatce č. 2 pak dochází k době předstihu 4 s, při předem dané době 16 s pro protisměr.

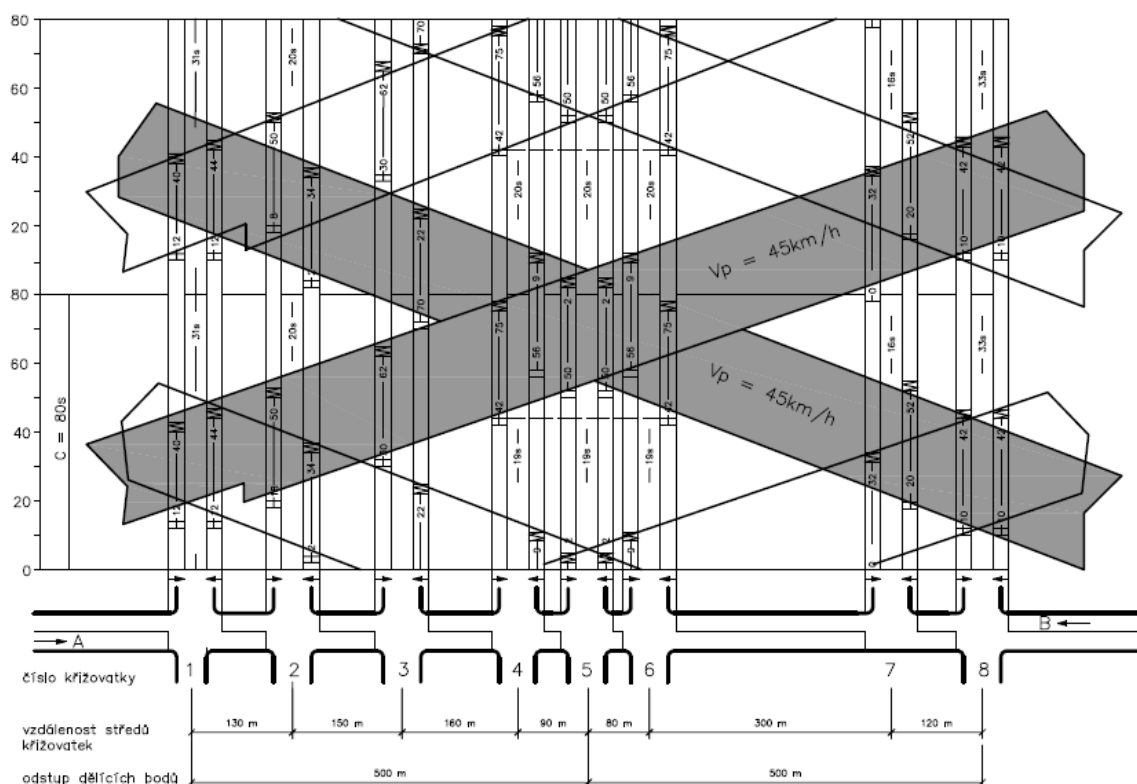
Na křižovatce č. 3, přibližně v polovině odstupe dělicích bodů mezi křižovatkami č. 1 a č. 5, jsou protisměrné zelené pásy umístěny vzájemně tak, že v obou směrech jízdy mohou řidiči odbočující vlevo volně opouštět křižovatku. Pro vedlejší směry je nutné buď předepsat příkazaný směr jízdy vpravo, nebo vedlejší směry musejí být jednosměrné z křižovatky. Chodci nemohou přejít hlavní směr jízdy najednou.

Na obrázku E2 je znázorněn jednak příklad různých širokých zelených svazků, rovněž i příklad se stálým průběhem zeleného svazku v jednom směru a s proměnným průběhem zeleného svazku v protisměru.

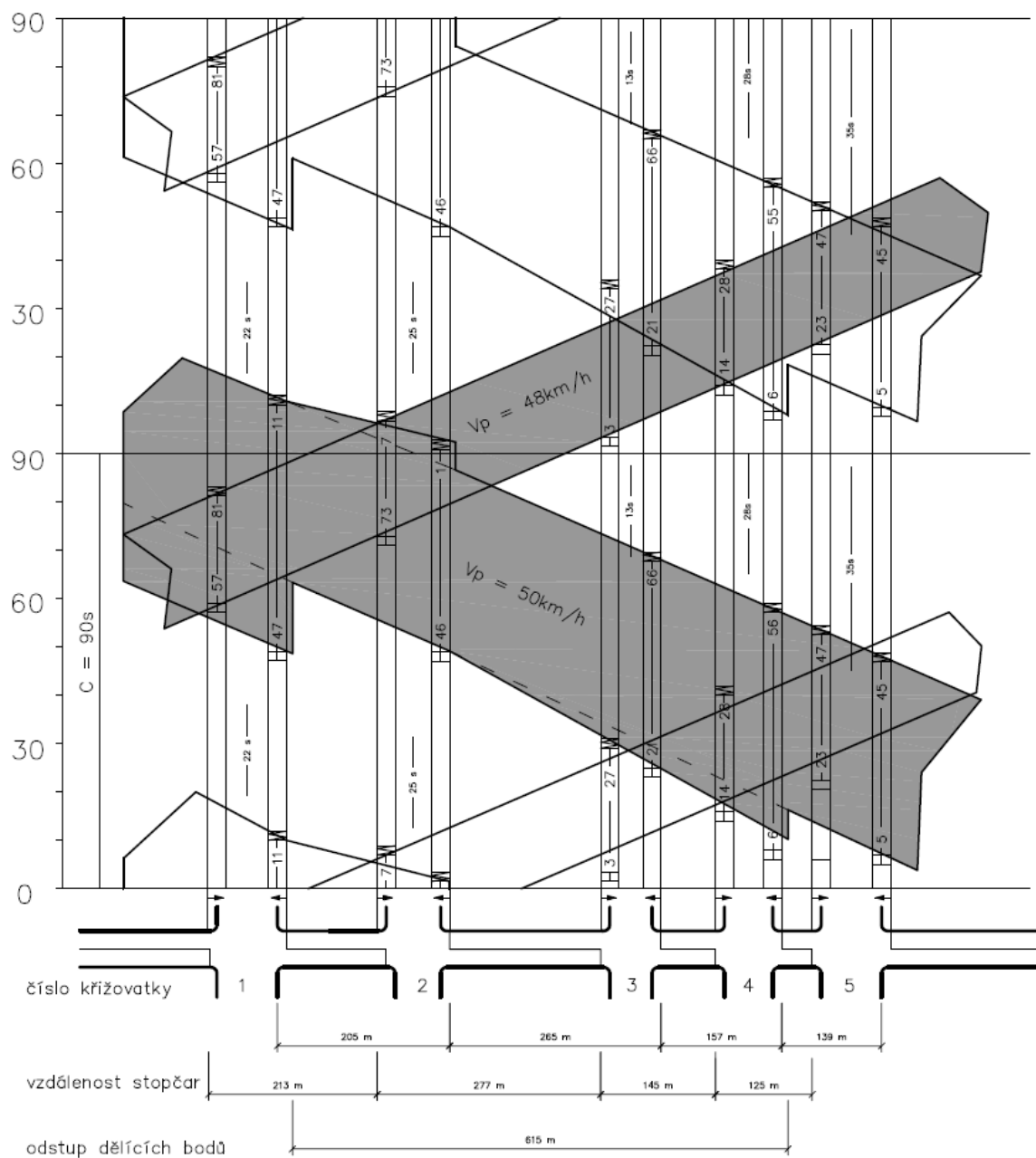
E.4 Příklad signálního trychtýře

K usměrnění časově prostorového řízení dopravy v zelených vlnách se mohou použít rychlostní signály (viz 5.3). Zvláštní případ použití rychlostních signálů představuje signální trychtýř, kdy jsou rychlostní signály řazeny tak, že náhodně přijíždějící vozidla jsou spojována do kolon vozidel, které pak na první světelné signalizační zařízení silničního tahu dojedou na zelenou.

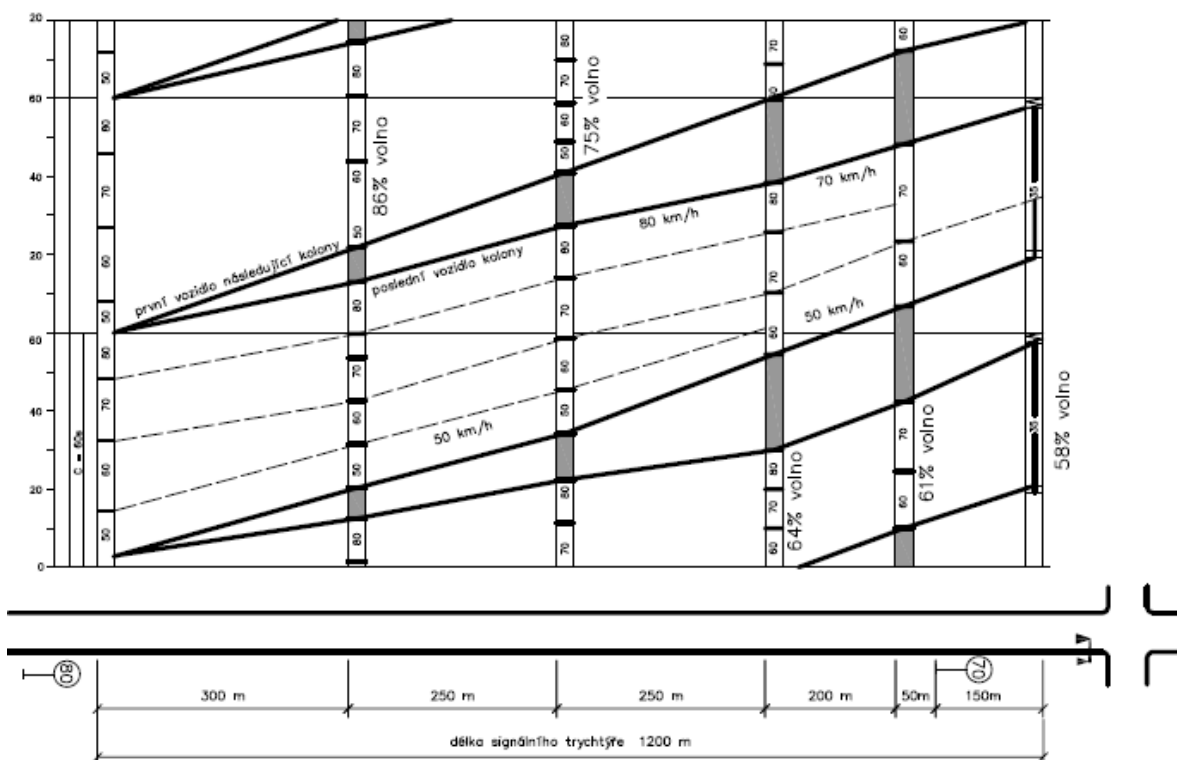
Délka signálního trychtýře vyplývá z průběhu jízdní dráhy posledního vozidla s nejvyšší možnou rychlostí v jedné koloně a z jízdní dráhy prvního vozidla s nejnižší jízdní rychlostí v koloně následující. V řezu, kde se trajektorie těchto rychlostí kříží se začátkem signálního trychtýře, je zapotřebí umístit první rychlostní návěstidlo (viz obr. E3). Délka signálního trychtýře je tím větší, čím menší je rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší rychlostí a čím delší je signální doba stůj na prvním světelném signalizačním zařízení.



Obr. E1 Příklad progresivního systému s plynulým vedením zelené vlny



Obr. E2 Příklad různě širokých zelených svazků s pevným a nepevným vedením zelené vlny



Obr. E3 Příklad signálního trychtýře

PŘÍLOHA F POSTUP PŘI PŘEPÍNÁNÍ SIGNÁLNÍCH PLÁNŮ

F.1 Všeobecně

Rozdílné podmínky dopravy vyžadují signální plány s rozdílnou délkou cyklu a s rozdílným schématem fází a změn fází. Změna mezi dvěma signálními plány je označena jako přepínací postup. K přepínání může dojít v okamžiku, kdy je přechod dopravně účelný, tzn. má být realizován s co nejmenším ovlivněním provozu a též s únosnými náklady z hlediska řídicí techniky.

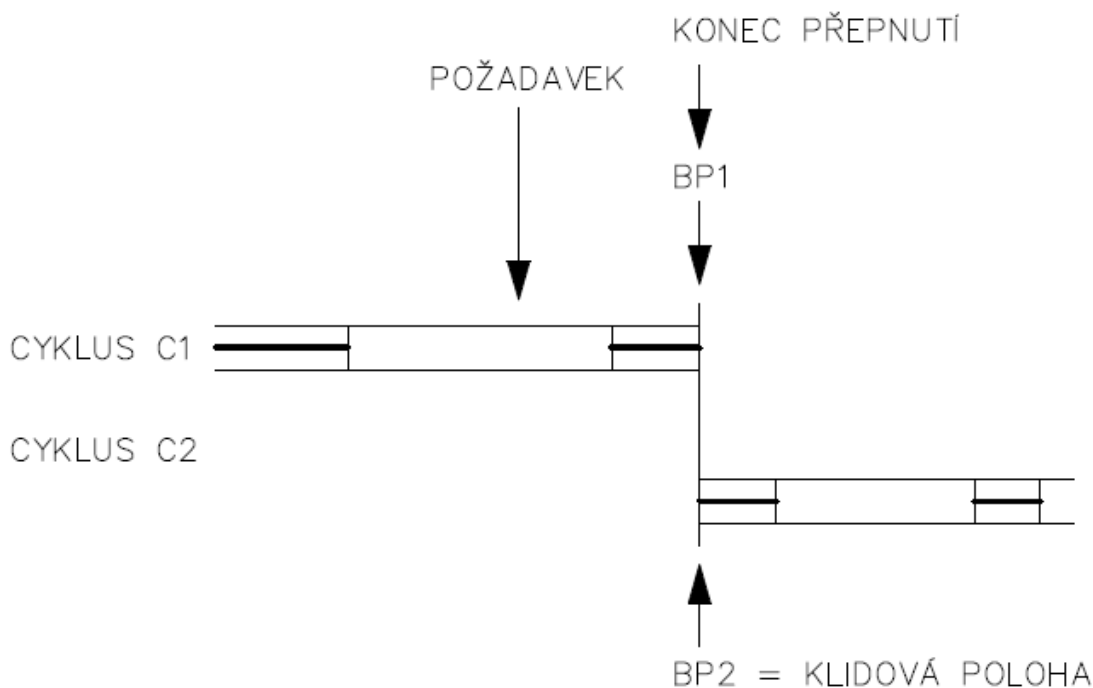
Rozhodnutí o přepnutí běžného signálního plánu na jiný signální plán je učiněno na základě předem daných přepínacích časových bodů (provoz „off-line“) nebo na základě aktuálně zjištěných měřených údajů (provoz „on-line“).

F.2 Principy postupu

Následně jsou popsány základní principy řízení, které slouží k porozumění průběhu přepínání a mohou být použity jako podklad pro návrh řešení.

F.2.1 Přepínání přímé

Při požadavku na přepnutí dobíhá aktuálně zařazený signální plán k časovému bodu přepnutí BP1, zatímco žádaný program čeká a klidová pozice se nachází v přepínacím bodě BP2. Jakmile je ve stávajícím programu dosaženo přepínacího časového bodu BP1, je současně deaktivován starý program a aktivován nový, a to počínaje přepínacím časovým bodem BP2 (viz obr. F1).



Obr. F1 Přepínání přímé

F.2.2 Přepínání s prostojem

Při požadavku na přepnutí doběhne aktuálně zařazený program až k přepínacímu časovému bodu BP1, poté je program deaktivován tím způsobem, že zůstane zachován poslední signální obraz, a až do doby dosažení následujícího přepínacího časového bodu BP2 běží referenční doba dosud neaktivního programu. Mezi přepínacím časovým bodem starého a nového programu se vytváří tzv. prostoj (viz obr. F2).

Pro směry se signálem stůj na konci přepínaného programu dochází k dalšímu prodloužení čekacích dob, a proto je způsob přepínání s prostojem realizovatelný pouze tehdy, jestliže jsou směry se signálem stůj minimálně zatíženy nebo pokud může být případná dopravní kongesce během krátké doby odstraněna.

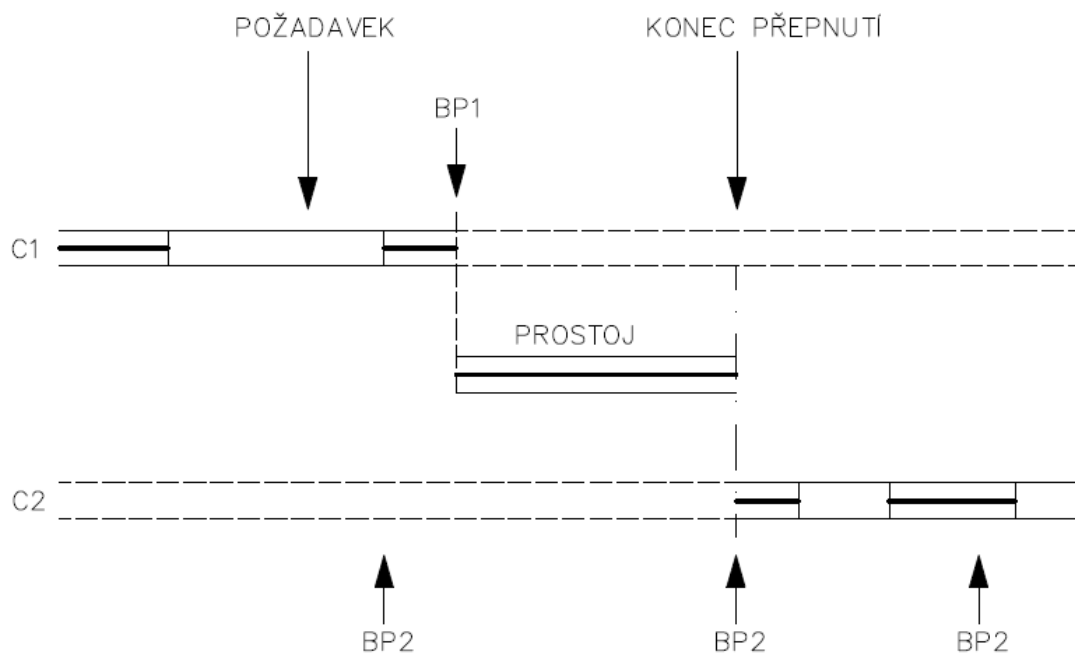
Pro koordinované řízení se z hlediska návrhu jeví metoda přepínání s prostojem jako jednoduchá, délka prostojů je však omezena rušivými účinky na provoz. Pro izolované řízení je tento postup zcela nevhodný.

Při použití dynamického řízení je zapotřebí zohlednit, že porucha v plynulosti provozu vyvolaná prostojem s sebou nese další požadavek na rozhodování o dopravou řízeném přepínání, a může tak být důvodem nestability řízení.

Existují různé možnosti ke zkrácení nebo k úplnému odstranění vyskytujících se prostojů:

- předem daná maximální hodnota pro trvání prostojů, tím je dosaženo synchronizace nově zařazovaných programů až po několika krocích;

- hledání nejkratšího prostoju v rámci předem daného počtu cyklů, výhodné je použití doby cyklu s nejmenším společným násobkem;
- určení několika přepínacích časových bodů v rámci každého cyklu signálních plánů, kdy jsou zjišťovány očekávané prostoje dvojmo, přičemž nový program je aktivován s nejkratším prostojem;
- určení oblastí přepínacích dob namísto časových bodů přepínání, během přepnutí mezi signálními plány jsou pak časové body přepínání stanoveny automaticky v závislosti na dopravní situaci;
- změna fáze během přepínání.

