

TP 81

dodatek č. 2

Technické podmínky

Ministerstvo dopravy

NAVRHOVÁNÍ SVĚTELNÝCH SIGNALIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍ PRO ŘÍZENÍ PROVOZU NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH

září 2024



Schváleno Ministerstvem dopravy, Odborem pozemních komunikací pod č. j. MD-51841/2024-940/2 ze dne 26. 9. 2024 s **účinností od 1. 10. 2024.**

Tento dokument se shoduje se schválenou verzí.

Distribuce pouze v elektronické podobě na webu pjk.rsd.cz.

Obsah

1	ÚVOD.....	3
2	ZMĚNY V TP 81	3
3	PŘÍLOHA G – ŘÍZENÍ OBOUSMĚRNÉHO PROVOZU V JEDNOM JÍZDNÍM PRUHU SE NAHRAZUJE NÁSLEDUJÍCÍM ZNĚNÍM.....	4
G.1	Všeobecně.....	4
G.2	Kritéria použití.....	4
G.3	Řízení světelnou signalizací.....	5
G.3.1	Podklady.....	5
G.3.2	Návrh signálního plánu	8
G.4	Příklad	10
G.4.1	Zadání.....	10
G.4.2	Výpočet	11
G.5	Další podmínky řízení.....	14
G.5.1	Způsoby řízení.....	14
G.5.2	Zapnutí signalizace.....	16
G.5.3	Řízení více vjezdů.....	16
G.5.4	Dopravní značky.....	17
G.6	Technická specifikace SSZ	17
G.6.1	Všeobecně.....	17
G.6.2	Způsoby zajištění časové synchronizace pro funkci návěstidel	17
G.6.3	Jištění signálů	18
G.6.4	Připojení na NDIC.....	18

1 Úvod

Tímto dodatkem se mění TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích schválené Ministerstvem dopravy pod. č.j. 122/2015-120-TN/2 ze dne 21. 10. 2015.

Předmětem dodatku je změna přílohy G Řízení obousměrného provozu v jednom jízdním pruhu.

2 Změny v TP 81

Kapitola 1.1. se doplňuje tímto textem:

C-ITS	Kooperativní inteligentní dopravní systémy
DIC	Dopravní informační centrum
GSM	Standard pro digitální mobilní sítě
IoT	Internet věcí – propojení zařízení s Internetem
NDIC	Národní dopravní informační centrum
PDZ	Proměnné dopravní značení
ZPI	Zařízení pro provozní informace

Kapitola 1.2 se doplňuje tímto textem:

Pokud jsou v textu TP uvedeny názvy a odkazy na legislativní dokumenty, ČSN, technické předpisy Ministerstva dopravy, případně jiné dokumenty, je uvedeno jejich základní označení s tím, že pro ně obecně platí dovětek „v platném znění“.

Kapitola 1.2.4 se doplňuje tímto textem:

TP 172	Dopravní informační centra
TP 188	Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací
TP 189	Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích

3 PŘÍLOHA G – Řízení obousměrného provozu v jednom jízdním pruhu se nahrazuje následujícím zněním

G.1 Všeobecně

Tato příloha se zabývá zejména řízením obousměrného provozu v jednom jízdním pruhu světelnou signalizací při částečných uzavírkách z důvodu oprav a stavební činnosti na komunikacích, kde se používají zejména přenosná SSZ, umístěná na komunikaci přechodně. Zvláště jsou uvedena doporučení pro trvalá SSZ řídící obousměrný provoz v jednom jízdním pruhu (např. úzký most, úzký podjezd).

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.

Před zavedením obousměrného provozu řízeného SSZ ve zúženém místě se zváží, zda je z hlediska efektivity řízení provozu a snížení celkových časových ztrát a snížení emisní a hlukové zátěže okolí (zejména v intravilánu) možné, aby byl provoz jednoho (zpravidla omezeného) jízdního směru převeden na objízdnou trasu. Zúžené místo se v takovém případě vyznačuje pouze příslušnými svislými dopravními značkami jako jednosměrná komunikace.