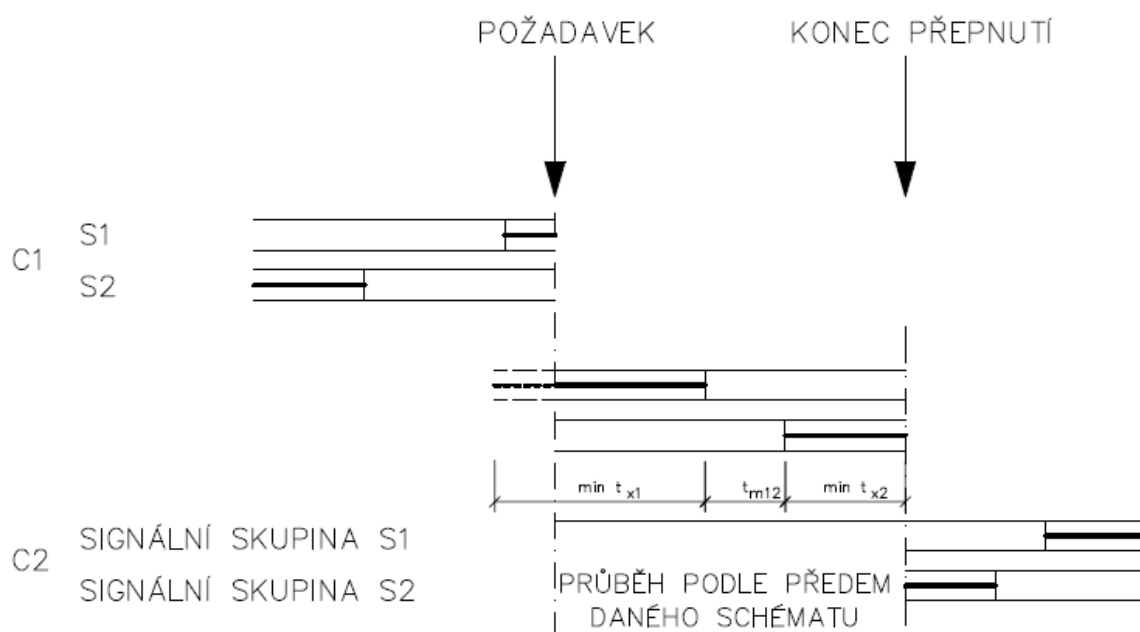


Obr. F2 Přepínání s prostojem

F.2.3 Přepínání bez definovaného časového bodu přepnutí

Při požadavku na přepnutí je aktuálně zařazený program deaktivován a jeho signální obraz porovnán s novým programem. Při neshodě signálních obrazů jsou dotčené signální skupiny převedeny do stavu podle signálního obrazu nového programu při zohlednění minimálních dob signálů volno, mezičasů a případně maximálních dob signálů volno a maximálních dob signálů stůj. Po dosažení požadovaného stavu všemi signálními skupinami je aktivován nový program (viz obr. F3).

Původní program nemusí končit až v dalším definovaném bodě přepnutí. Přejed z aktuálního signálního obrazu na požadovaný signální obraz v novém programu se provede v daných okrajových podmínkách v nejkratším možném čase.



Obr. F3 Přepínání bez definovaného bodu přepnutí

F.2.4 Přepínání s přepínacím signálním plánem

U tohoto postupu je aktuálně probíhající program ponechán do časového bodu přepnutí BP1. Následně je aktivován vlastní přepínací signální plán počínaje přepínacím časovým bodem BP2 a je provozován až k přepínacímu časovému bodu BP3, který odpovídá počátečnímu signálnímu obrazu požadovaného programu, tento je aktivován až od tohoto časového bodu. Předmětný postup představuje kombinaci použití principu přímého přepínání (viz F.2.1) a zvláštního případu přepínání s prostojem (viz F.2.2).

F.3 Podmínky použití

Pro zamezení technických, technologických a dopravních problémů je zapotřebí zohlednit při konkrétním použití několik okrajových podmínek.

- Přepínací časové body BP mohou být zařazeny v rámci dob volna nebo i mimo rámec dob volna pro koordinované směry, nemají však ležet v době fázového přechodu. Jestliže je to však výjimečně nevyhnutelné, je zapotřebí použít zvláštní technologická a programově technická opatření k zajištění dodržení mezer a minimálních dob signálů volna. Přepínání z programu do programu (stejně jako vypínání do režimu „přerušovaný žlutý signál“) se nemá dít v době přechodových stavů vozidlových signálních skupin (v době trvání žlutého nebo současně svítícího červeného a žlutého signálu).
- Přímé přepínání (viz F.2.1) může být zpravidla provedeno pouze na jednotlivých dopravně nezávislých křižovatkách.
- Při přepínání bez definovaného časového bodu přepnutí (viz F.2.3) jsou přechodové signální plány generovány automaticky, musí však být bezpodmínečně zajištěno dodržování mezer a minimálních dob signálů volna. Minimální doby signálů volna mohou být předem zadány

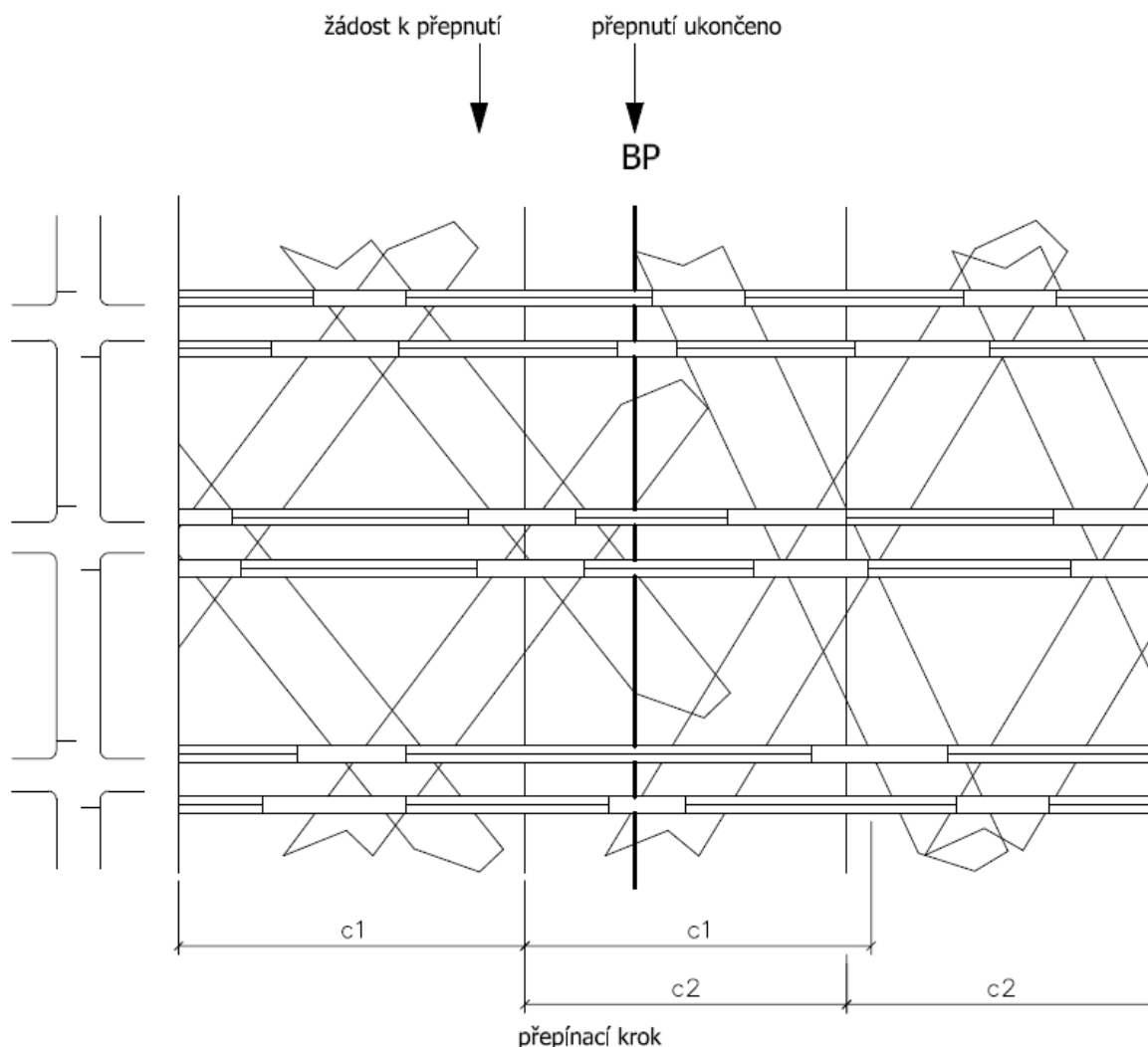
rozdílně dlouhé v závislosti na dopravním významu signálních skupin, což platí i pro rozdělení dob signálů volno při delších přepínacích signálních plánech.

- Jestliže na komplikovaných křižovatkách nesmějí být měněny fázové přechody mezi fázemi přepínaných programů, musí se pomocí vhodných technologických a programově technických opatření zabránit započetí nebo ukončení přepínání v rámci tohoto fázového přechodu.
- Při navrhování přepínání pro síť komunikací je zapotřebí dbát na to, aby byly maximálně zohledněny všechny okrajové podmínky.

F.4 Příklady použití v koordinaci

Příklad 1: Současné přímé přepínání na všech křižovatkách (viz obr. F4)

V programech všech křižovatek jsou všechny přepínací časové body určeny pro stejný přepínací krok. Při přepínání programů je použito přímé přepnutí v přepínacím časovém bodě pro celou skupinu křižovatek ve stejném okamžiku; nedochází tak k žádným prostojům, plynulost provozu na koordinovaných trasách však může být porušena. Tento způsob přepínání má zpravidla negativní dopad na čekací doby vedlejších směrů. Kromě toho se někdy obtížně vyhledávají ve všech programech shodné signální obrazy pro shodný přepínací krok.

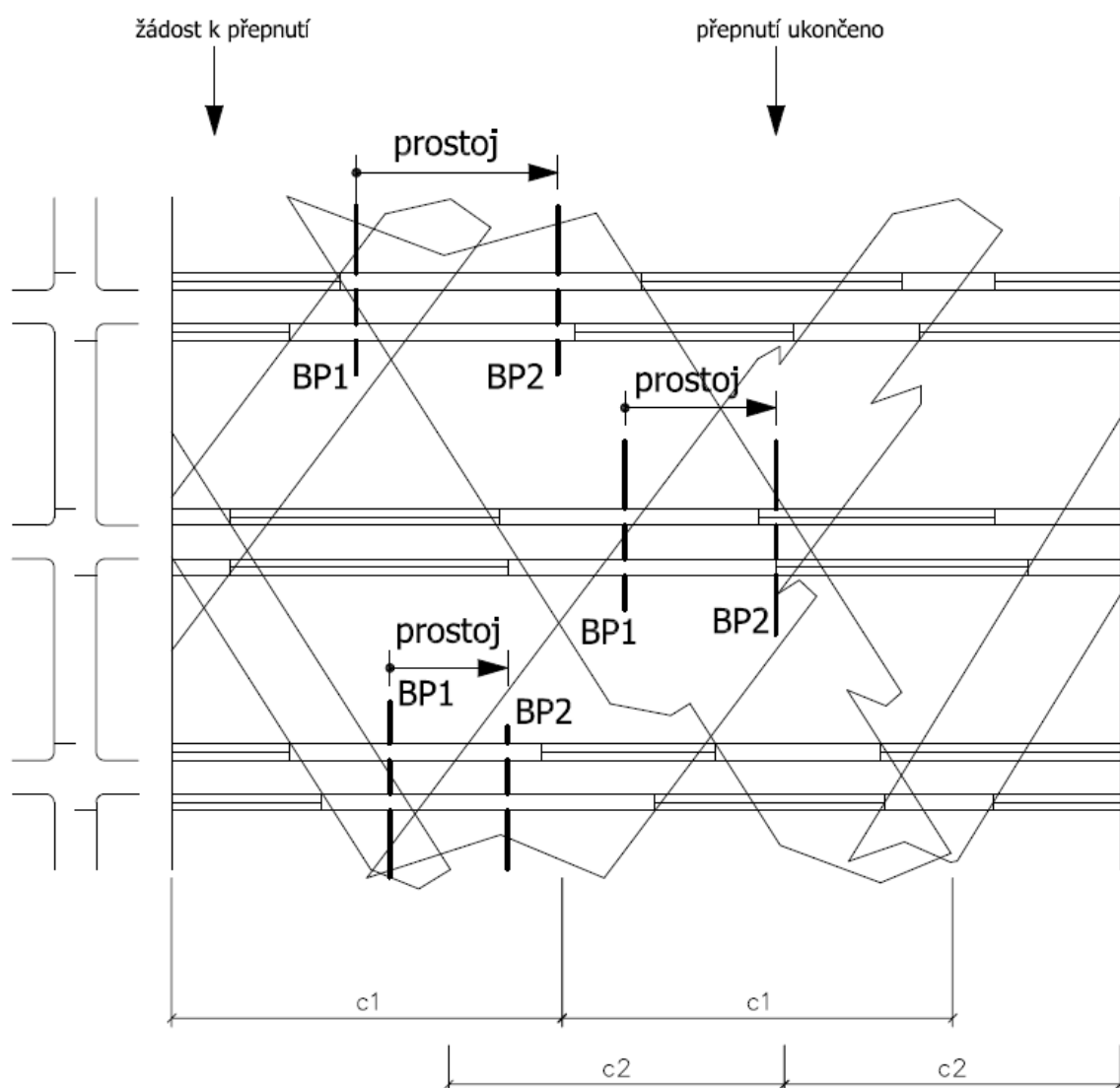


Obr. F4 Přímé současné přepínání

Příklad 2: Přepínání s prostojem (viz obr. F5)

Požadavek na přepnutí se objeví současně pro všechna světelná signalizační zařízení. Celkové přepnutí koordinovaně řízené skupiny křižovatek trvá tak dlouho jako nejdelší přepnutí jednotlivé křižovatky, a to maximálně o dva kroky zmenšený součet obou cyklů. Bez dalších opatření ke zkrácení prostožů (viz F.2.2) může být citelně narušena plynulost provozu, neboť na určitou dobu nemusí být průjezd v koordinovaném směru zajištěn.

Delší prostoje se mohou použít tam, kde je hlavní směr silně zatížen, kdežto příčné směry jsou zatíženy slabě. V těchto případech se pak časové body pro přepnutí umísťují do hlavního směru, přičemž prodloužené doby volna – jako důsledek prostožů – způsobují rozsáhlé vyklizení koordinovaného úseku. Tento způsob přepínání se však doporučuje pouze tehdy, není-li úsek příliš dlouhý a pokud intenzita provozu na vedlejších vjezdech silničního tahu není příliš velká, jinak je docíleno právě opačného účinku.



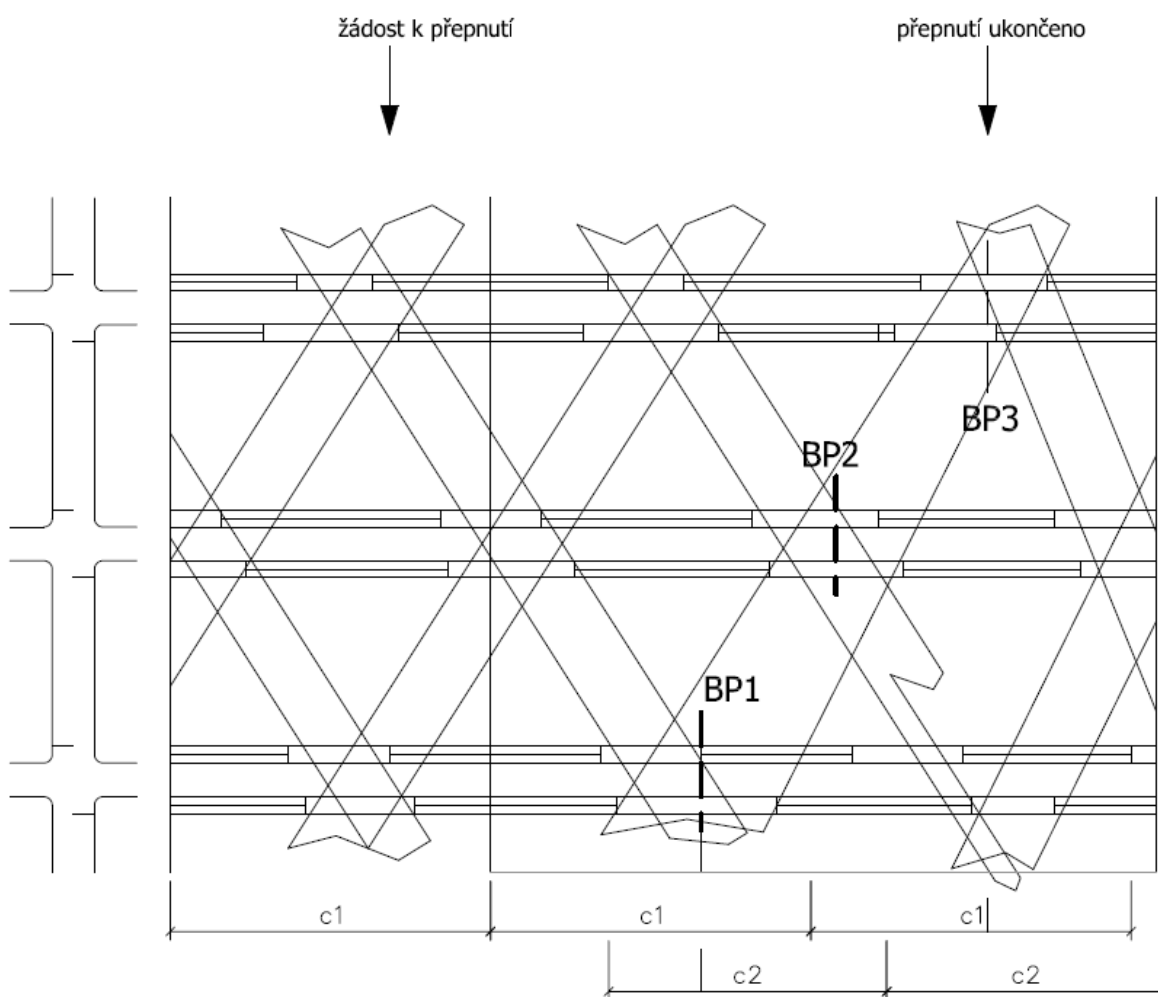
Obr. F5 Přepínání s prostojem

Příklad 3: Progresivní přímé přepínání s preferováním jednoho směru jízdy (viz obr. F6)

V programech jsou přepínací body časově uspořádány tak, že pro všechny křižovatky systému z hlediska zvoleného preferovaného směru jízdy leží všechny buď v době signálů volno, nebo v době signálů stůj. Současně musejí být na jedné křižovatce umístěny časové body přepnutí BP2 v takovém vztahu k časovým bodům přepnutí BP1, aby při použití přímého přepínání byla mezi novými programy zajištěna koordinace.

Při požadavku na přepnutí se vyčkává na časový bod přepnutí na počáteční křižovatce preferovaného směru (BP1); sled přepínání (1, 2, 3...) pak vychází z této křižovatky a časově pokračuje souběžně s příslušnou kolonou vozidel nebo ji sleduje od křižovatky ke křižovatce.

Touto metodou se dosáhne toho, že provoz alespoň v jednom směru není přepínáním narušen. Jestliže časové body přepnutí leží v tomto hlavním směru, progresivní rychlosti v diagramech dráha – čas nových a starých programů se od sebe nemají vzájemně lišit. Naopak, pokud se tyto časové body přepnutí nacházejí v době signálu volno příčného směru a křižovatky jsou přepínány bezprostředně po průjezdu kolony, pak mohou být progresivní rychlosti rozdílné.



Obr. F6 Přímé přepínání s preferováním jednoho směru jízdy

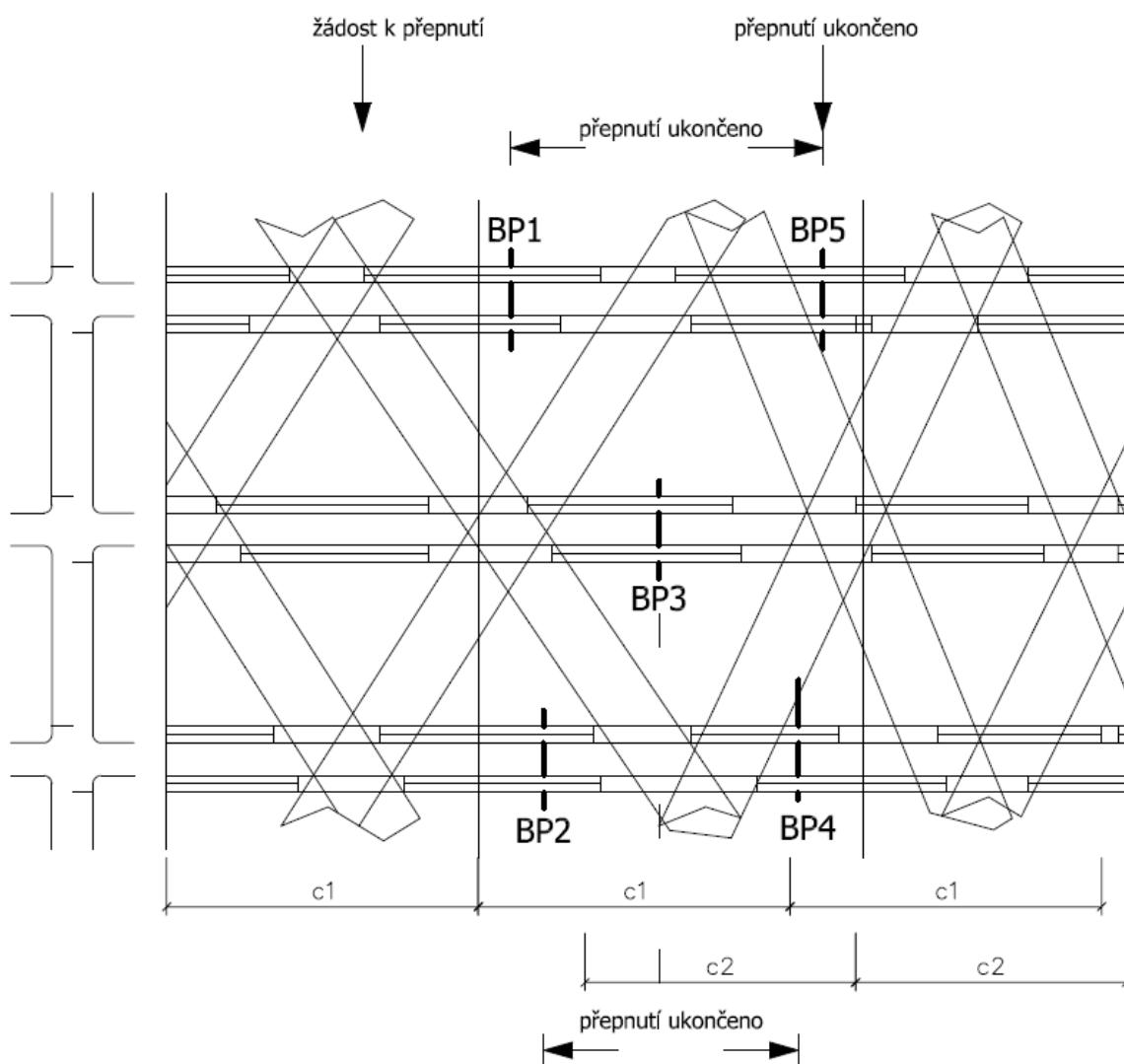
Příklad 4: Přepínání s přepínacím signálním plánem se zohledněním obou směrů jízdy (viz obr. F7)

V programech jsou časové body přepnutí uspořádány tak, že pro oba koordinované směry jízdy všech křižovatek systému leží jednotně buď v době signálu volno, nebo v době signálu stůj. Současně je zapotřebí u každé křižovatky umístit časové body přepnutí BP2 v požadovaných programech do

takového vzájemného vztahu k časovým bodům přepnutí BP1 původních programů, aby při použití přímého přepínání byla zajištěna koordinace mezi novými programy.

Z těchto požadavků vyplývá pevný sled přepínání pro všechny křižovatky. Při požadavku na přepnutí se vyčkává na první časový bod přepnutí (BP1), poté následuje přepínání podle předem daného pořadí (1, 2, 3...). Přepínací signální plány mohou být určeny také pro ty křižovatky, v nichž se setkávají kolony z původního a nového programu.

Tímto postupem se dosahuje bezporuchového přepínání, přičemž jejich četnost je omezena pouze dobou trvání přepnutí.



Obr. F7 Přepínání s přepínacím signálním plánem se zohledněním obou směrů jízdy

PŘÍLOHA G ŘÍZENÍ OBOUSMĚRNÉHO PROVOZU V JEDNOM JÍZDNÍM PRUHU

G.1 Všeobecně

Řízení obousměrného provozu v jednom jízdním pruhu světelnou signalizací se používá zejména při částečných uzavírkách z důvodu oprav a stavební činnosti na komunikacích, kde se uplatňují zejména přenosná SSZ, tzn. umístěná na komunikaci přechodně. Náměty a doporučení této přílohy se týkají zejména přenosných SSZ. Zvláště jsou uvedena doporučení pro trvalá SSZ řídící obousměrný provoz v jednom jízdním pruhu (např. úzký most).

G.2 Kritéria použití

Omezení provozu vyvolaná zúženými místy na obousměrných komunikacích jsou tím větší, čím:

- delší je zúžený úsek komunikace,
- pomaleji se musí zúženým místem projíždět,
- intenzivnější je provoz.

Řízení provozu světelnou signalizací se doporučuje tam, kde zúžený úsek přesahuje délku přibližně 50 m nebo kde je intenzita provozu v obou směrech vyšší než přibližně 500 vozidel.h⁻¹.

Od světelné signalizace je možné upustit, jestliže je zúžené místo tak krátké a dopravní zatížení tak nízké, že nevznikají kongesce; přitom však musí být zúžený úsek naprosto přehledný. Pokud může být provoz jednoho jízdního směru převeden na jinou komunikaci, zúžené místo se označí a řídí se svislými dopravními značkami jako jednosměrná komunikace.

G.3 Stanovení signálních dob

Minimální hodnoty signálních dob musejí splňovat požadavky ČSN 36 5601-1, tedy volno pro vozidla 5 s, pozor pro vozidla (žlutý signál) 3 s, pozor pro vozidla (současně svítící červený a žlutý signál) má stálou hodnotu 2 s. Doba signálu volno pro vozidla musí být nastavitelná plynule nebo v časových skocích o délce 1 s, u přenosných SSZ nejvýše 5 s.

G.3.1 Mezičasy

Pro stanovení mezičasu platí:

$$t_m = \frac{L_v}{V_v} * 3,6 + t_b [s]$$

kde:

- t_m = mezičas [s],
- L_v = vyklizovací dráha [m],
- V_v = rychlost vyklizujícího vozidla [km/h],
- t_b = bezpečnostní doba [s].

Za vyklizovací dráhu je možné zjednodušeně pokládat vzdálenost mezi návěstidly. Jestliže jsou na úseku vyznačeny stopčáry, je vyklizovací dráha stanovena jako vzdálenost mezi stopčarami. Návěstidla je

zapotřebí umístit tak, aby bylo umožněno plynulé najíždění do volného jízdního pruhu a plynulé střídání vozidel před částečnou uzavírkou.

Rychlost vyklizujícího vozidla má být stanovena přibližně o 10 km/h nižší, než je dovolená rychlost, kterou mohou vozidla úsekem projíždět, a nemá být vyšší než 50 km/h; doporučuje se použít rychlost v rozmezí 20 až 30 km/h. Každý případ se musí posuzovat individuálně.

Na komunikaci se špatným krytem vozovky nebo při pravidelném provozu pomalých, například zemědělských vozidel má být uvažována vyklizovací rychlost 20 km/h, a to nezávisle na nejvyšší dovolené rychlosti.

Nízká vyklizovací rychlost cyklistů nemusí být zohledňována, jestliže je zúžené místo tak široké a přehledné, že se vozidla a cyklisté mohou bez problémů střetávat a vyhýbat se navzájem. Není-li tomu tak, je pro vyklizovací proces rozhodující provoz cyklistů s vyklizovací rychlostí 15 km/h.

Bezpečnostní doba se předpokládá 4 s.

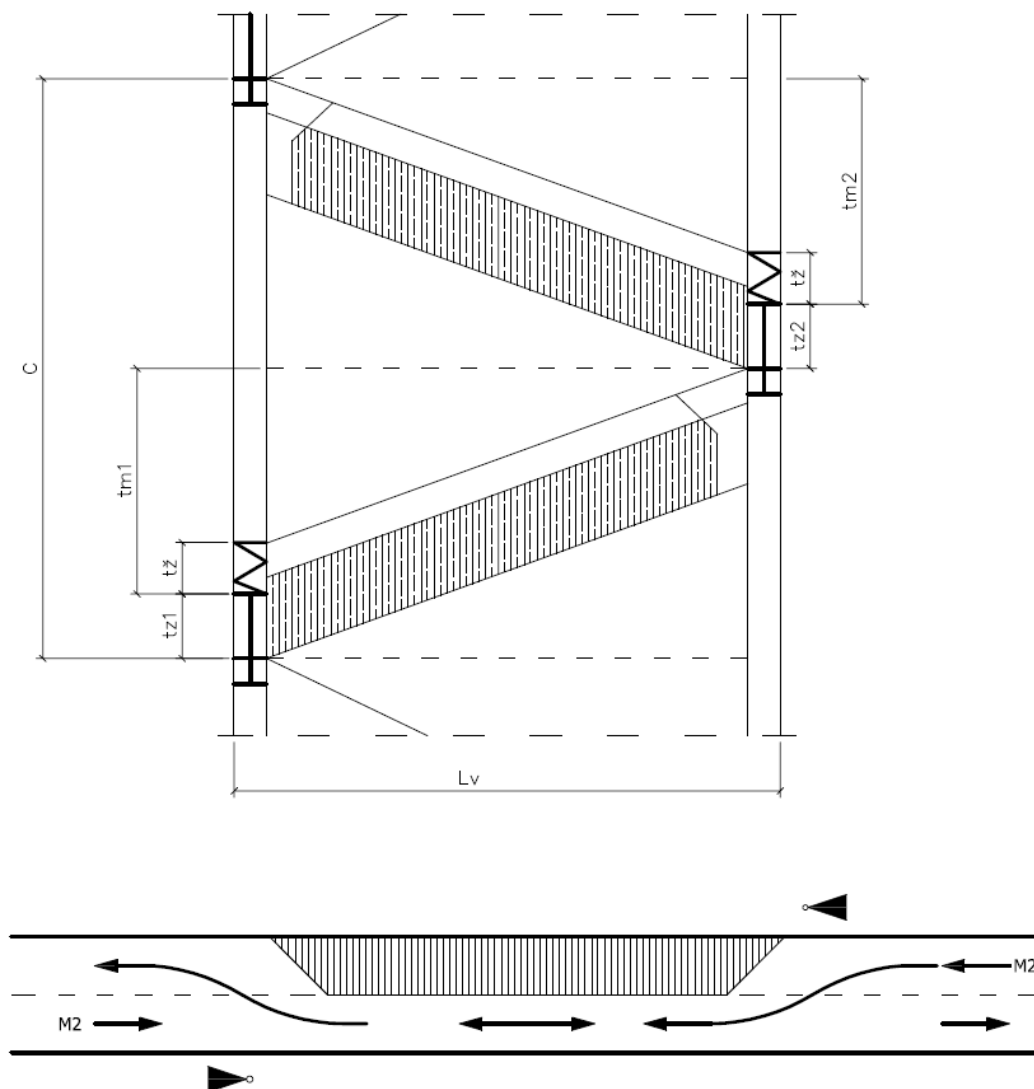
Mezičas lze vypočítat z výše uvedené rovnice nebo převzít z tabulky G1.

Tabulka G1: Mezičasy t_m [s]

Vyklizovací dráha [m]	Rychlost vyklizování V_v [km/h]			
	15	30	40	50
50	16	10	9	8
100	28	16	13	12
150	40	22	18	15
200	52	28	22	19
250	64	34	27	22
300	76	40	31	26
350	88	46	36	30
400	100	52	40	33
450	112	58	45	37
500	124	64	49	40

Mezičasy mají být přizpůsobeny objektivním podmínkám (např. kvalitě krytu vozovky, sklonu trasy) a po uvedení SSZ do provozu mají být zkontrolovány a případně zkorigovány.

Zvláštní pozornost a pečlivost je nutné věnovat stanovení mezičasů u pevně instalovaných SSZ řídících obousměrný provoz v jednom jízdním pruhu.



Obr. G1 Diagram dráha – čas při řízení obousměrného provozu v jednom jízdním pruhu

G.3.2 Délka cyklu a doby volna

Délka cyklu se skládá z obou dob signálů volno pro vozidla t_{z1} a t_{z2} a z obou mezičasů t_{m1} a t_{m2} (viz obr. G1):

$$C = t_{z1} + t_{m1} + t_{z2} + t_{m2}.$$

Pro návrh doby cyklu a dob signálů volno lze aplikovat některou metodu výpočtu uvedenou v příloze B nebo je možné použít nomogram znázorněný na obrázku G2. Je sestaven pro saturovaný tok vozidel $S = 1300$ voz/h s 10% rezervou kapacity. Udává závislost součtu intenzit provozu v obou směrech (M1

+ M2) a délky cyklu (C) na délce mezičasu (t_m), přičemž se předpokládá, že oba mezičasy jsou stejné ($t_{m1} = t_{m2} = t_m$). Dále jsou na ose mezičasu vyneseny různé vyklizovací rychlosti $V_v = 15$ km/h, 30 km/h, 40 km/h a 50 km/h.

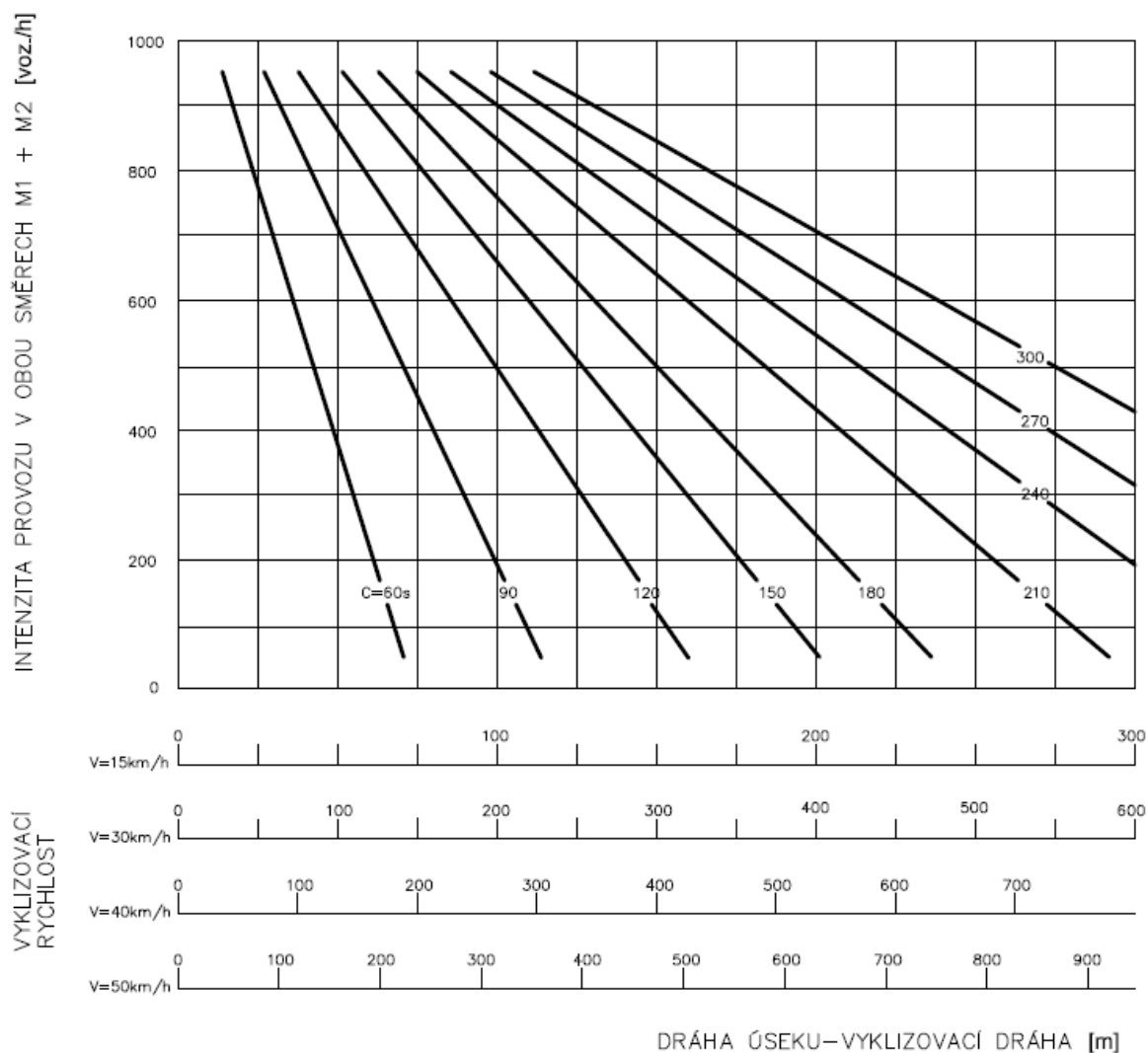
Při nedostatku prostoru pro vzdutí vozidel hromadících se v řadicím pruhu před uzavírkou je nutné posoudit navrženou dobu cyklu i z tohoto hlediska:

$$C \leq 600 * \frac{L_h}{M} [s]$$

kde:

- L_h = nejvyšší možná délka vzdutí vozidel [m],
- M = intenzita vozidel v příslušném směru [voz/h].

Vzdálenost čel čekajících vozidel se předpokládá 6 m.



Obr. G2 Nomogram pro stanovení délky cyklu

G.4 Způsoby řízení

G.4.1 Řízení s pevným signálním plánem

Nejjednodušším způsobem řízení je pevný signální plán, jeho použití však předpokládá, že intenzity dopravy obou směrů příliš nekolísají a že délka zúženého místa není velká.

Zpravidla se používá více programů vypočítaných pro předpokládané intenzity. Při slabém provozu (např. v noci) se volí co nejkratší doba cyklu nebo se prověřuje, zda lze zařízení vypnout.

Programy jsou přepínány spínacími hodinami nebo ručně.

G.4.2 Řízení ovládané dopravou

Zejména u pevně instalovaných světelných signalizačních zařízení je účelné přizpůsobit doby signálů volno intenzitám provozu. U těchto zařízení jsou čidla detektorů k registraci motorových vozidel zpravidla trvale zabudována ve vozovce. Rovněž u přenosných signalizačních zařízení pro řízení obousměrného provozu v jednom jízdním pruhu se doporučuje přizpůsobování doby volna dopravě. Přenosné detektory však vyžadují pravidelnou kontrolu obsluhujícím personálem tak, aby se zamezilo případným poruchám. Dopravu je též možné řídit ručně, přičemž toto řízení může být omezeno pouze na období dopravních špiček a pro zbývající část dne postačí řízení s pevným signálním plánem.

Zvláštním případem dopravou ovládaného řízení s detektory je způsob řízení „celočervená fáze s okamžitou realizací signálu volno“ (viz 4.5.7.1). Předpokladem pro použití signalizace na zúžených úsecích je však spolehlivá funkce detektorů. Tento postup řízení může mít výhody v době s nízkou intenzitou provozu a přichází v úvahu především u pevně instalovaných signalizačních zařízení na krátkých zúžených místech.

G.5 Zapnutí signalizace

SSZ pro řízení obousměrného provozu v jednom jízdním pruhu se zapíná přes celožlutou a celočervenou fázi; doba celočervené fáze se rovná velikosti nejdelšího mezičasu, po níž se rozsvítí signál volno buď pro směr podle priority (vyšší bude mít ten směr, kde se očekává vyšší dopravní zátěž), nebo podle požadavku detektoru. Výjimečně je možné na přehledných úsecích a při manuálním ovládání vynechat celožlutou fázi. Při zapínání z vypnutých návěstidel je v některých případech účelné před celožlutou fází zařadit signál „přerušované žluté světlo“.

Pokud se musejí oba stojany s návěstidly před zapnutím vzájemně sesynchronizovat a není-li to proveditelné v režimu, kdy na návěstidlech nesvítí žádný signál nebo svítí pouze přerušované žluté světlo, je před uvedením do provozu nutné natočit návěstidla tak, aby je účastníci provozu neviděli. Po funkční zkoušce jsou pak návěstidla ve vhodném okamžiku otočena do požadované polohy směrem k vozidlům, jimž jsou určena. Nedoporučuje se používat SSZ, která vyžadují synchronizaci lidskou obsluhou, neboť náhodný výpadek SSZ a jeho následné zapnutí může způsobit nebezpečné situace.

Pevně instalovaná světelná signalizační zařízení musejí zapínat přes celožlutou fázi v délce 3 až 6 s a následně přes celočervenou fázi o velikosti nejdelšího mezičasu, po níž se rozsvítí signál volno buď pro směr podle priority (vyšší bude mít ten směr, kde se očekává vyšší dopravní zátěž), nebo podle požadavku detektoru.

G.6 Zvláštnosti řízení obousměrného provozu v jednom jízdním pruhu

Jestliže z jízdního pruhu, na němž je obousměrný provoz, existují samostatné sjezdy na místa ležící mimo pozemní komunikace, které musejí zůstat použitelné, lze vycházet z předpokladu, že jak jejich uživatelé, tak řidiči vozidel staveniště se mohou sledováním provozu na jízdním pruhu přizpůsobit provozu, i když signály návěstidel nevidí. Pokud je intenzita provozu ze sjezdů, z cesty nebo z vedlejší komunikace vysoká, musejí být tato místa zahrnuta do systému řízení. V takových případech musí být instalován klasický řadič SSZ. Provedení venkovní výstroje může respektovat dočasné nasazení SSZ (např. kabeláž k návěstidlům pomocí převěsů apod.), upevnění návěstidel však musí být provedeno tak, aby nemohlo dojít k samovolnému nebo snadnému natočení návěstidel, které by vedlo k ohrožení bezpečnosti provozu podáním zmatečné informace řidičům.

Pokud je to možné, je vhodnější vedlejší komunikaci uzavřít (zaslepit), nebo ji zjednosměrnit ve směru od jízdního pruhu, na němž je řízen obousměrný provoz.