Možnosti úpravy a řízení obousměrného provozu ve zúženém místě:

- dopravním značením (dopravní značky č. P7 a č. P8),
- SSZ s pevným signálním plánem,
- SSZ s dynamickým signálním plánem,
- pověřenými pracovníky s terčí pro střídavý provoz,
- pokyny policistů ve stejnokroji nebo příslušníků vojenské pořádkové služby s pověřením.

Orientační limity pro použití jednotlivých možností řízení provozu je uvedeno v tabulce G1. Pro rozhodnutí, zda využít pevný či dynamický signální plán je vhodnější využít kritérium vypočtené délky zeleného signálu podle kapitoly G.5.1 Způsoby řízení.

Tabulka G1: Vztah délky uzavírky a intenzity dopravy pro jednotlivé způsoby řízení

Systém řízení	Horní mez	
	Délka uzavírky (m)	Intenzita dopravy (voz/h)
Bez řízení (včetně úpravy DZ č. P7, č. P8)	100	400
SSZ – pevné signální plány	700	1 000
SSZ – dynamické signální plány nebo školení pracovníci	1 200	1 300

Intenzita dopravy se v tabulce G1 uvažuje ve špičkové hodině pracovního dne pro oba směry dohromady.

Při překročení, byť jedné z uvedených hodnot horní meze je nutné zvolit kapacitnější způsob řízení.

Od řízení 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.

Výše uvedená doporučení je nutné upravit podle místních stavebních a provozních podmínek. Zejména je nutné zohlednit křižovatky a sjezdy, provoz hromadné dopravy (zastávky), pohyb pěších a cyklistů.

G.3 Řízení světelnou signalizací

G.3.1 Podklady

Pro návrh systému řízení je nutné znát:

- délku uzavírky,
- intenzity dopravy,
- rychlost jízdy v uzavírci,
- stavební podmínky v uzavírci (pro výpočet saturovaného toku).

Délka úseku uzavírky

Délka úseku uzavírky (dále také jen „délka uzavírky“) je vzdálenost mezi vodorovnými dopravními značkami č. V 5 – „Příčná čára souvislá“ nebo tam, kde není dopravní značka č. V 5 užitá, vzdálenost mezi návěstidly SSZ.

Intenzity dopravy

Před samotným návrhem systému řízení je vhodné provést dopravní průzkum za účelem stanovení intenzit dopravy podle náležitostí uvedených TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích. Je potřebné se zaměřit na návrhové intenzity v denních variacích intenzit dopravy v obou směrech a návrhové intenzity v týdenních variacích. Podle variací intenzit dopravy je vhodné systém řízení během používání SSZ upravovat pomocí přednastavených programů podle aktuálního dopravního zatížení.

Skladba dopravního proudu se zohlední ve výpočtu návrhové intenzity podle TP 188 Posuzování kapacity křižovek a úseků pozemních komunikací. Použijí se přitom přepočtové koeficienty k_d pro světelně řízené křižovatky.

Rychlost jízdy v uzavírci

Výpočtová rychlost vozidel v uzavírci 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 40 km/h.

Na komunikaci se špatným krytem vozovky nebo při pravidelném provozu pomalých, například zemědělských vozidel má být uvažována rychlost 20 km/h, a to nezávisle na nejvyšší dovolené rychlosti.

Nízká rychlost cyklistů nemusí být zohledňována, jestliže je zúžené místo tak široké a přehledné, že se vozidla a cyklisté mohou bez problémů míjet. Není-li tomu tak, je pro výpočet rozhodující provoz cyklistů s rychlostí 15 km/h.

Každý případ se musí posuzovat individuálně, pokud to je možné, rychlost, resp. doba průjezdu vozidla uzavírkou se ověří skutečným měřením doby jízdy vozidla.