G.7 SSZ pro řízení obousměrného provozu v jednom jízdním pruhu

G.7.1 Všeobecně

Zařízení musí být mobilní i rychle přizpůsobitelné měnícím se požadavkům během užití a musí být řešeno tak, aby odolávalo nejen náročnému provozu, ale i hrubšímu zacházení. Programování má být možné bez dalších pomůcek a obsluha musí být jednoduchá.

Stožáry pro návěstidla mají být lehce přemístitelné, zároveň však stabilní.

G.7.2 Způsoby zajištění časové synchronizace pro funkci návěstidel

G.7.2.1 Propojení kabelem

Jestliže je nutná signalizace zúženého místa na delší dobu, je preferována vzájemná komunikace mezi řadičem a návěstidly, nebo mezi řídicími jednotkami umístěnými ve stojanech s návěstidly pomocí kabelu (připouští se i volně ložený). Tento způsob přenosu zajišťuje nejvyšší provozní bezpečnost a spolehlivost.

U trvale instalovaných SSZ jsou kabely zpravidla kladeny do země.

G.7.2.2 Rádiové propojení (pomocí rádiových vln)

Jedná se o způsob, kdy obě řídicí jednotky umístěné ve stojanech s návěstidly spolu komunikují pro dosažení správné a synchronní funkce pomocí rádiových vln. Jestliže není vzájemně přenášena informace o poruše jednoho ze „stojanů“ (např. spálená žárovka v návěstidle), tento způsob přenosu se připouští toliko na přehledných a krátkých úsecích. U dlouhých úseků lze takové zařízení použít pouze tehdy, mohou-li se dvě protijedoucí vozidla alespoň nouzově vyhnout.

G.7.2.3 Pomocí přesného času

Přesnost časové základny, z níž jsou odvozeny délky jednotlivých signálů, je dána přesností krystalem řízených hodin. Kontrola vzájemné synchronizace obou stojanů se musí provádět denně, a je-li zjištěna odchylka, musí se provést nová synchronizace. Variantou pro zajištění potřebné přesnosti časové základny je příjem signálu přesného času. Použití tohoto způsobu nezbavuje provozovatele SSZ povinnosti kontrolovat přesnost vzájemné synchronizace obou stojanů. Vzhledem k tomu, že vzájemně není přenášena informace o poruše jednoho ze „stojanů“ (např. spálená žárovka), tento způsob přenosu se připouští toliko na přehledných a krátkých úsecích. U dlouhých úseků lze takové zařízení použít tehdy, mohou-li se dvě protijedoucí vozidla alespoň nouzově vyhnout.

G.7.3 Provozní napětí

Provozní napětí přenosných signalizačních zařízení smí činit nejvýše 24 voltů. Jestliže je elektrický proud odebírán z baterií, má být při poklesu napětí pod stanovenou mez generován optický nebo akustický signál.

U dlouhých kabelových tras musejí být průřezy vodičů dostatečně dimenzovány, aby na vedení nevznikl nepřijatelně velký úbytek napětí.

G.7.4 Jištění signálů

Při poruchách SSZ, které by mohly ohrozit bezpečnost silničního provozu, musí zařízení automaticky přejít do režimu „přerušovaný žlutý signál“ nebo vypnout všechna návěstidla.

Za poruchu se považuje:

- vynechání signálu stůj u kteréhokoliv návěstidla,
- současné zapojení signálů volno.

U pevně instalovaných SSZ se musí použít řadič SSZ odpovídající ČSN EN 12675 s kabelovým propojením návěstidel. Pro signalizaci provozu v nepřehledných úsecích, kde se nemohou dvě protijedoucí vozidla alespoň nouzově vyhnout, se může použít pouze (přenosné) SSZ s kabelovým propojením. U přenosných SSZ lze od jištění upustit, je-li zúžené místo krátké, přehledné a nejvyšší dovolená rychlost je omezena na 30 km/h.

G.8 Dopravní značky

U stabilně instalovaných SSZ a při dlouhodobějším použití přenosných SSZ je vhodné provést vodorovné značení na obou příjezdech k zúženému úseku částečné uzavírky.

Svislé dopravní značky č. P 7 Přednost protijedoucích vozidel a č. P 8 Přednost před protijedoucími vozidly je nutné osadit vždy:

- u stabilních SSZ,
- u přenosných SSZ tehdy, není-li přednost jednoznačná ve smyslu pravidel provozu na pozemních komunikacích (§ 20 zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích), například je-li zúžení komunikace na obou stranách přibližně symetrické.

V případě řízení provozu s dlouhou dobou cyklu je pro dosažení snížení exhalací a hluku vhodné osadit na úsek dopravní značku č. C 14a s textem „Vypni motor“.

G.9 Příklad

Zadání

Na komunikaci v obci je z důvodu stavby vodovodu částečná uzavírka v délce 150 m, volný zůstává jeden jízdní pruh o šířce 4 m, objížďka není možná. Intenzita provozu ve špičkovém období dosahuje 240 voz/h v jednom směru, zatížení obou směrů jsou přibližně stejná, mezi vozidly se vyskytují zemědělské stroje. Pro hromadění se čekajících vozidel s ohledem na blízkou křižovatku je k dispozici 100 m.

Řešení

Délka staveniště: 150 m

Vzdálenost návěstidla od konce uzavírky: 15 m

Vzájemná vzdálenost návěstidel: $L_v = 2 * 15 + 150 = 180 \text{ m}$

Vyklizovací rychlost z důvodu výskytu zemědělských strojů: $v_v = 30 \text{ km/h}$

Mezičasy (viz tab. G1): $qt_{m1} = t_{m2} = t_m = 26 \text{ s}$

Doba cyklu (viz graf G2): $C = 90 \text{ s}$

Doba volna:

$$t_{z1} = t_{z2} = \frac{1}{2} * (C - t_{m1} - t_{m2}) = 19 \text{ [s]}$$

Posouzení:

Při průměrném sledu vozidel 2,8 s projede za $t_z = 19 \text{ s}$,

$$n = \frac{19}{2,8} = 7 \text{ [voz/cyklus]}$$

počet cyklů/h:

$$E = \frac{3600}{C} = 40$$

Kapacita směru:

$$K = E * n = 40 * 7 = 280 \left[\frac{\text{voz}}{\text{h}} \right] > 240 \text{ [voz/h]}$$

Délka vzdutí vozidel:

$$L_h = \frac{M * C}{600} = \frac{240 * 90}{600} = 36 \text{ m} < 100 \text{ m}$$

PŘÍLOHA H ŘÍZENÍ PROVOZU V JÍZDNÍCH PRUZÍCH

H.1 Všeobecně

Signalizace řízení provozu v jízdnicích představuje na rozdíl od signalizace křižovatek organizační opatření k řízení provozu na úseku komunikace mezi křižovatkami. Je používána ve dvou formách:

- ke zvýšení výkonnosti komunikace efektivnějším využitím daného profilu (střídání směru jízdy v jednom jízdnicím pruhu),
- k přechodnému uzavření jízdnicích pruhů při nehodách, poruchách provozu, údržbových a stavebních pracích.

Obě varianty provozu mohou být vzájemně kombinovány (např. při řízení provozu v silničních tunelech).

Účinek signalizace řízení provozu v jízdnicích na provoz na silniční síti je zapotřebí ověřit z hlediska návaznosti na existující provozní opatření.

H.1.1 Řízení provozu v jednom pruhu se střídavým směrem jízdy

Rozdílné intenzity provozu na komunikaci v jednom a opačném směru se mohou vyskytovat pravidelně nebo nepravidelně. Periodicky se vyskytující změny zatížení vznikají především na radiálních komunikacích ve velkých městech v důsledku dopravy do zaměstnání. Nepravidelně mohou být vyvolány rozdílné intenzity v jednom jízdnicím směru v souvislosti s pořádáním různých slavností nebo v okrajových částech města rekreačním provozem.

Daný profil komunikace s dočasně intenzivním provozem v jednom či druhém směru jízdy může být efektivněji využit tím, že jsou jízdnicí pruhy střídavě přidělovány vždy více zatíženému jízdnicímu směru. K tomu jsou používána návěstidla umístěná nad jízdnicími pruhy. Uvolnění nebo uzavření jízdnicích pruhů v závislosti na dopravním zatížení se v zásadě provádí pouze v delších časových intervalech v průběhu dne. Zvýšení počtu jízdnicích pruhů v jednom směru vyvolává při téže intenzitě provozu snížení zatížení na jeden jízdnicí pruh, a vede tak k zefektivnění provozu.

Změna počtu jízdnicích pruhů v daném směru na úseku mezi křižovatkami vyvolá změny i v řadicích pruzích na vjezdu do křižovatky. V určitých situacích musejí být některé dopravní pohyby na křižovatce dokonce zrušeny. Je proto nutné zabývat se řešením dopravy nejen na této komunikaci, ale i v přilehlé oblasti.

Realizace řízení provozu v jízdnicích vyžaduje celou řadu technických opatření jak na daném úseku komunikace, tak v přilehlé oblasti. Kromě osazení návěstidel nad jízdnicími pruhy se jedná o vyznačení celé oblasti svislým a vodorovným dopravním značením, o úpravu SSZ na křižovatkách a o programové sladění řízení celé oblasti.

H.1.2 Uzavření jízdnicího pruhu

Pro úplné uzavření jízdnicího pruhu jsou používány tytéž signály jako pro řízení provozu v jednom pruhu se střídavým směrem jízdy, přitom však výlučně pro uzavírání jízdnicích pruhů není signalizace zřizována. Výjimku tvoří například silniční tunely a silniční mosty, na nichž se počítá s využitím signalizace i při údržbových pracích nebo při nehodách. U systému ovládajícího pouze uzavření jízdnicího pruhu se

musí použít takové zařízení, které je schopné rozeznat chybějící signály, nebo alespoň chybějící signál č. S 8a Zakázaný vjezd vozidel do jízdního pruhu, a podat neprodleně obsluhu informaci o této závadě.

H.1.3 Další možnosti použití

Signalizaci řízení provozu v jízdních pruzích lze použít například:

- na vjezdu na dálnici při velké intenzitě sjíždějících se proudů vozidel,
- na výjezdu z dálnice k odvedení dopravních proudů,
- na pevných kontrolních bodech na komunikaci, například na hraničních přechodech, na přívozech,
- na parkovacích plochách nebo na plochách servisních zařízení.

H.2 Podklady

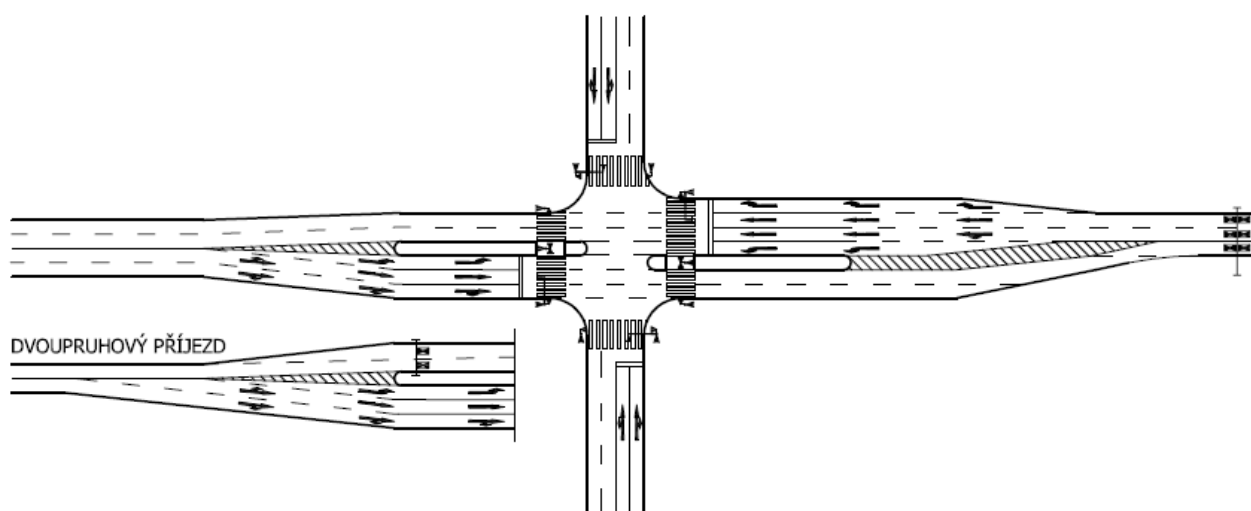
Pro návrh celého řízení jsou kromě zpracovaného projektu (situace apod.) k posouzení výkonnosti, provozního režimu a postupu řízení nutné předběžné provozní zkoušky; k tomuto jsou potřebné následující podklady:

- denní a týdenní průběh intenzit provozu obou jízdních směrů a poměr těchto intenzit,
- podíl tranzitní dopravy na celkové intenzitě provozu v obou jízdních směrech,
- změny intenzit v kratších časových intervalech,
- intenzity odbočujících proudů na důležitých křižovatkách,
- intenzity provozu při mimořádných slavnostech na signalizované trase,
- intenzita provozu a výkonnost okolní silniční sítě.

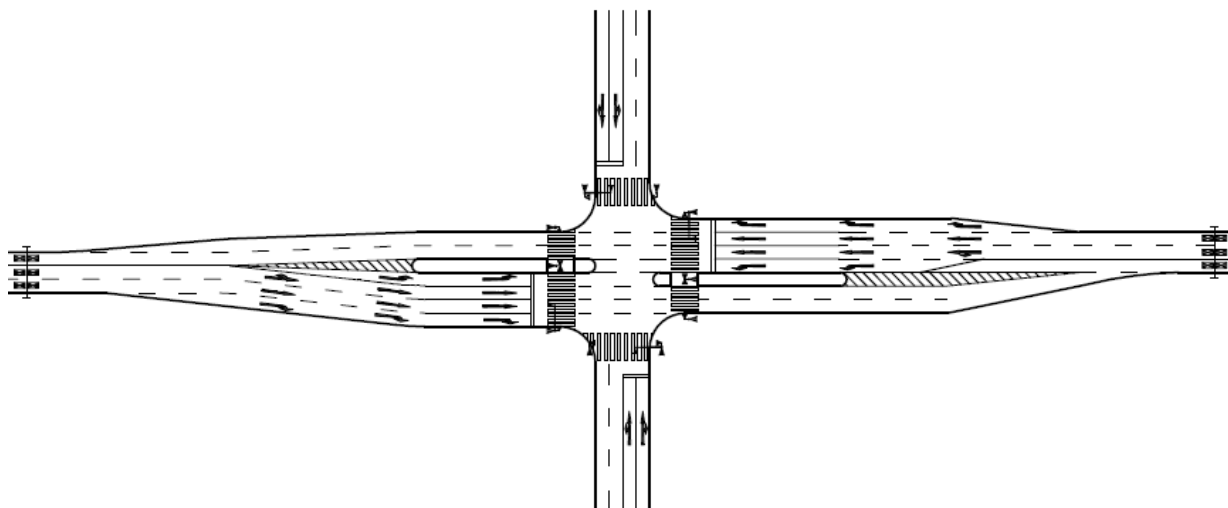
V důsledku vysokých nákladů na zřizování, provoz a údržbu zařízení pro řízení provozu v jízdních pruzích mají být prověřena či případně vyzkoušena i jiná opatření k regulaci provozu, která nevyžadují signalizaci jízdních pruhů. Při návrhu je zapotřebí dbát na to, aby na koncích provozovaného úseku byla dostačující výkonnost komunikace. Rozdělení průjezdního prostoru pro provoz se střídavým směrem jízdy závisí na počtu jízdních pruhů, které jsou k dispozici, a na poměru zatížení obou jízdních směrů.

Poměr intenzit proudů vozidel má být u komunikace:

- se třemi jízdními pruhy minimálně 2:1,
- se čtyřmi jízdními pruhy minimálně 3:1,
- s pěti jízdními pruhy minimálně 3:2.



Obr. H1 Počáteční a koncová křižovatka trasy s řízením provozu v jízdních pruzích



Obr. H2 Mezilehlá křižovatka trasy s možností odbočování vlevo

H.3 Stavební a provozní hlediska

H.3.1 Hlavní zásady

Pro provoz v jízdních pruzích se střídavým směrem jízdy musí být splněna řada předpokladů a podmínek:

- signalizace v jízdních pruzích musí být prováděna časově průběžně,
- trasu je zapotřebí označit jako komunikaci s předností v jízdě,
- parkování a zastavování nesmí být na signalizovaných jízdních pruzích dovoleno,
- doprava na přilehlé pozemky a z nich má být minimální,
- intenzita odbočujících vozidel má být omezena, levé odbočení má být povoleno pouze tehdy, jestliže vlevo odbočující vozidla mají vlastní řadící pruh. Odbočování vlevo nemá být v době

intenzivního provozu dovoleno vůbec. Přípustnost odbočování je nutné zvážit v každém jednotlivém případě zvlášť,

- křižující a připojující se provoz má být řízen signalizací,
- křižující provoz chodců musí být z bezpečnostních důvodů vždy řízen signalizací.

H.3.2 Komunikace

Řízení provozu v jízdních pruzích se střídavým směrem jízdy je vhodné na komunikacích bez stavebního směrového oddělení. Jestliže komunikace je již směrově oddělena, mohou se i zde vytvořit potřebné příjezdy odpovídající nárokům dopravy, například před tunely, což však vyžaduje rozsáhlé stavební úpravy. Šířka jízdního pruhu nemá klesnout pod 3,0 m. Jízdní pruhy musejí být trvanlivě a náležitě viditelně vyznačeny. Plné čáry vodorovného značení označující jízdní pruhy nesmějí být používány tam, kde pravidelně dochází ke změně směru jízdy. Na celé trase musí být k dispozici dostačující průjezdný profil a musí být zohledněno umístění jak návěstidel, tak i přídatných dopravních zařízení, což musí být respektováno především v tunelech a na mostech.

H.3.3 Křižovatky

H.3.3.1 Všeobecně

Křižovatky se mohou zapojit do řízení provozu v jízdních pruzích, pokud se v oblasti křižovatky počet jízdních pruhů nemění, čehož lze v podstatě dosáhnout pouze na křižovatkách bez odbočování. Ve všech ostatních případech jsou nutná zvláštní provozní a stavební opatření, která však mohou snížit srozumitelnost pohybů na křižovatkách a která jsou navíc spojena se značnými nároky na plochu úprav.

H.3.3.2 Uspořádání

Křižovatky musejí být uspořádány tak, že přechody z jednoho provozního stavu do druhého musejí být bezpečné a výkonné. Uspořádání a rozdělení jízdních pruhů v blízkosti křižovatky se musí navrhovat mimořádně pečlivě. S ohledem na jízdní směr je zapotřebí rozlišovat směrově stálé jízdní pruhy a směrově proměnné jízdní pruhy; směrově proměnné jízdní pruhy nesmějí být označovány šipkami vodorovného značení.

Z hlediska polohy křižovatek a jejich funkce v průběhu trasy lze rozlišovat křižovatky na počátku a na konci trasy a křižovatky mezilehlé.

Na koncích trasy musí ústít do křižovatky pro každý směr nejméně tolik jízdních pruhů, kolik jich má další úsek komunikace, nebo musí být přechod do zúženého průjezdního prostoru regulován signály, případně dopravními značkami. Navazující komunikace musí přejímat provoz z trasy opatřené signalizací jízdních pruhů, aniž by tím byla vyvolána kongesce. Na počátcích trasy nemá být počet jízdních pruhů vyšší než počet jízdních pruhů kdekoli dále na trase. Stavební rozdělení jízdních směrů v počátečním i v koncovém bodě je přípustné. Přechody ze směrově stálých do směrově proměnných jízdních pruhů musejí být provedeny jednoznačně. Jednoduchý příklad znázorňuje obrázek H1. Zřízení mezilehlých křižovatek v podstatě závisí na tom, zda má být umožněno nebo znemožněno odbočování vlevo. Příklad mezilehlé křižovatky se nachází na obrázku H2.

H.3.3.3 Odbočování vozidel

Odbočování vpravo zpravidla nezpůsobuje zvláštní potíže. Odbočující vozidla mají však mít přesto vlastní pruh pro odbočení, a to především tehdy, jestliže lze očekávat značné přibrzdění průběžné dopravy.

Vlevo odbočující vozidla bez vlastního pruhu pro odbočení blokují provoz na průběžném jízdním pruhu. Provoz vlevo odbočujících vozidel má být proto z bezpečnostních důvodů veden náhradní trasou. Tam, kde pro to nejsou podmínky, existují následující možná řešení:

- při dostatečném počtu jízdních pruhů je vnitřní jízdní pruh před křižovatkou vyhrazen vozidlům odbočujícím vlevo. Nad pruhem musí být umístěna dopravní značka s proměnnými symboly, která v případě jízdy protisměru zobrazuje symbol „zákaz odbočení vlevo“;
- počet řadících pruhů pro směr přímo musí být stejný jako počet jízdních pruhů před křižovatkou. Řadící pruhy pro odbočení vlevo mají stálý charakter.

H.3.3.4 Zvláštnosti signalizace křižovatek

Návrhu signalizace křižovatek je nutné věnovat zvláštní pozornost. Jednak musí být v nejvyšší možné míře omezena pravděpodobnost vzniku případné poruchy, rovněž bývají při změně provozních stavů měněny i okrajové podmínky pro výpočet signálního plánu na křižovatce. Tak například při výpočtu mezičasu je zapotřebí brát v úvahu, že řidiči odbočující vlevo křižují různý počet jízdních pruhů.

H.3.4 Zohledňování veřejných dopravních prostředků

Při signalizaci řízení provozu v jízdních pruzích je nezbytné zastávky autobusů řešit zásadně zastávkovým zálivem mimo průběžný jízdní pruh.

Provoz s vyhrazenými jízdními pruhy pro autobusy MHD je možný a lze ho doporučit při silně zatíženém jednom směru jízdy (např. doprava do zaměstnání). Ve více zatíženém směru je jeden jízdní pruh vyhrazen pro autobusy MHD, zatímco v opačném směru autobusy používají jízdní pruhy společně s ostatní dopravou.

Komunikace s tramvajovým pásem uprostřed nejsou pro řízení provozu se střídavým směrem jízdy vhodné.

H.3.5 Opatření v okolí komunikace

Řízení provozu v jízdních pruzích má vliv na okolní komunikace; zlepšení provozu na řešeném úseku však nesmí vyvolat neúměrné komplikace na okolních komunikacích, a musí být proto zpracováno dopravně technické řešení celé oblasti.

Jelikož na řešené komunikaci dochází ke změnám zatížení, případně i k zákazům některých pohybů (odbočení), musí se tato skutečnost projevit i ve změně signálních plánů přilehlých křižovatek.

Kromě běžných dopravních značek jsou nezbytným prostředkem řízení i svislé dopravní značky s proměnnými symboly, přičemž celá oblast musí být řízena centrálně.

H.4 Určení návěstních profilů na komunikaci

Příčné profily na komunikaci, v nichž jsou osazena návěstidla, je zapotřebí umístit tak, aby řidiči z každého místa vozovky rozpoznali skutečný provozní stav. Viditelnost signálů, a tedy i odstupy návěstních profilů závisí na prostorovém vedení komunikace a na nejvyšší dovolené rychlosti.

Na přímé trase mezi jednotlivými návěstními profily nemá být odstup větší než přibližně 300 m. V tunelech, na mostech a v přechodových úsecích musejí být odstupy menší. I na krátké trase mají být navrženy nejméně tři návěstní profily, aby se zvýraznila informace, že se jedná o úsek se střídavým směrem jízdy.

Uspořádání posledního návěstního profilu před křižovatkou a prvního za křižovatkou má vycházet ze dvou požadavků:

- řidiči vozidel z vedlejšího směru odbočující na křižovatce na řízenou trasu musejí být co nejdříve a jednoznačně informováni o stavu provozu, z čehož pak vyplývá požadavek na umístění návěstního profilu co nejtěsněji za křižovatkou,
- musí být zabráněno záměně návěstidel pro řízení provozu v jízdních pruzích a návěstidel pro řízení provozu na křižovatce, a proto je vhodné umístit návěstní profil co nejdále před následující křižovatkou.

Umístění návěstního profilu přibližně 70 m od středu křižovatky je možné považovat za průměrnou vzdálenost, což většinou odpovídá oběma požadavkům, přičemž nejkratší vzdálenost je 50 m.

H.5 Řídicí postupy pro řízení provozu v jízdních pruzích

H.5.1 Volba řídicího systému

Signalizace řízení provozu v jízdních pruzích je výrazně ovlivněna místními specifickými podmínkami. Standardní řešení těchto situací tedy neexistuje.

Volba řídicího systému je podstatně ovlivněna časovým průběhem intenzity provozu. Při periodicky se opakujících změnách intenzit lze všeobecně dosáhnout uspokojujících výsledků s pevným časovým plánem provozních stavů. Na základě výsledků průzkumů jsou navrženy časové body, v nichž se mění signalizace jízdních pruhů v celém úseku.

U nepravidelně se vyskytujících změn intenzit provozu může být navrženo řízení volby provozních stavů v závislosti na dopravě. Základem tohoto systému řízení je rozsáhlá evidence dat spojená s logikou řízení, která v závislosti na příslušné dopravní situaci vede k volbě vhodného provozního stavu.

H.5.2 Evidence charakteristických veličin

Volba provozního stavu závisí na:

- intenzitě provozu v jednotlivých jízdních směrech,
- hustotě provozu, respektive na stupni zatížení v jednotlivých jízdních pruzích,
- stupni zatížení na příjezdech ke kritickým křižovatkám,
- rychlosti na vybraných úsecích,
- délce případného vzdutí vozidel na příjezdech.

Dále se doporučuje sledovat také následující okolnosti, například:

- rozdělení intenzity dopravy na jízdní pruhy jednoho směru,
- souvislost mezi intenzitou provozu, hustotou provozu a průměrnou rychlostí v jednotlivých jízdních pruzích,
- souvislost mezi počtem použitelných jízdních pruhů v jednom směru, intenzitou provozu a dosažitelnou cestovní rychlostí.

H.6 Zásady provozu

H.6.1 Všeobecně

Návěstidla pro řízení provozu v jízdních pruzích na jednom návěstním průřezu tvoří z hlediska techniky provozu vždy jeden signalizační celek. Každý signalizační stav přísluší určitému provoznímu stavu, přičemž jako provozní stav je označován ten, který trvá nejméně pět minut a jemuž je přiděleno určité rozdělení jízdních pruhů.

Dopravně k sobě náležející návěstidla jsou sloučena do jedné logické skupiny, čímž je zajištěno, že střídání provozních stavů může probíhat koordinovaně.

Zásadně musí být u každého světelného signalizačního zařízení technickými opatřeními zabráněno vzniku nebezpečné kombinace signálů a musí být kontrolován výpadek signálu č. S 8a Zakázaný vjezd vozidel do jízdního pruhu. K dosažení vysoké spolehlivosti lze čelit výpadku tohoto signálu zvláštním vybavením, například automaticky zapínanou náhradní žárovkou, respektive dvouvláknovou žárovkou, a hlášením tohoto výpadku do centrály.

Při řízení provozu v jízdních pruzích je zapotřebí použít kontrolní zařízení, které eviduje stavy všech signálů a tyto kontroluje z hlediska správnosti. Při provozu může být svit zelené šipky signálu volno č. S 8b Volný vjezd vozidel do jízdního pruhu umožněn pouze za předpokladu existence signálu č. S 8a v protisměru. Při výpadku signálu č. S 8a musí být v každém případě zajištěno okamžité vypnutí signálu č. S 8b na opačné straně jízdního pruhu.

Z tohoto důvodu musí být k zapínání signálů pro řízení provozu v jízdních pruzích se střídavým směrem jízdy použit výhradně řadič SSZ splňující všechny na něho kladené požadavky norem tak, aby bylo možné určovat stavy signalizace, do nichž SSZ přejde při zjištění poruchy (např. chybějícího signálu č. S 8a Zakázaný vjezd vozidel do jízdního pruhu). Řadič SSZ musí být použit i tehdy, když bude směr jízdy touto signalizací určován z jiného, například technologického zařízení (tunely apod.). Správné vyhodnocování všech nebezpečných stavů platí i v případě použití jednoho světelného pole s možností měnit na tomto poli významy světelných signálů (světlovody, světelné diody apod.).

Při výpadku signalizace řízení provozu v jízdních pruzích musí být doprava řízena dopravním značením. Na dopravních značkách s proměnnými symboly se při výpadku musí objevit situaci odpovídající symbol.

Z důvodu, aby při použití centrálního řízení nebylo při poruchovém výpadku například jednoho řadiče nefunkčních více ovládaných prvků, je vhodné například svislé dopravní značky s proměnnými symboly neovládat z řadičů SSZ.

Tam, kde je signalizace řízení provozu v jízdních pruzích spojena se signály křižovatky, musejí být také následky výpadků jedné signalizace zohledněny signalizací druhou, a to pomocí odpovídajících programů či provozních stavů.

H.6.2 Změny provozních režimů

Zapínání zařízení se provádí ve shodě se začátkem používání řízení provozu v jízdních pruzích. Jestliže na komunikaci s lichým počtem jízdních pruhů není používání středního jízdního pruhu jednoznačně přiřazeno jednomu jízdnímu směru, nemá být jeden směr jízdy uzavřen pomocí signálu č. S 8a náhle, ale přes přechodový stav pomocí přerušovaného svitu žluté světelné šipky směřující šikmo dolů do příslušného pruhu (signál č. S 8c Světelná šipka vlevo nebo č. S 8d Světelná šipka vpravo), a to v obou směrech jízdy. Jinak má řidič vozidla jedoucího vyšší rychlostí sklon k rychlému, a tedy nebezpečnému manévru zařazení se do vedlejšího jízdního pruhu.

Dodatečná opatření (např. zákazy vjezdu a výjezdu z bočních komunikací) musejí být funkční ještě před zapnutím signalizace, aby nemohlo docházet k nebezpečným situacím.

Signálu pro zakázaný vjezd č. S 8a má předcházet signál č. S 8c nebo č. S 8d tak, aby se zabránilo jeho přehlédnutí.

Vyklizení při změně režimů může být uskutečňováno dvěma způsoby.

- Vyklizení změnou jízdního pruhu. Jelikož vyklizovací proces může být prováděn současně po celé trase, může být přechodová doba krátká. Musí však být zajištěno, že dopravní zatížení na vedle probíhajícím jízdním pruhu, na nějž má být provoz převeden, připustí zařazení vozidel.
- Vyklizení jízdou vpřed. V tomto případě však nejsou signály v jednotlivých profilech přepínány současně, ale postupně. Časové body přepínání na jednotlivých profilech jsou určeny pomocí vyklizovací rychlosti kolony vozidel (viz obr. H3). Doba přepnutí je přitom delší než při vyklizení změnou jízdního pruhu. Takto je vhodné přepínat, pokud je vedlejší jízdní pruh silně zatížen. Tento postup přepínání musí být použit tehdy, jestliže změna jízdního pruhu není možná v důsledku stavebního rozdělení (např. vedle sebe ležící tunelové trouby).

Pro bezpečnost dopravních proudů obou jízdních směrů je zapotřebí před uvolněním protisměru zajistit dostatečný mezičas. U těch zařízení, která umožňují vizuální kontrolu provozu, je nutné před konečným uvolněním protisměru zkontrolovat, zda je příslušný jízdní pruh volný.

Při uzavření jízdního pruhu má být pro přechodový stav použit signál č. S 8c nebo č. S 8d. Při vypnutí nebo výpadku signálů pro řízení provozu v jízdních pruzích je nutné zajistit, aby i v této situaci byl úsek průjezdný. Jestliže při výpadku i jednoho návěstního průřezu může nastat stav ohrožující bezpečnost dopravy, musí být zařízení vypnuto na celé trase, nebo po úsecích.

H.6.3 Záznamy o provozu

Kromě protokolů pro zapínání, přepínání a vypínání s uvedením příslušného zařízení, času a data mají být registrovány i následující údaje:

- výpadek zařízení,
- neprovedený příkaz k řízení,
- nepřípustná instrukce,

- informace, zda řízení provozního stavu bylo zapnuto manuálně časovým plánem, nebo v závislosti na dopravě.

H.6.4 Obsluha

Návod na obsluhu zařízení má obsahovat vysvětlení všech v úvahu připadajících provozních stavů. Součástí návodu mají být i příkazy pro zapínání, přepínání a vypínání zařízení, dále údaje o postupech při výpadku jednotlivých nebo všech návěstidel a též seznam možných chybných návěstí s dostatečnými pokyny pro odstranění poruchy.

Často se vyskytující provozní zásahy nesmějí od obsluhy vyžadovat programově technické znalosti. Všechny provozní zásahy musejí být zajištěny tak, aby nesprávnou obsluhou nemohly být navozeny situace ohrožující bezpečnost dopravy.

Pro údržbu mohou být vyhrazeny určité provozní stavy, v určitých případech spojené s dodatečnými bezpečnostními opatřeními.

H.7 Technická zařízení

Pro řízení provozu v jednom jízdním pruhu se střídavým směrem jízdy se používají návěstidla, jejichž signální plocha je tvořena:

- dvěma kruhovými světelnými poli umístěnými vedle sebe tak, že červené světelné pole ve tvaru zkřížených šikmých pruhů je umístěno vlevo od zeleného světelného pole ve tvaru šipky, jejíž hrot směřuje dolů; obě světelná pole jsou na černém podkladu;
- jedním světelným polem s možností měnit na tomto poli výše uvedený světelný signál (světlovody, světelné diody).

Návěstidlo signálu pro řízení provozu v jízdních pruzích může být doplněno na jedné nebo na obou stranách návěstidlem se signálem č. S 8c, č. S 8d (přerušovaný svit žluté světelné šipky, jejíž hrot směřuje šikmo dolů pod úhlem 45 °, a to směrem k sousednímu jízdnímu pruhu, do něhož mají vozidla odbočit).

Velikost a provedení návěstidel se řídí podle podmínek jejich použití. Mají být voleny s ohledem na profil trasy, převládající okrajový jas a na odstupy mezi návěstními profily. Běžně lze použít návěstidla o průměru světelného pole 300 mm, v tunelech postačí i 200 mm. Z důvodu výraznější viditelnosti je vhodné na dálnicích a rychlostních komunikacích použít i návěstidla větších rozměrů, a to až 600 mm × 600 mm, na principu světlovodů nebo světelných diod. Na komunikacích s řízením provozu v jízdních pruzích mají být všechny jízdní pruhy opatřeny návěstidly, tedy i ty jízdní pruhy, které jsou neměnné, což platí zejména o vjezdech do tunelu. Jízdní pruhy, na nichž se směr provozu nemění, mohou být osazeny návěstidlem pouze jednoho příslušného signálu.

Signály pro jízdní pruhy mají být rozeznatelné z velké vzdálenosti a musejí být jednoznačně přiřazeny jednotlivým jízdním pruhům, na což je zapotřebí dbát především u směrových oblouků. Zpravidla se instalují nad střed jízdního pruhu. V zásadě jsou návěstidla upevňována mimo průjezdný profil komunikace na portálech nebo výložnicích.

Při kombinaci signalizace řízení provozu v jízdních pruzích a signalizace řízení provozu na křižovatce v témže silničním tahu musejí být návěstidla na křižovatce uspořádána tak, aby se pro všechny provozní

stavy zajistila jednoznačnost přiřazení signalizace. Rozdílný význam a rozpoznatelnost signálů se doporučuje zvýraznit použitím kontrastních rámců.

H.8 Znázornění provozu

Pro navrhování, výstavbu a provoz tras se signalizací řízení provozu v jízdních pruzích se situace a jednotlivé stavy znázorňují v situačních a provozních plánech.

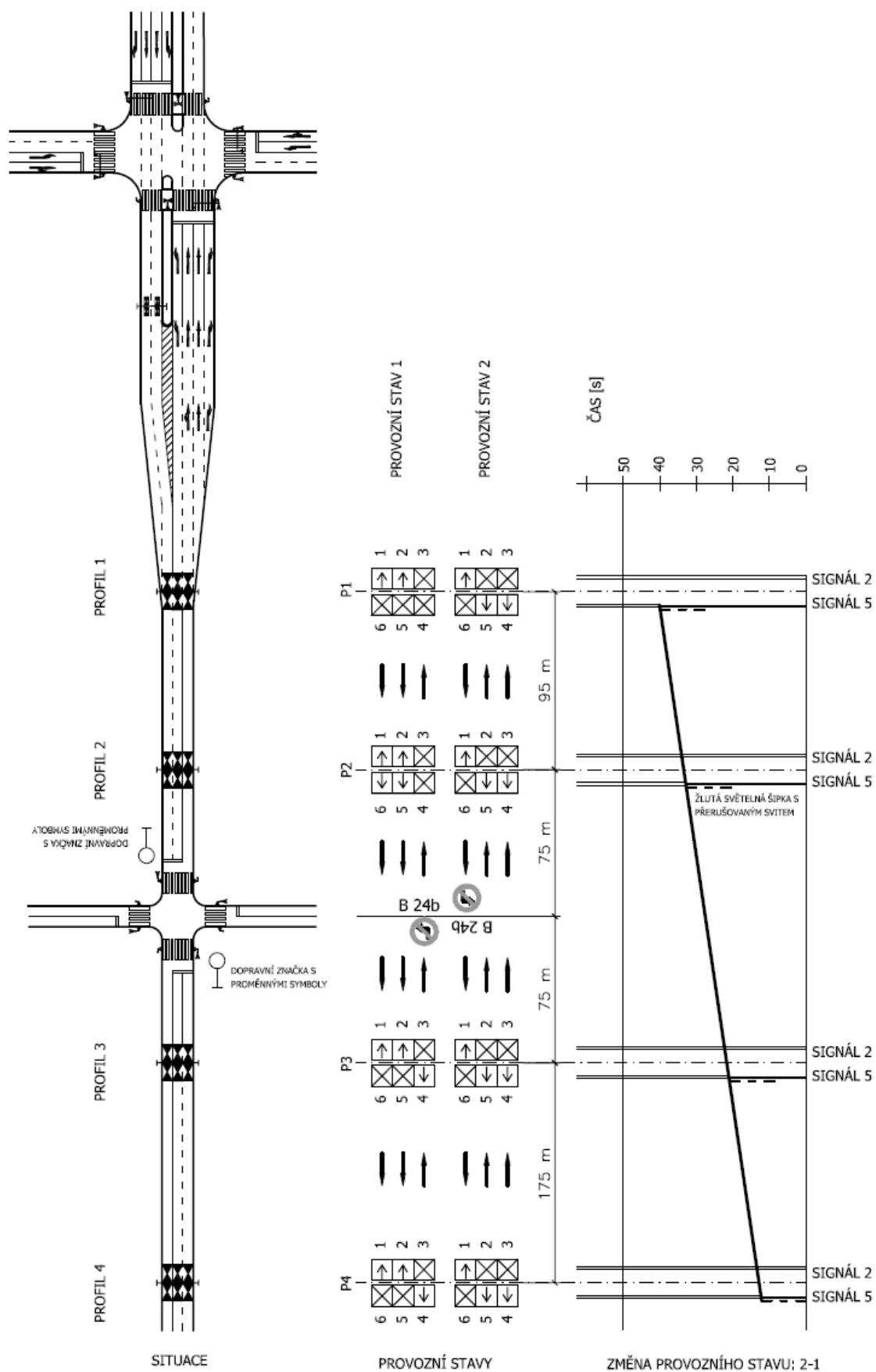
Situační plán má obsahovat:

- profily s umístěním návěstidel pro řízení provozu v jízdních pruzích se znázorněním návěstního směru,
- situační plány křižovatek,
- vodorovné značení komunikace,
- stálých svislých dopravních značek,
- umístění dopravních značek s proměnnými symboly, včetně těchto symbolů,
- rozmístění řadičů a měřicích míst,
- označení a číslování profilů, návěstidel, značek a zařízení.

V provozním plánu se jednotlivé provozní stavy znázorňují tak, aby se jednoznačně rozlišila funkce pro signály stůj a volno. Pro znázornění přepínání se doporučuje diagram dráha – čas, v němž lze znázornit sled změn signálů pro jednotlivá návěstidla.

Dále je zapotřebí vypracovat plán organizace a řízení provozu oblasti, který vymezuje jak oblast vlivu řízení provozu v jízdních pruzích trasy na provoz na okolních komunikacích, tak i umístění SSZ, značek s proměnnými symboly a ostatních důležitých značek. Pro každý provozní stav je vhodné zpracovat zvláštní výkres.

Obrázek H3 znázorňuje jednoduché uspořádání situačního a provozního plánu na třípruhové komunikaci, na níž se mění směr jízdy ve středním jízdním pruhu. Pro přepnutí z jednoho provozního stavu na druhý byl zvolen postup vyklizení jízdou vpřed s vyklizovací rychlostí odvozenou z diagramu dráha – čas (viz H6.2). Obě značky s proměnnými symboly zobrazují značku č. B 24b Zákaz odbočení vlevo, nebo jsou bez symbolu.