Stavební podmínky v uzavírci

Stavební podmínky v uzavírci ovlivňují saturovaný tok, který vstupuje do výpočtu kapacity a signálního plánu uzavírky.

Zejména v intravilánu měst je nutné zohlednit při návrhu další skutečnosti, především další křižovatky, vjezdy, pohyb vozidel hromadné dopravy včetně zastávek a pohyb pěší dopravy.

Případné změny podmínek v průběhu trvání uzavírky musí být reflektovány formou úpravy signálního plánu v okamžiku jejich změny.

Saturovaný tok

Saturovaný tok vjezdu do částečné uzavírky je vstupním parametrem odvozeným od charakteru částečné uzavírky a pohybuje se podle podmínek typicky v rozmezí 1 200 – 1 700 pvoz/h.

Za nepříznivé charakteristiky částečné uzavírky snižující saturovaný tok lze považovat především:

- směrový oblouk v úseku částečné uzavírky o takovém poloměru, kdy musí řidiči při průjezdu výrazně zpomalit, omezená šířka pojížděné části komunikace, případně jejich kombinace,
- větší podélný sklon komunikace ve stoupání,
- výrazný výškový rozdíl (schod) na komunikaci (nejčastěji z důvodu odfrézování krytu vozovky).

Tabulka G2: Orientační stanovení hodnoty saturovaného toku

<i>Charakteristika uzavírky</i>	<i>Saturovaný tok (pvoz/h)</i>
Kombinace příznivých charakteristik částečné uzavírky: <ul style="list-style-type: none"> • neporušený kryt vozovky • přímý směrový charakter komunikace v úseku částečné uzavírky • podélný sklon komunikace ve stoupání menším jak 5 % 	1 700
Výskyt jedné z nepříznivých charakteristik částečné uzavírky, například: <ul style="list-style-type: none"> • složité směrové poměry nebo omezená šířka pojížděné části komunikace • frézovaný kryt vozovky se schodem do cca 50 mm • podélný sklon komunikace ve stoupání nad 5 % 	1 500
Výskyt jedné z velmi nepříznivých charakteristik částečné uzavírky, například: <ul style="list-style-type: none"> • frézovaný kryt vozovky se schodem nad cca 50 mm • kombinace více nepříznivých charakteristik 	1 200

V případě složitějších poměrů a u signalizace s delší dobou užití (nad 2 týdny) se doporučuje stanovit saturovaný tok výpočtem.

Saturovaný tok na vjezdu do částečné uzavírky S_i se stanoví jako:

$$S_i = S_{zákl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} \cdot k_{šř} \cdot k_{pov} \quad (8-1)$$

kde:

- $S_{zákl}$ základní saturovaný tok = 2000 [pvoz/h]
- k_{skl} koeficient sklonu [-]
- k_{obl} koeficient oblouku [-]
- $k_{šř}$ koeficient šířky [-]
- k_{pov} koeficient povrchu vozovky [-]

Koeficient sklonu k_{skl} vyjadřuje vliv podélného sklonu daného vjezdu na saturovaný tok:

$$k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot a \quad (8-2)$$

kde a je podélný sklon vjezdu [%]. Klesání se uvažuje jako $a = 0$ %.

Koeficient oblouku vyjadřuje vliv poloměru směrového oblouku zpravidla v místě vjezdu do jednopruhového úseku a jeho blízkém okolí a je relevantní zejména ve stísněných poměrech (např. nájezd na mostní provizorium). Za určitých okolností se však rozhodující oblouk z pohledu výpočtu saturovaného toku může nacházet i v jiné části uzavírky. Do výpočtu vstupuje nejmenší hodnota poloměru R [m], který se v relevantní části uzavírky vyskytuje, určená v ose předpokládané trasy projíždějících vozidel.

$$k_{obl} = \frac{R}{R+1,5} \quad (8-3)$$

V případě běžného přejezdu do protějšního jízdního pruhu v místě vjezdu do uzavírky lze uvažovat zjednodušeně hodnotu $R = 15$ m, tj. $k_{obl} = 0,9$.