Obr. H3 Řízení provozu v jízdních pruzích na třípruhové komunikaci

PŘÍLOHA J MEZIČASY

J.1 Výpočet mezičasů – metoda

J.1.1 Všeobecně

Pro stanovení mezičasů platí:

$$t_m = t_v - t_n + t_b \quad t_v = \frac{L_v + L_{voz}}{v_v} \quad t_n = \frac{L_n}{v_n}$$

- t_m = mezičas, tj. doba nutná mezi koncem a začátkem signálů volno pro dva kolizní dopravní pohyby, během níž poslední vozidlo nebo chodec vyklizujícího dopravního pohybu stačí bezpečně opustit (vyklidit) kolizní plochu dříve, než první (najíždějí) vozidlo nebo chodec kolizního dopravního pohybu tuto plochu dosáhne [s],
- t_v = vyklizovací doba, tj. doba potřebná k projetí vyklizujícího vozidla od stopčáry (místa zastavení v křižovatce*) do kolizního bodu na konci (začátku**) kolizní plochy, respektive doba potřebná k chůzi vyklizujícího chodce od vstupu do vozovky za návěstidlem na konec kolizní plochy [s],
- t_n = najížděcí doba, tj. doba potřebná k projetí najíždějího vozidla od stopčáry (místa zastavení v křižovatce*) do kolizního bodu na začátku (konci**) kolizní plochy, respektive doba potřebná k chůzi vstupujícího chodce od vstupu do vozovky za návěstidlem k začátku kolizní plochy [s],
- t_b = bezpečnostní doba, tj. doba zohledňující vliv projíždění signálu pozor vozidly v souladu s pravidly silničního provozu po skončení signálu volno [s],
- L_v = vyklizovací dráha, tj. dráha vyklizujícího vozidla od stopčáry (místa zastavení v křižovatce*) do kolizního bodu na konci (začátku**) kolizní plochy, respektive dráha vyklizujícího chodce od vstupu do vozovky za návěstidlem do kolizního bodu na konci kolizní plochy [m]; lze počítat i s vyklizovací dráhou od chodeckého tlačítka [m],
- L_n = najížděcí dráha, tj. dráha najíždějího vozidla od stopčáry (místa zastavení v křižovatce*) do kolizního bodu na začátku (konci**) kolizní plochy, respektive dráha vstupujícího chodce od vstupu do vozovky za návěstidlem do kolizního bodu na začátku kolizní plochy [m],
- L_{voz} = délka vyklizujícího vozidla [m],
- v_v = vyklizovací rychlost, tj. rychlost vyklizujícího vozidla nebo chodce [m/s],
- v_n = najížděcí rychlost, tj. rychlost najíždějího vozidla nebo vstupujícího chodce [m/s].

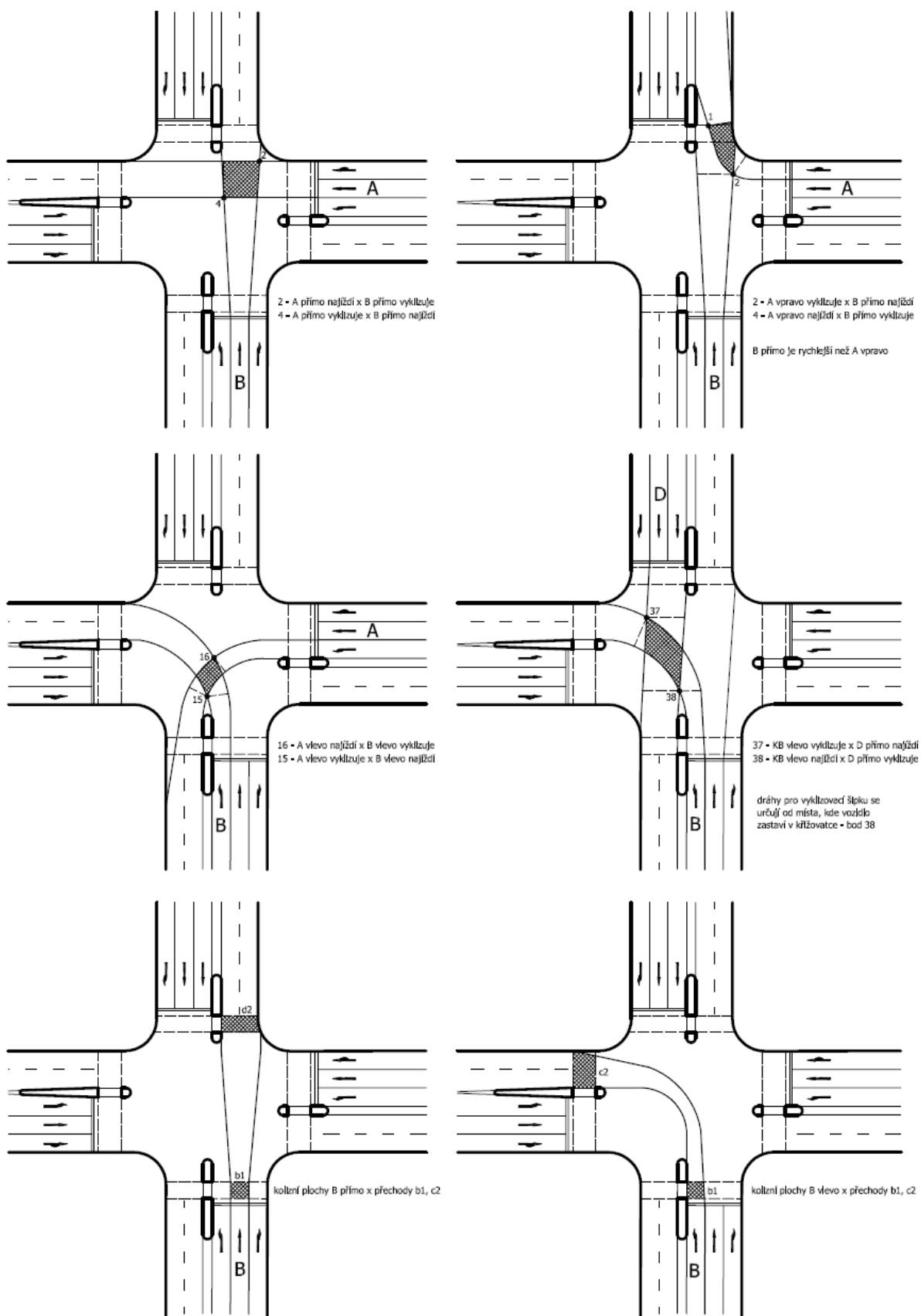
Poznámky:

* Jedná se o L_v a L_n pro vyklizovací šipky (nikoliv plné signály, které platí též pro odbočující vozidla); i zde je možné v odůvodněných případech použít vzdálenost od stopčáry.

** L_v a zároveň L_n se určují na začátek kolizní plochy pouze v případě, že vozidla jedou v kolizní ploše stejným směrem a najíždějí vozidlo má nižší rychlost než vozidlo vyklizující; totéž platí pro t_v a t_n . L_v a zároveň L_n se určují na konec kolizní plochy pouze v případě, že vozidla jedou v kolizní ploše stejným směrem a najíždějí vozidlo má vyšší rychlost než vozidlo vyklizující; totéž platí pro t_v a t_n . Topologická orientační pomůcka – jedná se o případy, kdy má kolizní plocha tři vrcholy.

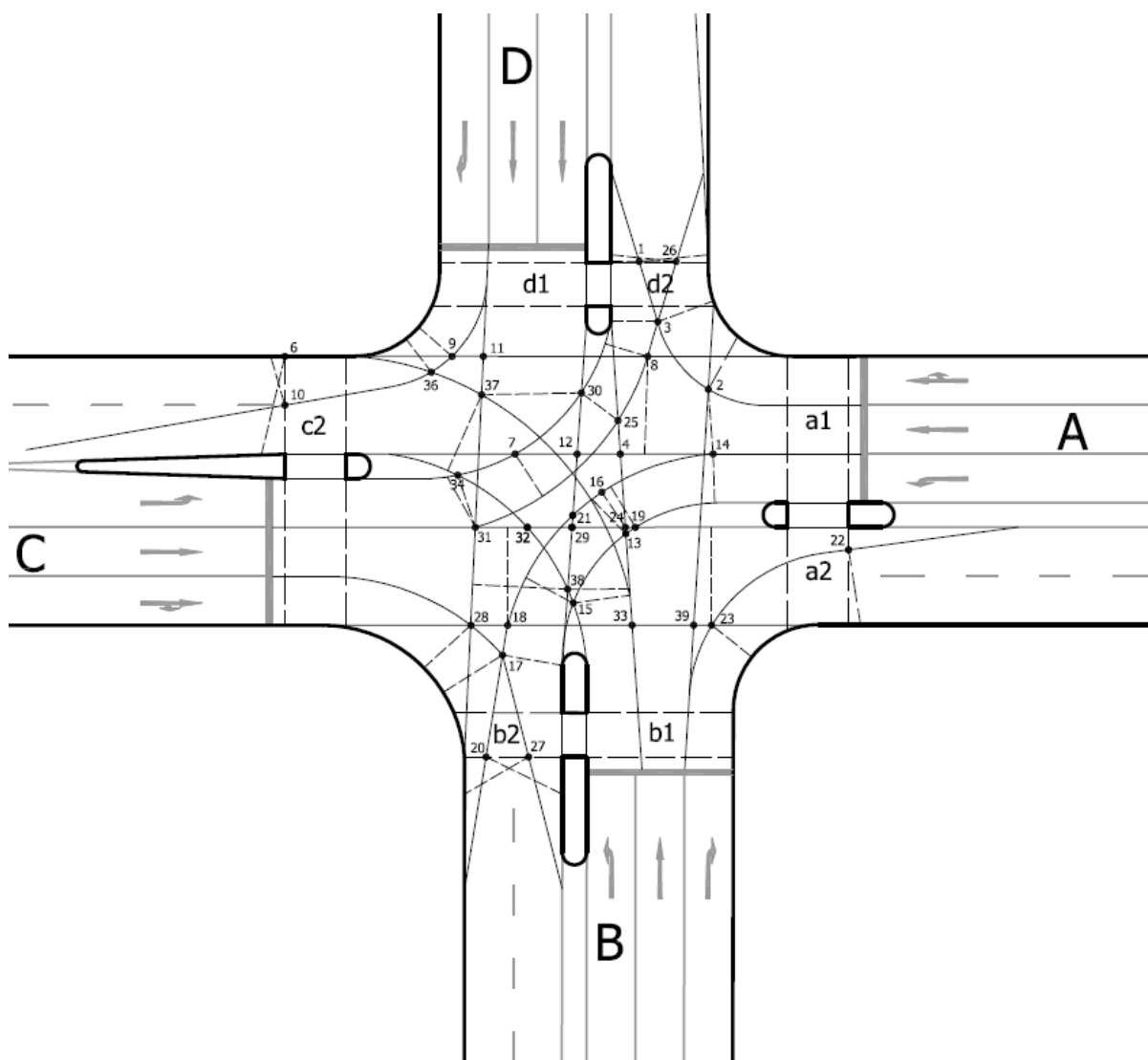
J.1.2 Stanovení vyklizovacích a najížděcích drah

Pro výpočet mezičasů je zapotřebí stanovit vyklizovací a najížděcí dráhy. Pro určení délek lze použít osy trajektorie pohybu jednotlivých proudů vozidel (osy jízdních pruhů) a geometricky přijatelné dráhy přes oblast křižovatky, u přechodů pro chodce okraje přechodů. V případě kolizí pod ostrým úhlem nebo ve více jízdních pruzích je nezbytné uvažovat s kolizní plochou (viz obr. J1).



Obr. J1 Vyklízující a najížděcí dráhy, kolizní plochy

Do situace křižovatky se zakreslí všechny pohyby na křižovatce, které navrhované dopravní řešení umožňuje, čímž jsou určeny i všechny možné kolizní body, k nimž se musejí stanovit příslušné mezičasy. Všechny kolizní body jednotlivých dopravních pohybů s rozlišením na křížné, přípojně a odbočné je vhodné poznačit do tabulky tak, aby nedošlo k případnému opomenutí. Tato tabulka je souměrná v počtu i druhu kolizních bodů podle diagonály, což usnadňuje kontrolu.



Obr. J2 Schéma kolizních bodů

J.1.3 Výpočet mezičasů dopravních pohybů

Pro výpočet mezičasů se používají standardní hodnoty uvedené v obrázku J3. Pro signály vozidlových signálních skupin se uvažují rychlosti motorových vozidel, i pokud jejich signály platí též pro cyklisty a tramvaje.

Rychlosti kolejové dopravy je nutné zjistit u místně příslušného provozovatele dráhy. Standardní hodnoty jsou použitelné pouze jako orientační.

VYKLIZOVACÍ A NAJÍŽDĚCÍ RYCHLOSTI	V _v a V _n	
	[km.h ⁻¹]	[m.s ⁻¹]
MOTOROVÁ VOZIDLA v přímém směru v oblouku	35	9,7
	25	7,0
CYKLISTÉ	15	4,2
CHODCI	5	1,4
TRAMVAJE v místech výhybek při jízdě proti hrotům do odbočné větve výhybky v místech výhybek a kolejových křižovatek (s výjimkou jízdy proti hrotům do odbočné větve výhybky) v úsecích bez kolejových konstrukcí v obloucích o poloměru menším než 25 m v úsecích bez kolejových konstrukcí v obloucích o poloměru 25 až 60 m v úsecích bez kolejových konstrukcí v obloucích o poloměru 61 až 100 m v úsecích bez kolejových konstrukcí v obloucích o poloměru větším než 100 m a v přímých směrech: najížděcí rychlost vyklizovací rychlost	10 15 15 20 25 25 35	2,8 4,2 4,2 5,6 7,0 7,0 9,7

DÉLKA VYKLIZUJÍCÍHO VOZIDLA A BEZPEČNOSTNÍ DOBA	l _{voz} [m]	t _b (1) [s]
MOTOROVÁ VOZIDLA	5	2
CYKLISTÉ	0	1
CHODCI	0	0
TRAMVAJE pro vyklizovací rychlost 1–15 km/h pro vyklizovací rychlost 16–20 km/h pro vyklizovací rychlost 21–25 km/h pro vyklizovací rychlost 26 a více km/h	15	0 1 2 3

(1) tvoří-li vyklizovací dráhu tramvaje dílčí úseky s různými rychlostmi, bezpečnostní doba se zadává podle vyklizovací rychlosti v prostoru tramvajového návěstidla

Obr. J3 Tabulka standardních hodnot pro výpočet mezičasů

Upozornění: Mezičasy vypočtené před začátkem účinnosti těchto TP dle předchozích verzí TP 81 (vydání 1996 nebo 2006) zůstávají pro příslušná SSZ v platnosti i po nabytí účinnosti těchto TP, a to až do doby, dokud se na příslušném SSZ nebude měnit buď geometrie křižovatky, či měnit nebo doplňovat signální skupiny, nebo dokud nebude z nějakého jiného důvodu zpracováno celé nové dopravní řešení SSZ.

Vyžadují-li to místní dopravní poměry, je možné použít jiné než standardní vyklizovací a najížděcí rychlosti. Může se jednat například o následující případy:

- konkrétní najížděcí a vyklizovací rychlosti nebo najížděcí a vyklizovací doby v křižovatce byly zjištěny dopravním měřením,
- nižší rychlost tramvají (než standardní), například zapříčiněná špatným stavem kolejového svršku,
- vyšší rychlost tramvaje (než standardní), je-li na příslušných kolejových konstrukcích dovolena,
- vyšší rychlost tramvaje (než standardní) při preferenčním průjezdu v koleji bez tramvajových konstrukcí; je vhodné počítat s traťovou rychlostí,
- nižší vyklizovací rychlost nekolejových vozidel (než standardní) v důsledku špatného stavu povrchu vozovky v křižovatce,
- konkrétní doba jízdy tramvaje ze zastávky podle rozjezdové křivky,
- pomalá jízda trolejbusů v křižovatce, limitovaná stavem trolejového vedení.

Tvoří-li vyklizovací nebo najížděcí dráhu tramvaje dílčí úseky s různými rychlostmi (např. jízda přes výhybku proti hrotům jazyka do odbočky + oblouk o poloměru menším než 25 m + kolejová křižovatka + přímá jízda), vyklizovací nebo najížděcí doba se stanoví jako součet dílčích jízdních dob na úsecích s rozdílnými rychlostmi. Za výhybku se považuje úsek od hrotu jazyka k srdcovce, za kolejovou křižovatku úsek mezi první a poslední srdcovkou. Délka jízdy L_v přes kolejovou konstrukci (výhybku nebo křížení) se počítá jako délka konstrukce + nejdelší provozovaná souprava v daném místě. Délka jízdy L_n přes kolejovou konstrukci se počítá jako délka konstrukce + nejkratší provozovaná souprava v daném místě.

U vyklizujících tramvají se pro výpočet t_v používá jednotně (nezávisle na délce vlaku) délka I_{voz} 15 m, neboť tramvaj je vzhledem ke své velikosti stěží přehlédnutelná.

Mezičas mezi koncem signálu volno pro vozidla a začátkem signálu volno na příčném přechodu pro chodce ležícím na vjezdu za stopčárou nesmí být kratší než délka žlutého signálu [s] + 1 [s]. Hodnota bezpečnostní doby uvedená v tabulce se uvažuje pro toho účastníka provozu, který kolizní plochu vyklizuje.

Signální skupiny pro cyklisty jsou podle současné právní úpravy kolizní se všemi dopravními pohyby, které dráhu cyklistů kříží, nebo se k ní napojují².

Mezičasy se počítají zásadně pro všechny směry jízdy všech kolizních signálních skupin s výjimkou pouze podmíněně kolizních dopravních pohybů, jejichž kolize nejsou řešeny světelnou signalizací, nýbrž pro něž platí i při řízení světelnou signalizací příslušná pravidla provozu na pozemních komunikacích o přednosti (v jízdě):

- vozidla odbočující vpravo nebo vlevo × chodci přecházející přes vozovku, na niž vozidla odbočují,
- vozidla odbočující vlevo × protijedoucí vozidla a tramvaje v obou směrech (v případě, že pro odbočující vozidla nejsou použity směrové signály),

² Od 1. 7. 2006 není signál č. S 10c nebo signál č. S 11c kolizní s dopravními proudy odbočujícími na signál volno č. S 1c, avšak s dopravními proudy odbočujícími například na signál volno č. S 3a + č. S 4 kolizní je.

- dopravní pohyby na signál doplňkové zelené šipky s výjimkou kolize s chodci na vjezdu za stopčárou.

Doporučuje se vypočítat i mezičasy těchto dopravních pohybů, pro něž nejsou signální skupiny kolizní, ale mohou se s výhodou použít při úpravách či doplňování tabulky mezičasů, pokud tato slouží jako podklad pro bezpečnostní a jisticí systém řadiče SSZ, například:

- vyklizovací šipka × příčné směry,
- vyklizovací šipka × přechody, které kříží dráha vozidel,
- doplňková šipka pro odbočení vpravo × příčný směr v případě, že není pro odbočení vpravo zrychlovací pruh a nepředpokládá se současný svit šipky a signálu volno v příčném směru.

J.1.4 Zaokrouhlování, přesnost výpočtu

Mezičasy se počítají s přesností na desetiny sekundy. Výsledné mezičasy se stanovují s přesností na celé sekundy; zaokrouhuje se asymetricky, zpravidla do 0,30 s dolů, od 0,30 s nahoru. Hranici asymetrického zaokrouhlení lze použít v rozsahu 0,10 až 0,30 s.

Nutná přesnost měření délek a mezivýpočtů vyplývá z požadované přesnosti výpočtu mezičasů na 0,10 s. Musí být o řád vyšší, tj. u najížděcích i vyklizovacích dob 0,01 s a vzdáleností 0,5 m (dovoluje-li to přesnost podkladu a technologie měření, tzn. digitálně zaměřená situace a měření délky křivek v konstrukčním programu, lze měřit vzdálenosti s přesností 0,1 m). Při nedodržení těchto podmínek by mohlo dojít k matematické chybě o velikosti až 0,10 s, která může mít vliv na směr zaokrouhlení, a tím na délku výsledného mezičasu. Není-li tato přesnost měření a mezivýpočtů dodržena, zaokrouhuje se vždy nahoru. Pokud je vypočtená hodnota záporná, do tabulky mezičasů signálních skupin se zaokrouhlí na nulu.

Příklad výpočtu mezičasů dopravních pohybů ke křižovatce znázorněné na obrázku J2 je uveden v tabulce J4, hranice asymetrického zaokrouhlení byla stanovena na hodnotu 0,10 s.

kolizní bod	vyklizuje		najíždí		Lvyk	Lnaj	Vvyk	Vnaj	Tvyk	Tnaj	Tm	pom
	typ	směr	typ	směr	[m]	[m]	[m/s]	[m/s]	[s]	[s]	[s]	
1	v	A>	v	B^	28,3	46,8	7,0	9,7	4,76	4,82	2	1,93
2	v	B^	v	A>	32,8	14,1	9,7	7,0	3,90	20,10	4	3,88
3	v	A>	v	C<	20,4	42,3	7,0	7,0	3,63	6,04	0	-0,41
3	v	C<	v	A>	42,3	20,4	7,0	7,0	6,76	2,91	6	5,84
4	v	A^	v	B^	20,7	26,7	9,7	9,7	2,65	2,75	2	1,9
2	v	B^	v	A^	32,8	14,6	9,7	9,7	3,90	1,51	5	4,39
5	v	A^	v	B<	22,3	24,8	9,7	7,0	2,81	3,54	2	1,27
6	v	B<	v	A^	53,0	51,0	7,0	9,7	8,29	5,26	5	5,03
7	v	A^	v	C<	28,9	24,8	9,7	7,0	3,49	3,54	2	1,95
8	v	C<	v	A^	37,2	18,9	7,0	9,7	6,03	1,95	6	6,08

kolizní bod	vyklizuje		najíždí		Lvyk	Lnaj	Vvyk	Vnaj	Tvyk	Tnaj	Tm	pom
	typ	směr	typ	směr	[m]	[m]	[m/s]	[m/s]	[s]	[s]	[s]	
32	s	KB<	v	C^	3,4	25,5	7,0	9,7	1,20	2,63	-1	-1,43
33	v	C^	v	KB<	32,4	0,0	9,7	7,0	3,86	0,00	6	5,86
34	s	KB<	v	C<	15,1	20,7	7,0	7,0	2,87	2,96	0	-0,09
35	v	C<	v	KB<	30,0	6,2	7,0	7,0	5,00	0,89	7	6,11
36	s	KB<	v	D>	19,2	16,1	9,7	9,7	3,46	2,30	2	1,16
36	v	D>	v	KB<	16,1	19,2	9,7	9,7	3,01	2,74	3	2,27
37	s	KB<	v	D^	16,7	17,0	9,7	7,0	3,10	1,75	2	1,35
38	v	D^	v	KB<	30,8	0,0	7,0	9,7	3,69	0,00	6	5,69

Obr. J4 Tabulka výpočtu mezičasů dopravních pohybů

Výpočty lze do značné míry zautomatizovat. Existují též specializované dopravně inženýrské aplikace s obdobnou funkcí, případně s rozšířenými možnostmi zadávání veličin (zrychlení).

Z vypočtených mezičasů se sestavuje tabulka mezičasů dopravních pohybů. Příklad ke křižovatce znázorněné na obrázku J2 se nachází v tabulce J5.

	A<	A^	A>	B<	B^	B>	C<	C^	C>	D^	D>	KB<	a1	a2	b1	b2	c1	c2	d1	d2
A<				6	5		5	5	4		8	4		9						
A^				2	2		2			5	5	4	4					8		
A>					2		0						4							
B<	4	5					5	4						4						
B^	4	5	4				1	2						4						8
B>								1						4						
C<		6	6	4	6					6		7				5				10
C^	4			4	6	5				3		6		8		5				
C>	1																			
D^	2	3					3	4	4			6				8			4	
D>		2										3						7	4	
KB<	1	3					0	0		2	2							6		
a1	8	8	8																	
a2								1												
b1				9	9	9														
b2	1									2										
c1							8	8	8											
c2		3									5	4								
d1										10	10									
d2					1		0													

Obr. J5 Tabulka mezičasů dopravních pohybů

J.2 Stanovení mezičasů signálních skupin

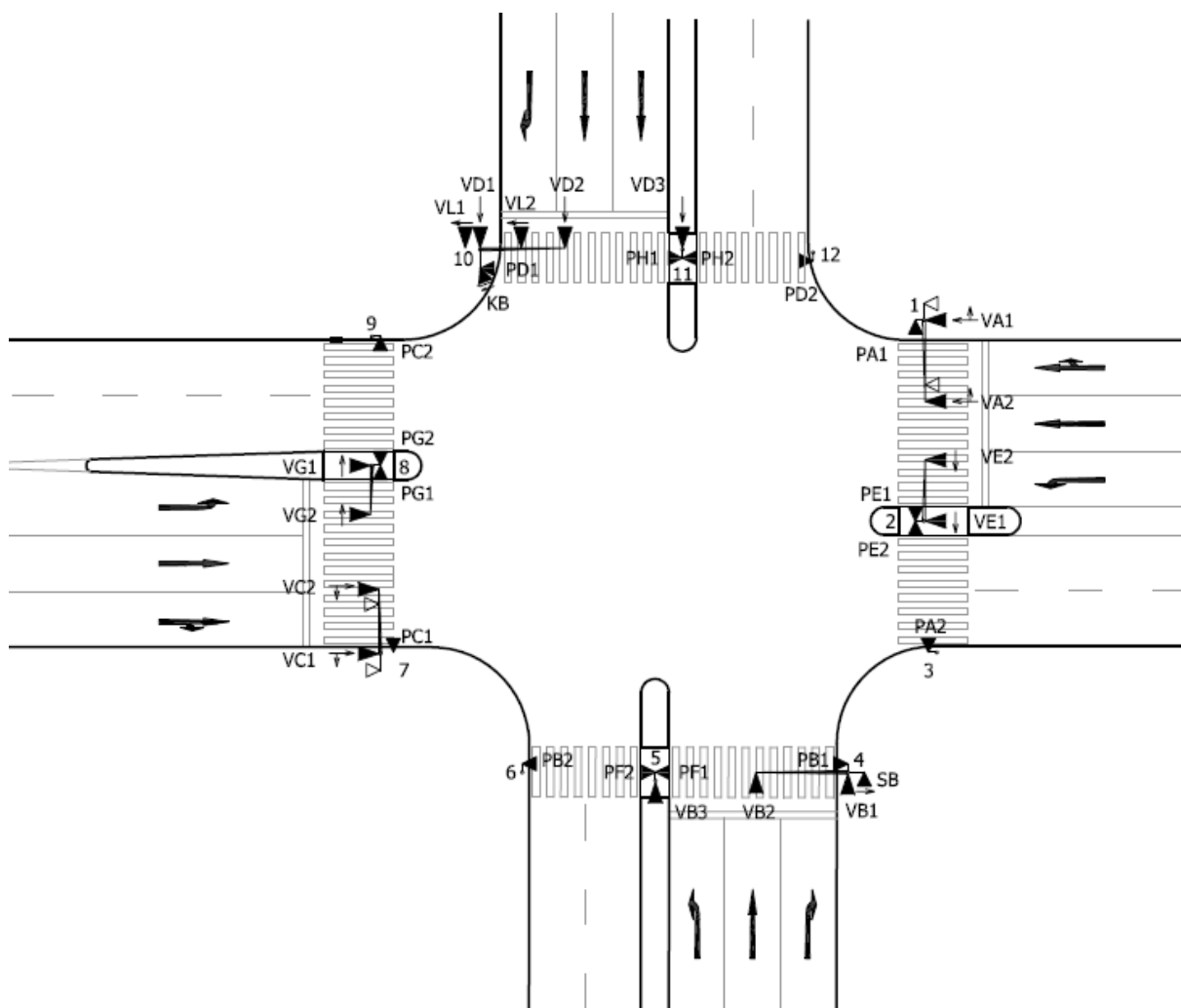
Z jednotlivých vypočtených mezičasů dopravních pohybů se sestavuje tabulka mezičasů. Rozhodující mezičas dvou kolizních skupin je největší z mezičasů jednotlivých dopravních pohybů. Tabulka přitom musí být univerzální pro všechny kolizní signální skupiny, tzn. pro všechny kombinace a sledy signálních skupin a fází, které jsou na křižovatce možné. Záporné mezičasy se zaokrouhlí na nulu.

V uvedených příkladech je použito pojmenování signálních skupin rozdílným pořadím ve smyslu otáčení ve směru pohybu hodinových ručiček při zachování označení rozhodujících signálů na různých vjezdech postupně (VA přímo, VE vlevo, VI vpravo na stejném vjezdu). Jelikož byla tabulka mezičasů v tomto konkrétním případě jediným podkladem pro programování kontrolního a jisticího systému

a v době jejího zpracování byl znám typ řadiče, pro nějž je určena, byla zpracována přímo v technologické podobě s pořadím signálních skupin takovým, jaké bude zadáno v programu řadiče. Ze stejného důvodu je tabulka mezičasů signálních skupin doplněna o mezičasy signálních skupin, které nejsou navzájem kolizní, ale nesmějí mít signál volno společně. Délka doplněných mezičasů vyjadřuje požadovaný odstup signálů volno.

J.2.1 Příklad pro osazení křižovatky ve směrech A a C směrovými signály

Tabulka mezičasů (viz obr. J7) je sestavena pro křižovatku osazenou podle situace znázorněné na obrázku J6 (schéma kolizních bodů viz na obr. J2, tabulku mezičasů dopravních pohybů viz na obr. J5). Přejechy pro chodce jsou řízeny postupnou signalizací.



Obr. J6 Situace SSZ

	VE	VG	VA	VC	VB	VD	VL	KB	SB	PA	PE	PC	PG	PB	PF	PD	PH
VE				5	6	4		8		4	4			9	9		
VG			6		6	6		7				5	5			10	10
VA		2			2	5	5	4		4	4	8	8				
VC	4				6	3		6	5	8	8	5	5				
VB	4	5	5	4										4	4	8	8
VD	2	3	3	4				6						8	8	4	4
VL			2					3				7	7			4	4
KB	1	0	3	0		2	2					6	6				
SB				1										4	4		
PA	8		8	1													
PE	8		8	1													
PC		8	3	8			5	4									
PG		8	3	8			5	4									
PB	1				9	2			9								
PF	1				9	2			9								
PD		0			1	10	10										
PH		0			1	10	10										

Obr. J7 Tabulka mezičasů

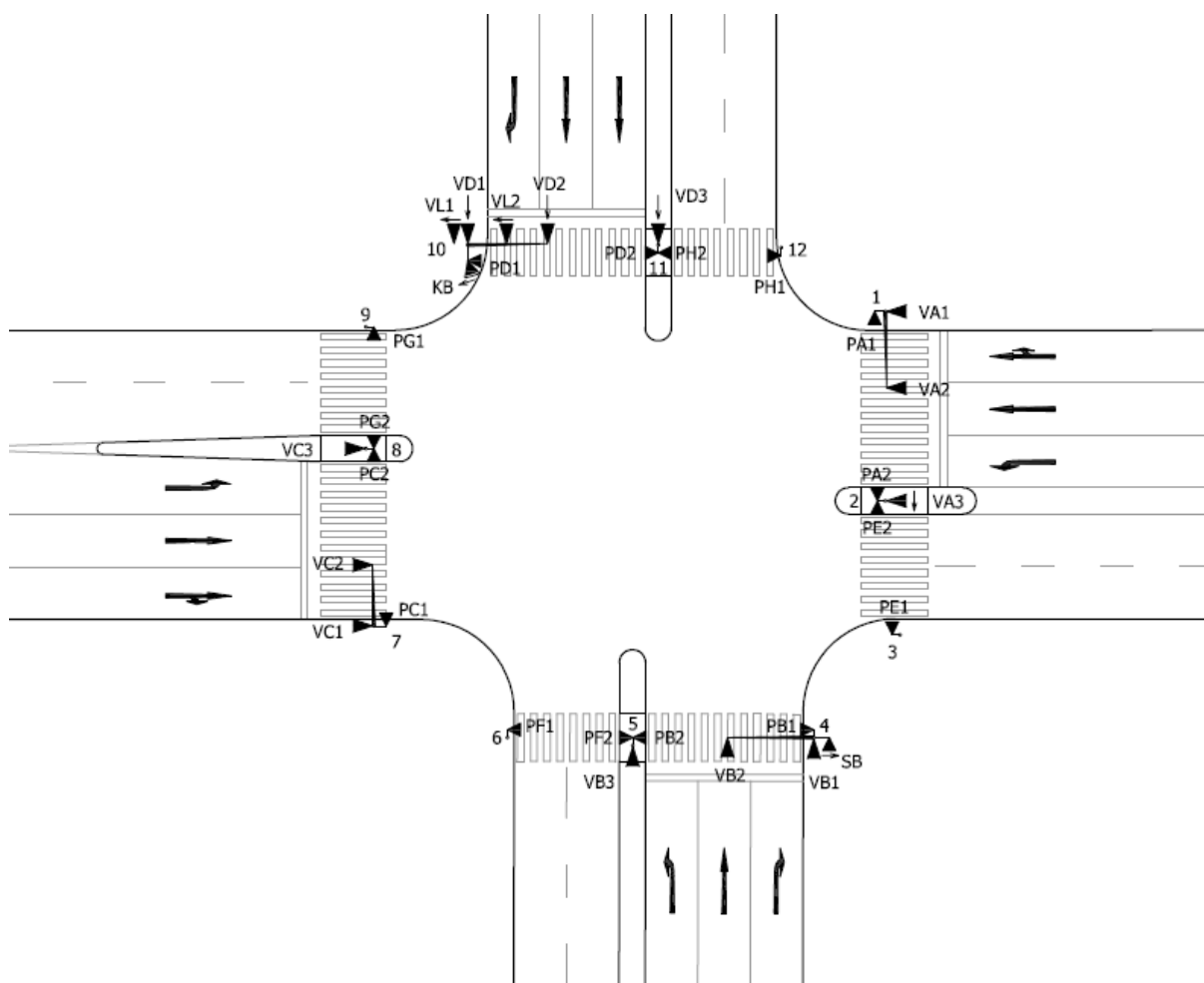
Mezičasy dopravních pohybů (viz obr. J5):

- všechny KB vlevo s výjimkou KB × VD přímo a KB × VD vpravo,
- SB vpravo × VC přímo,

jsou pomocné, nejedná se o kolizní dopravní pohyby.

J.2.2 Příklad pro osazení křižovatky ve směrech A a C plnými signály

Tabulka mezičasů (viz obr. J9) je sestavena pro křižovatku osazenou podle situace znázorněné na obrázku J8 (schéma kolizních bodů viz na obr. J2, tabulku mezičasů dopravních pohybů viz na obr. J5). Přechody pro chodce jsou řízeny postupnou signalizací.



Obr. J8 Situace SSZ

	VA	VC	VB	VD	VL	KB	SB	PA	PE	PC	PG	PB	PF	PD	PH
VA			6	5	5	8		4			8				
VC			6	6		7	5		8	5					
VB	5	5										4			8
VD	3	4				6							8	4	
VL	2					3					7			4	
KB	3	0		2	2						6				
SB		1										4			
PA	8														
PE		1													
PC		8													
PG	3				5	4									
PB			9				9								
PF				2											
PD				10	10										
PH			1												

Obr. J9 Tabulka mezičasu

Mezičasy dopravních pohybů (viz obr. J5):

- všechny KB vlevo s výjimkou KB × VD přímo a KB × VD vpravo,
- SB vpravo × VC přímo

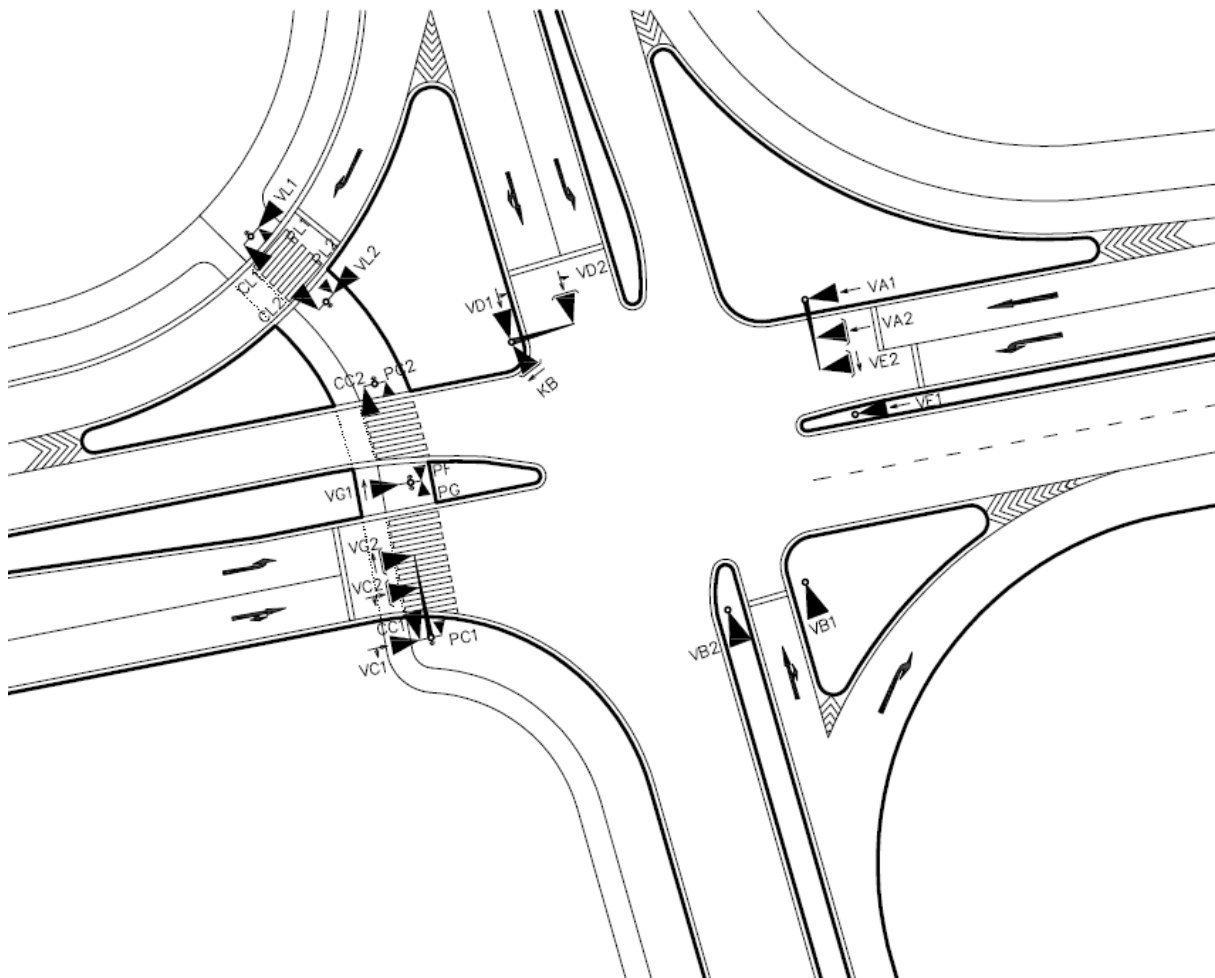
jsou pomocné, nejedná se o kolizní dopravní pohyby;

- VA přímo × VC vlevo, VA vpravo × VC vlevo,
- VC přímo × VA vlevo, VC vpravo × VA vlevo

se při sestavení tabulky mezičasů neuvažují, respektive je zbytečné je počítat, jedná se o podmíněně kolizní dopravní pohyby.

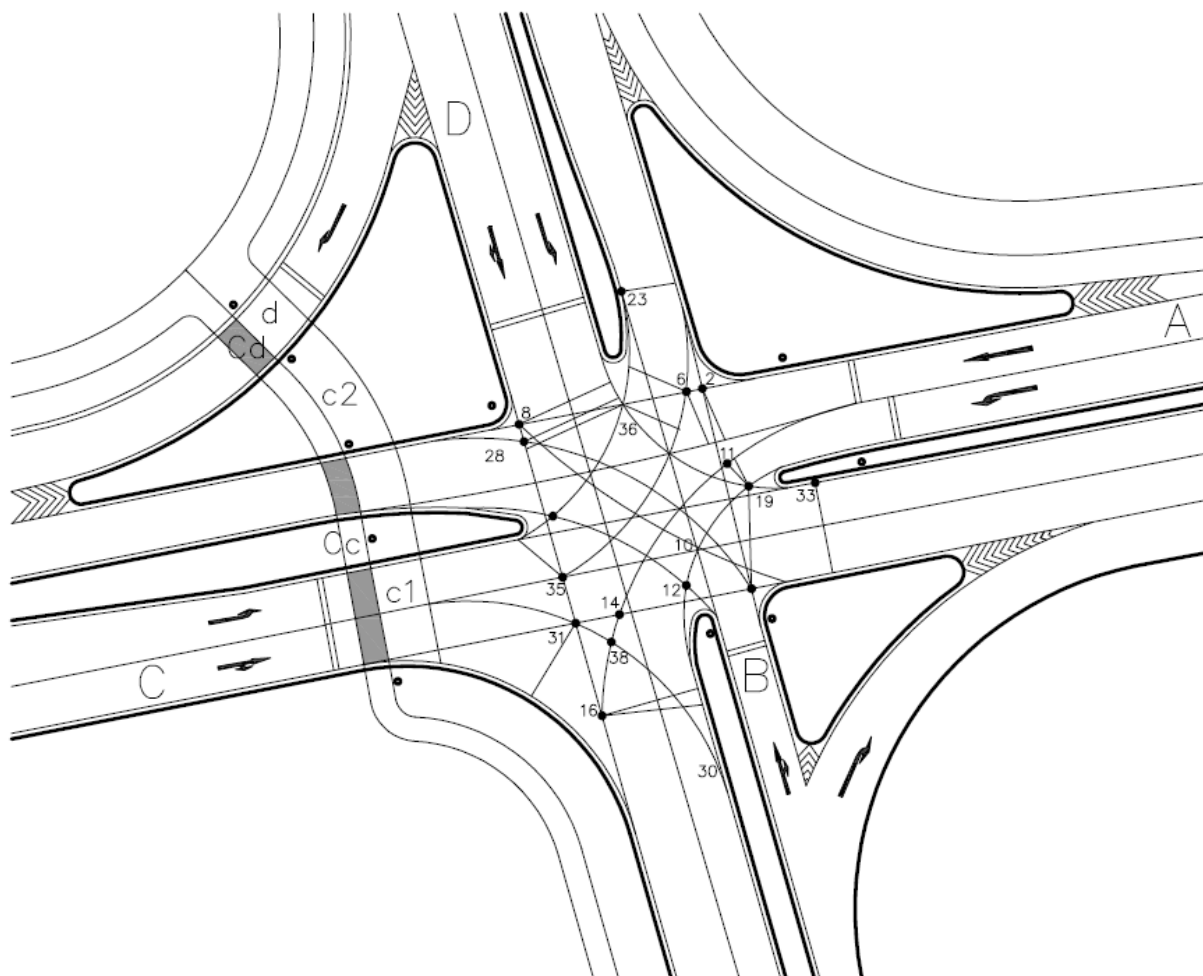
J.3 Výpočet a stanovení mezičasů pro vymezený okruh účastníků

J.3.1 Přejezd pro cyklisty v křižovatce



Obr. J10 Situace

V křižovatce jsou dva cyklistické přejezdy. Dělený přechod je řízen postupnou signalizací, souběžný cyklistický přejezd je signalizován bez dělení na středním dělicím ostrůvku.