Koeficient šířky zohledňuje vliv šířkového uspořádání. Uvažuje se hodnota dle předpokládané (podle výkresu dopravně-inženýrských opatření), skutečně dostupné šíře vozovky mezi směrovacími deskami, svodidly, dopravními kužely, či obdobnými zařízeními (nikoliv VDZ), snížená o bezpečnostní odstup 0,25 m na každé straně. Ve stísněných směrových poměrech se přiměřeně zohlední možná absence rozšíření ve směrovém oblouku.

Tabulka G3: Hodnoty koeficientu šířky pro výpočet saturovaného toku

Dostupná šířka pruhu snížená o bezpečnostní odstup [m]	≥3,5	3,25	3,00	2,75	2,5	<2,5
Koeficient šířky $k_{šř}$ [-]	1,0	0,98	0,95	0,9	0,85	0,8

Koeficient povrchu vozovky bere v úvahu kvalitu pojižděného povrchu, která má na kapacitu taktéž významný vliv. Zejména v dopravních uzavírkách při rekonstrukcích může mít zásadní vliv frézování vozovky, které může snížit saturovaný tok až o 30 %, tj. $k_{pov} = 0,7$). V případě malé hloubky frézování či jiných nerovností (hluboké výtlučky, vzduť povrchu, nepevněný povrch apod.) se hodnota koeficientu zvolí přiměřeně dle předpokládaného dopadu.

V situacích, kdy se příčiny vedoucí ke snížení saturovaného toku nalézají ve významně odlišných částech uzavírky, se pro výpočet použijí redukční koeficienty odpovídající místu s jejich nejhorší kombinací, tj. pokud je např. základní saturovaný tok redukován o 30 % kvůli odfrézovanému schodu ve vozovce v místě vjezdu do uzavírky, jeho hodnota již není dále snížena lokálním zúžením na 2,5 m nacházejícím se o 200 m dále v uzavírce.

G.3.2 Návrh signálního plánu

Řízení provozu v uzavírkách probíhá zejména pomocí světelných signálů tříbarevné soustavy s plnými signály.

Okrajové podmínky

Minimální hodnoty signálních dob musí splňovat požadavky ČSN 36 5601-1, tedy č. S 1c – Signál se zeleným světlem „Volno“ pro vozidla 5 s, č. S 1b – Signál se žlutým světlem „Pozor!“ 3 s, signál se současně svítícím červeným (č. S 1a) a žlutým (č. S 1b) světlem „Pozor!“ má stálou hodnotu 2 s. Doba signálu č. S 1c „Volno“ pro vozidla musí být nastavitelná plynule nebo v časových skocích o délce 1 s, u přenosných SSZ nejvýše 5 s.

Mezičasy

Pro stanovení mezičasu platí:

$$t_m = \frac{L_v + L_{voz}}{v_v} * 3,6 + t_b [s] \quad (8-4)$$

kde:

- t_m = mezičas [s],
- L_v = vyklizovací dráha [m],
- L_{voz} = délka vyklizujícího vozidla [m]
- v_v = rychlost vyklizujícího vozidla [km/h],
- t_b = bezpečnostní doba [s].

Za vyklizovací dráhu je možné pokládat vzdálenost mezi dopravními značkami č. V 5 (Příčná čára souvislá). Jestliže nejsou na úseku značky č. V5 vyznačeny, je vyklizovací dráha stanovena jako vzdálenost mezi návěstidly SSZ. Návěstidla je zapotřebí umístit tak, aby bylo umožněno plynulé najíždění do volného jízdního pruhu a plynulé střídání vozidel před částečnou uzavírkou.

Bezpečnostní doba se předpokládá 4 s.

Mezičasy mají být přizpůsobeny objektivním podmínkám (např. kvalitě krytu vozovky, sklonu trasy) a po uvedení SSZ do provozu mají být zkontrolovány a případně zkorigovány.

Doba cyklu a doby signálu „Volno“

Vjezdy označíme 1 a 2 (případně až n dle počtu řízených vjezdů). Doba cyklu t_c se skládá z obou dob signálů „Volno“ pro vozidla t_{z1} a t_{z2} a z obou mezičasu t_{m1} a t_{m2} :

$$t_c = t_{z1} + t_{m1} + t_{z2} + t_{m2}. \quad (8-5)$$

Doba cyklu se obvykle zaokrouhluje na celé desítky sekund.

Pro návrh doby cyklu a dob signálů „Volno“ se aplikuje modifikovaná metoda výpočtu uvedená v příloze B.

Saturovaný tok na vjezdu má hodnotu S_i (pvoz/h), návrhová intenzita dopravy I_i (pvoz/h) v návrhové hodině. Za návrhovou se považuje hodina s nejvyšší intenzitou v daném směru a v období, pro které je navrhován signální plán. Pokud tedy není dopravní poptávka v průběhu celého návrhového období velmi symetrická, návrhové hodiny a intenzity se v jednotlivých směrech budou zpravidla lišit.

Pro posouzení kapacity dynamického řízení je možné za návrhovou hodinu uvažovat tu s nejvyšší intenzitou v součtu obou směrů – dynamické řízení přidělí signál volno v rámci definovaných mezí do jednotlivých směrů vždy dle aktuální potřeby. Tato bude zpravidla nižší než součet intenzit v návrhových hodinách v dílčích směrech.

Určíme stupně saturace $y_i = I_i / S_i$ a dále $Y = y_1 + y_2$.

Ztrátový čas $L = t_{m1} + t_{m2}$.

Doba cyklu t_c [s]

$$t_c = \frac{1,3 \cdot L}{1 - Y} \quad (8-6)$$

Pozn.: Oproti běžné křižovatce je v případě kyvadlového provozu v rovnici použit koeficient 1,3.

Doba cyklu s pevným signálním plánem by neměla překročit 480 s (8 min).

Doba signálu „Volno“: z_i [s]

$$z_i = \frac{y_i \cdot (t_c - L)}{Y} \quad (8-7)$$

Doba signálu „Volno“ nemá překročit 180 s (3 min) v jednotlivých směrech a 300 s (5 min) v součtu.

Posouzení kapacity

Vjezd do částečné uzavírky musí splňovat kapacitní podmínku:

$$C_i = S_i \cdot \frac{z_i}{t_c} \geq I_i \quad (8-8)$$

kde: C_i je kapacita vjezdu do částečné uzavírky [pvoz/h],
 S_i satureovaný tok vjezdu do částečné uzavírky [pvoz/h],
 z_i doba signálu „Volno“ [s],
 t_c doba cyklu [s],
 I_i návrhová intenzita přepočtených vozidel na vjezd do částečné uzavírky [pvoz/h].

Při použití pevného signálního plánu je vyžadována minimální rezerva ve výši 100 pvoz/h/směr z důvodu kolísání poptávky a dalších nejistot vstupujících do výpočtu, tedy $C_i \geq I_i + 100$.

Střední doba zdržení a délka fronty se určí výpočtem podle TP 188.

Délka fronty nesmí omezovat provoz v navazujícím úseku komunikace.

Pokud nevyhoví kapacita, délka cyklu, doba signálu „Volno“ nebo délka fronty, je možné zkusit navrhnout více programů pro různé časy, čímž se může snížit součet intenzit v návrhových hodinách. Jinak lze zvýšit efektivitu řízení pomocí dynamického řízení na základě poptávky nebo dobře poučenými pověřenými pracovníky, kdy také odpadá požadavek na kapacitní rezervu.