Obr. J11 Schéma kolizních bodů, kolizní plochy cyklistů

Dráhy vyklizujících vozidel i chodců jsou měřeny od obrubníku k obrubníku, dráhy najíždějících vozidel a vstupujících chodců ke kolizní ploše u obrubníku jsou nulové. Najížděcí dráha cyklistů Cc k vyklizujícímu proudu C vlevo by mohla být měřena od obrubníku u návěstidla CC1 (4,3 m), prakticky se však najíždějící cyklista může vyskytnout i na středním ostrůvku, a proto je stanovena jako nulová. Dále je též nutné určit mezičas mezi proudem vozidel B vlevo a přejezdem Cc, v případě cyklistů se nejedná o podmíněně kolizní dopravní pohyby, ale o kolizní dopravní pohyby³.

³ Od 1. 7. 2006 se jedná o podmíněně kolizní dopravní pohyby i pro cyklistickou signální skupinu.

kolizní bod	vyklizuje		najíždí		Lvyk [m]	Lnaj [m]	Vvyk [m/s]	Vnaj [m/s]	Tvyk [s]	Tnaj [s]	Tm [s]	pom
	typ	směr	typ	směr								
	c	Cc	v	A^	18,0	30,7	4,2	9,7	4,29	3,16	3	2,12
	v	A^	c	Cc	32,7	0,0	9,7	4,2	3,89	0,00	6	5,89
	c	Cc	v	B<	18,0	30,4	4,2	7,0	4,29	4,34	1	0,94
	v	B<	c	Cc	32,4	0,0	7,0	4,2	5,34	0,00	8	7,34
	c	Cc	v	Cc	18,0	1,5	4,2	9,7	4,29	0,15	6	5,13
	v	C	c	Cc	4,0	0,0	7,0	4,2	1,29	0,00	4	3,29
	c	Cc	v	C<	13,2	1,5	4,2	7,0	3,14	0,21	4	3,63
	v	C<	c	Cc	4,0	0,0	7,0	4,2	1,29	0,00	4	3,29
	c	Cc	v	KB<	18,0	25,8	4,2	9,7	4,29	2,66	3	2,63
	v	KB<	c	Cc	27,8	0,0	7,0	4,2	4,69	0,00	7	6,69
	c	Cd	v	D>	5,6	4,8	4,2	9,7	1,33	0,49	2	1,84
	v	D>	c	Cd	7,3	0,0	7,00	4,2	1,76	0,00	4	3,76

Obr. J12 Tabulka výpočtu mezičasů cyklistických pohybů

Hranice asymetrického zaokrouhlení byla stanovena na hodnotu 0,1 s.

	A<	A^	B<	B^	C<	C^	C>	D<	D^	D>	KB<	Cc	Cd	c1	c2	d
A<			5	5		5	5	4	5		6					
A^			2	2	2			4	5	6	3	6			6	
B<	3	4			4	3		5	6			8				
B^	3	4			1	2		3								
C<		6	4	5				6	5		5	4		4		
C^	3		5	5				3	3		5	4		4		
C>	1								3							
D<	5	4	6	6	3	4					6					
D^	2	2	3		3	4	3				3					
D>		1									0		4			4
KB<	0	2			1	0		3	3	5		7			5	
Cc		3	1		4	6					3					
Cd										2						
c1					7	7										
c2		2									2					
d					4											

Obr. J13 Tabulka mezičasů dopravních pohybů

	VA	VB	VC	VD	VE	VG	VL	KB	CC	CD	PC	PF	PG	PL
VA		2		5		2	6	3	6		6	6		
VB	4		3	6	3	4			8					
VC		5		3	3			5	4		4		4	
VD	4	6	4		5	3		6						
VE		5	5	5				6						
VG	6	5		6				5	4		4		4	
VL	1							0		4				4
KB	2		0	3	0	1	5		7		5	5		
CC	3	1	6			4		3						
CD							4							
PC	2		7			7		2						
PF	2							2						
PG			7			7								
PL							4							

Obr. J14 Tabulka mezičasů

Jedná se o základní tabulku mezičasů, doplněnou o některé pomocné mezičasy (signální skupiny KB). Pokud má sloužit jako podklad pro kontrolní a jisticí obvody řadiče, je vhodné ji doplnit o další pomocné mezičasy, například signálních skupin PF a PG. Mezičas CD × VD je zde zvýšen na 4 s.

PŘÍLOHA K PRUŽNÉ FÁZOVÉ PŘECHODY

K.1 Všeobecně

Pružné fázové přechody lze v zásadě rozlišit na:

- fázový přechod s aktivním ovlivňováním délky signálu volno určitých signálních skupin detekčním systémem; tento druh pružného fázového přechodu nelze ani teoreticky v průběhu řízení nahradit žádným množstvím pevných fázových přechodů;
- fázový přechod je ovlivněný pouze mezičasy a proměnnou časovou polohou konce signálů volno skupin končící fáze nebo proměnnou časovou polohou začátků signálů volno nové fáze; tento druh pružného fázového přechodu teoreticky lze nahradit i v průběhu řízení odpovídajícím množstvím pevných fázových přechodů.

K.2 Použití

Pružné fázové přechody umožňují přizpůsobit průběh řízení v reálném čase okamžitým požadavkům dopravy optimálním způsobem, tzn. maximalizuje se kapacita řízené křižovatky vzhledem k okamžité situaci na křižovatce. Jejich použití je účelné vždy, pokud přinášejí zlepšení vzhledem k pevným fázovým přechodům, zejména však:

- v době, kdy se zatížení křižovatky blíží saturaci; v tomto případě je záměrem maximalizovat kapacitu řízené křižovatky;
- při použití preference MHD; v tomto případě je záměrem začátky nebo konce signálů volno optimálně přizpůsobit okamžitým preferenčním nárokům vozidel MHD, s dalším cílem minimalizovat případné negativní dopady preferenčního průjezdu vozidla MHD na ostatní účastníky provozu.

Tedy: Délka signálů volno je vždy maximálně využita či začátky a konce signálů volno jsou optimálně přizpůsobeny okamžité situaci na křižovatce, a to podle účelu, k němuž je pružný fázový přechod použit.

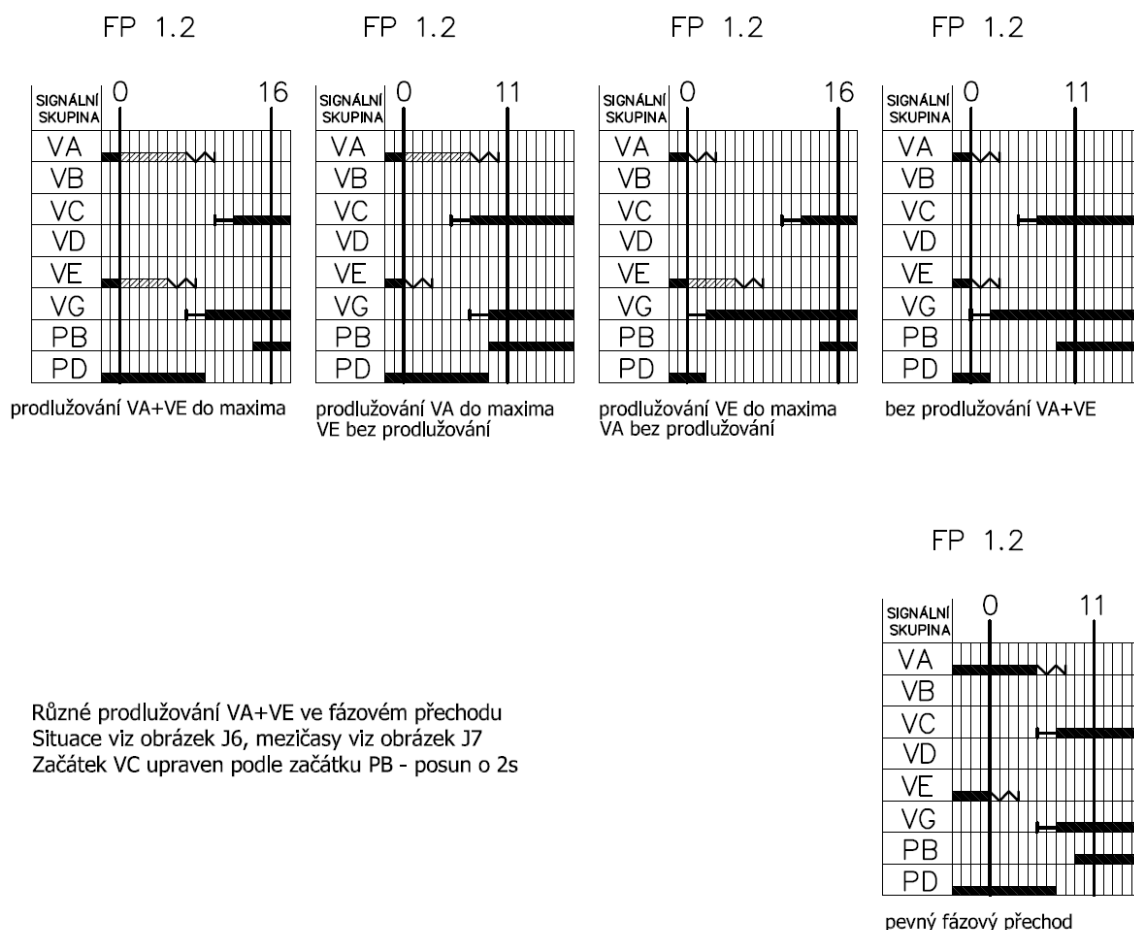
Logika pružného fázového přechodu se zpracovává odlišně podle jeho typu:

- u fázového přechodu s aktivním ovlivňováním délky signálu volno určitých signálních skupin se znázorňují všechny kombinace maximálního a minimálního prodloužení (viz obr. K1);
- u fázového přechodu ovlivněného pouze mezičasy a proměnnou časovou polohou konce signálů volno skupin končící fáze nebo proměnnou časovou polohou začátků signálů volno nové fáze postačuje znázornit krajní meze (viz obr. K2 – první a poslední fázový přechod a obr. K3 – první a poslední fázový přechod);
- u fázového přechodu, jenž může být ovlivněn oběma způsoby, je nutné znázornit všechny kombinace maximálního a minimálního prodloužení pro obě krajní meze signálů, které ovlivňují fázový přechod svými mezičasy.

K.2.1 Fázový přechod s aktivním ovlivňováním délky signálu volno

Tento druh fázového přechodu je vhodné použít například při řízení směrovými signály pro maximalizaci kapacity řízené křižovatky v době, kdy se stupeň saturace blíží kritické hodnotě. Lze ho využít též při preferenčním průjezdu tramvaje s předsignálem v případě, kdy je konec signálu volno na tramvajové signální skupině odvozen od odhlášení tramvaje na úrovni stopčáry a vlastní fáze končí

s koncem signálu volno na předsignálu (zařazovaném na konci vlastní fáze pouze na požadavek). Výhodné je též jeho použití v liniové koordinaci, kdy je délka první (koordinované) fáze stanovena pevně nebo s velmi malým rozsahem prodlužování a pružný fázový přechod optimálním způsobem vyrovnává změny v rychlosti jízdy konce kolony a v nárocích na odbočování či jízdu přímo vozidel na konci kolony.

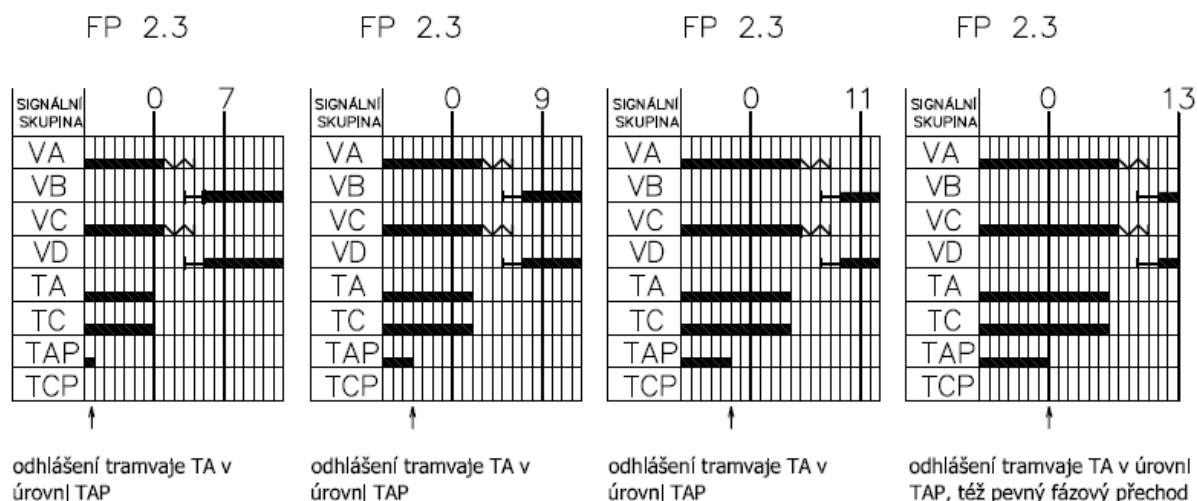


Obr. K1 Příklad pružného fázového přechodu ovlivněného prodlužováním ve fázovém přechodu

V tomto příkladu přínos pružného fázového přechodu ve srovnání s pevným fázovým přechodem spočívá především v tom, že se zvyšuje kapacita směrů, které mají signál volno ve fázi č. 2; konkrétně signální skupině VC se délka signálu volno může prodloužit až o 5 s, signální skupině VG až o 7 s, aniž by se zkrátila nutná délka signálů volno skupin fáze č. 1. Naopak, jestliže to okamžitá dopravní situace vyžaduje, signál volno se skupině VE může prodloužit až o 3 s vzhledem k pevnému fázovému přechodu.

K.2.2 Fázový přechod s proměnnou polohou konců signálů volno končící fáze

Tento druh fázového přechodu je výhodné aplikovat například při preferenčním průjezdu tramvaje s předsignálem na konci vlastní fáze v případě, kdy je konec signálu volno na tramvajové signální skupině odvozen od konce signálu volno na předsignálu prostřednictvím mezičasů ke kolizním signálním skupinám (lze ho s výhodou kombinovat s nekolizním doplněním signálu volno předsignálu do vlastní fáze pouze na požadavek podle 4.3.1, způsobu B5).



Vliv výběru předsignálu TAP podle polohy ve fázi č.2
 Mezičasy VA, VC x VB, VD – 4s; TA, TC x VB, VD – 5s; TAP x VB, VD – 6s
 Začátek VC upraven podle začátku PB – posun o 2s

Vliv výběru předsignálu TAP podle polohy ve fázi č.2

Mezičasy VA, VC x VB, VD – 4s; TA, TC x TB, VD – 5s; TAP x VB, VD – 11s

Předsignál TAP je vzdálen 6s jízdy před stopčárou

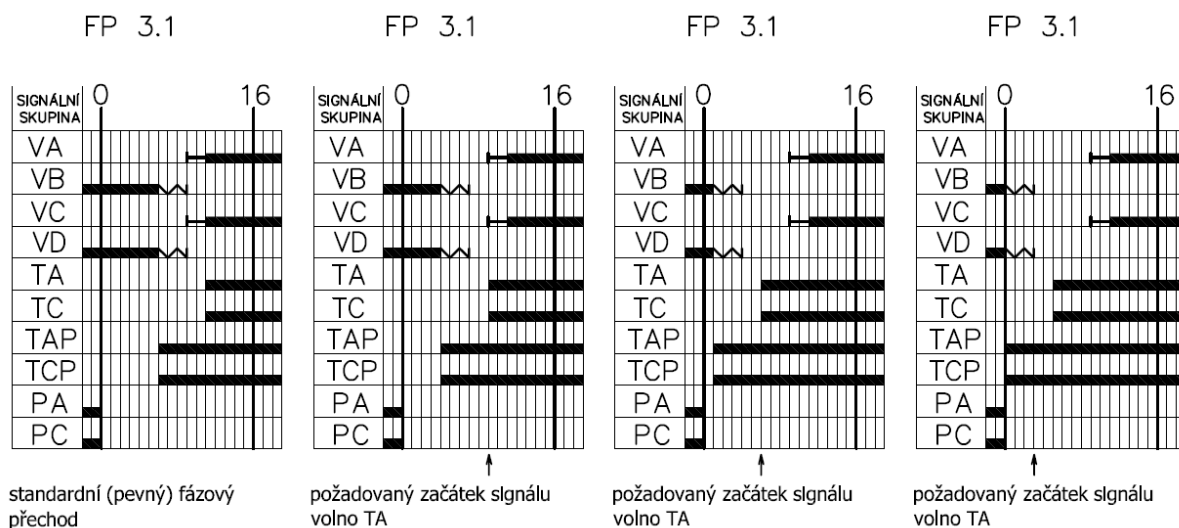
Okamžikem ukončení signálu volno předsignálu TAP je odhlášení tramvaje v místě předsignálu

Obr. K2 Příklad pružného fázového přechodu ovlivněného koncem signálu volno v průběhu končící fáze

Tento pružný fázový přechod lze teoreticky nahradit šesti pevnými fázovými přechody. Pokud by byl předsignál vzdálen 10 s jízdy tramvaje od předsignálu ke stopčáře, k dosažení identické funkce by bylo nutné definovat deset různých pevných fázových přechodů; je tedy zapotřebí takového počtu pevných fázových přechodů, kolik sekund jízdy je vzdálen předsignál od stopčáry.

K.2.3 Fázový přechod s proměnnou polohou začátků signálů volno nové fáze

Tento druh fázového přechodu je vhodné použít například při preferenčním průjezdu tramvaje zkrácením kolizní fáze v případech, kdy standardní pevný fázový přechod nezajistí signál volno na tramvajové signální skupině v požadovanou dobu ani při maximálním možném zkrácení kolizní fáze.



Vliv nároku tramvaje ze směru TA na referenční průjezd v definovaném okamžiku

Mezičasy VB, VD × VA, VC, TA, TC – 5 s; PA, PC × VA, VC – 11 s; PA, PC × TA, TC – 5 s

Předsignál TAP je vzdálen 5 s jízdy před stopčárou

Obr. K3 Příklad pružného fázového přechodu ovlivněného polohou začátků signálů volno nové fáze

Tento pružný fázový přechod lze teoreticky nahradit šesti pevnými fázovými přechody; je tedy zapotřebí takového počtu pevných fázových přechodů, jaký je rozdíl (v sekundách) v nejdelších najížděcích mezech mezi vozidlovými a tramvajovými signálními skupinami.

TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích

Schválilo:	Ministerstvo dopravy
Zpracovatel:	Ing. Jan Martolos (EDIP, s.r.o.)
Vydání:	třetí
Počet stran:	174
Tech. redakční rada:	Ing. Bc. Jana Košťálová (Ministerstvo dopravy) Ing. Vladimíra Hejkalová (Ministerstvo dopravy) Ing. Veronika Říhová (Ředitelství silnic a dálnic ČR) Ing. Jan Adámek (Technická správa komunikací Hl.m. Prahy) Ing. Ondřej Hájek (PATRIOT, s.r.o.) doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph.D. (Fakulta dopravní, ČVUT) Ing. Antonín Seidl (dopravní inženýr) Ing. David Dorňák (CROSS Zlín, a.s.) Ing. Jan Zapletal (Pragoprojekt, a.s.)
Zástupce koordinátora:	Ing. Pavel Tučka (Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.)