Pokud ani poté nejsou všechny podmínky splněny, je nutné zkrátit délku uzavírky (L_v), nebo odklonit část dopravy (vést jeden směr či vozidla např. nad 3,5 t jinudy). Překročení stanovených podmínek lze přijmout pouze v případě, že by jiná opatření prokazatelně vyvolala ještě závažnější dopady na dopravu (zejména celkové zdržení), nebo by zvýšené investiční náklady v důsledku těchto opatření významně překročily hodnotu předpokládaných časových úspor.

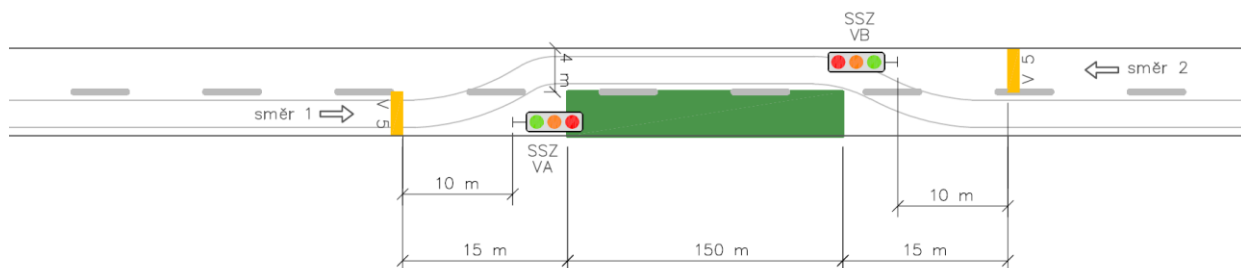
Doporučuje se provoz po dvou týdnech vyhodnotit a v případě nutnosti prověřit a upravit nastavení SSZ, anebo přijmout další opatření.

G.4 Příklad

G.4.1 Zadání

Na komunikaci v obci je z důvodu stavby vodovodu částečná uzavírka. Na komunikaci je třeba vymezit pracovní místo v délce 150 m, volný zůstává jeden jízdní pruh o šířce 4 m. Intenzita provozu ve špičkovém období dosahuje ve směru 1 až 240 pvoz/h a ve směru 2 až 320 pvoz/h.

Signál pro směr 1 označíme jako VA, pro směr 2 jako VB.



Obrázek G1: Schéma uzavírky

G.4.2 Výpočet

Výpočet se dokládá pomocí protokolu (viz obrázek G2).

Vstupní parametry

Délka uzavírky se skládá z délky pracovního místa (150 m) a z 15 m manipulačního prostoru na každé straně: $L_v = 150 + 15 + 15 = 180$ [m].

Rychlost jízdy v uzavírci stanovíme na 30 km/h z důvodu výskytu pomalých vozidel (zemědělských strojů) v dopravním proudu: $v_v = 30$ km/h.

Saturovaný tok stanovíme odborným odhadem na 1 600 pvoz/h (stoupání ve sklonu 5,5 %, jinak příznivé podmínky). $S_v = 1\,600$ pvoz/h.

Intenzita dopravy byla zjištěna dopravním průzkumem.

Návrh řízení

Provedeme výpočet mezičasu podle rovnice (8-4):

$$t_m = \frac{L_v + L_{voz}}{v_v} * 3,6 + t_b [s] = \frac{180 + 5}{30} * 3,6 + 4 = 26 \text{ s}$$

Stupeň saturace: $y_1 = 216 / 1\,600 = 0,15$; $y_2 = 285 / 1\,600 = 0,20$; $Y = 0,15 + 0,20 = 0,35$.

Ztrátový čas $L = 26 + 26 = 52$ s.

Doba cyklu t_c [s] se určí podle rovnice (8-6):

$$t_c = \frac{1,3 \cdot L}{1 - Y} = \frac{1,3 \cdot 52}{1 - 0,35} = 104 \text{ s}$$

Pro další výpočet zaokrouhlíme dobu cyklu na $t_c = 100$ s.

Určíme doby signálu „Volno“ pro jednotlivé směry podle rovnice (8-7)

$$z_1 = \frac{y_1 \cdot (t_c - L)}{Y} = \frac{0,15 \cdot (100 - 52)}{0,35} = 21 \text{ s}$$

$$z_2 = \frac{y_2 \cdot (t_c - L)}{Y} = \frac{0,20 \cdot (100 - 52)}{0,35} = 27 \text{ s}$$

Provedeme kontrolní součet $z_1 + t_m + z_2 + t_m = 21 + 26 + 27 + 26 = 100$ s, což odpovídá době cyklu t_c .

Posouzení kapacity

Vypočteme kapacitu jednotlivých vjezdů podle rovnice (8-8).

$$C_1 = S_1 \cdot \frac{z_1}{t_c} = 1\,600 \cdot \frac{21}{100} = 336 \text{ pvoz/h}$$

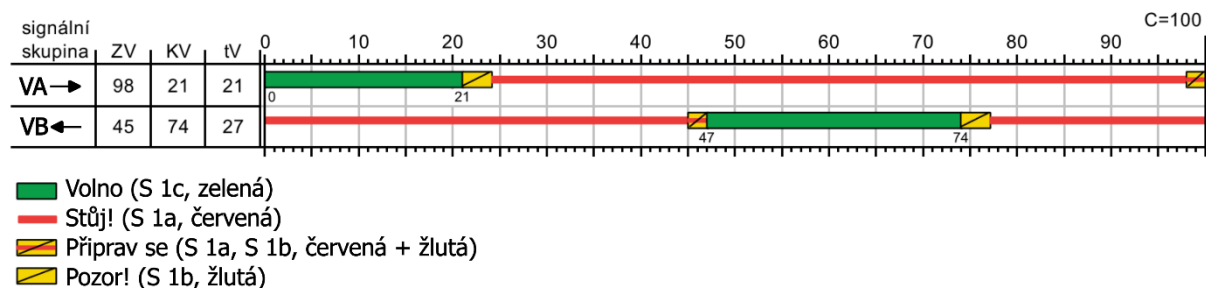
$$C_2 = S_2 \cdot \frac{z_2}{t_c} = 1\,600 \cdot \frac{27}{100} = 432 \text{ pvoz/h}$$

Pro oba vjezdy platí podmínka $C_i \geq I_i$: $336 > 216$ a $432 > 285$.

Výpočet střední doby zdržení a délky fronty se provede podle TP 188.

Protokol výpočtu - návrh kyvadlového provozu							
Název							
Příklad v TP 81							
Parametry							
Parametry		označ.	směr 1 (VA)	směr 2 (VB)	jednotka		Pozn.
Délka uzavírky		L _v	180	180	[m]		150+2*15
Rychlost jízdy v uzavírce		v _v	30	30	[km/h]		výskyt zeměděl. strojů
Saturovaný tok		S	1 600	1 600	[pvoz/h]		dobré podmínky
Intenzita dopravy							
směr	I _{0A} [voz/h]	I _{NA} + I _A [voz/h]	I _{NS} + I _{AK} [voz/h]	I _M [voz/h]	I _C [voz/h]	I [voz/h]	I [pvoz/h]
1	179	20	10	2	0	211	240
2	229	30	15	3	0	277	320
Návrh řízení (signální plán)							
Parametry		označ.	směr 1	směr 2	jednotka		Pozn.
Mezičasy		t _m	26	26	[s]		25,6 zaokrouhleno na 26
Ztrátový čas		L	52		[s]		
Stupeň saturace		y	0,15	0,20	[-]		
Celkový stupeň saturace		Y	0,35		[-]		
Doba cyklu vypočtená		L	104		[s]		
Doba cyklu zvolená		L	100		[s]		104 zaokrouhleno
Doba signálu "Volno"		z	21	27	[s]		
Kontrolní součet tm+z		t _{m+z}	100		[s]		21+26+27+26
Posouzení kapacity							
Parametry		označ.	směr 1	směr 2	jednotka		Pozn.
Kapacita		C	336	432	[pvoz/h]		
Kontrola		I<C	ANO	ANO			intenzita je menší než kapacita
Střední doba zdržení		t _w	45	41	[s]		podle TP 188
Délka fronty		L _F	37	46	[m]		podle TP 188

Obrázek G2: Příklad, protokol výpočtu



Obrázek G3: Příklad, signální plán

Pokud by intenzita dopravy v uzavírci byla vysoká, bude kapacita SSZ nedostatečná (viz protokol) a je nutné přijmout jiná opatření.

Protokol výpočtu - návrh kyvadlového provozu							
Název							
Příklad v TP 81							
Parametry							
Parametry	označ.	směr 1 (VA)	směr 2 (VB)	jednotka		Pozn.	
Délka uzavírky	L _v	180	180	[m]		150+2*15	
Návrhová rychlost	v _v	30	30	[km/h]		výskyt zeměděln. strojů	
Saturovaný tok	S	1 600	1 600	[pvoz/h]		dobré podmínky	
Intenzita dopravy							
směr	I _{OA} [voz/h]	I _{NA} + I _A [voz/h]	I _{NS} + I _{AK} [voz/h]	I _M [voz/h]	I _C [voz/h]	I [voz/h]	I [pvoz/h]
1	575	40	15	2	0	632	675
2	697	52	15	3	0	767	818
Návrh řízení (signální plán)							
Parametry	označ.	směr 1	směr 2	jednotka		Pozn.	
Mezíchasy	t _m	26	26	[s]		25,6 zaokrouhleno na 26	
Ztrátový čas	L	52		[s]			
Stupeň saturace	y	0,42	0,51	[-]			
Celkový stupeň saturace	Y	0,93		[-]			
Doba cyklu vypočtená	L	1011		[s]			
Doba cyklu zvolená	L	480		[s]		maximální doporučená doba cyklu	
Délky zelených	z	194	234	[s]			
Kontrolní součet tm+z	t _{m+z}	480		[s]		157+26+191+26	
Posouzení kapacity							
Parametry	označ.	směr 1	směr 2	jednotka		Pozn.	
Kapacita	C	647	780	[pvoz/h]			
Kontrola	I<C	NE	NE			intenzita je vyšší než kapacita	
Střední doba zdržení	t _w	> 500 s	> 500 s	[s]		podle TP 188	
Délka fronty	L _f	485	534	[m]		podle TP 188	

Obrázek G4: Příklad, protokol výpočtu, nevyhovující kapacita

Opatření mohou spočívat nejčastěji ve vedení jednoho jízdního směru po jiných komunikacích nebo omezení délky uzavírky (rozdělení prací na více etap).

G.5 Další podmínky řízení

G.5.1 Způsoby řízení

Pro posouzení vhodnosti využití dynamického řízení je doporučeno využít navrženou délku signálu „Volno“, která v sobě kombinuje všechny vstupní parametry jako návrhová intenzita, saturovaný tok, či délka uzavírky. Pokud vychází délka signálu „Volno“ v obou směrech menší než 30 s, je možné bez významných dopadů na efektivitu řízení využívat pevný signální plán. Pokud délka signálu „Volno“ přesáhne v některém směru 30 s, začíná být výhodné využít dynamické řízení nebo alespoň kombinaci

více pevných signálních plánů, při překročení hranice 60 s je dynamické řízení doporučeno. Pevný signální plán nemá být využíván, pokud délka signálu „Volno“ v některém směru překračuje 120 s.

Dynamické řízení se také doporučuje v případě řízení více ramen nebo doplněné o chodce, cyklisty, MHD nebo podle dalšího charakteru dopravy, jež vyžaduje daná místní dopravní situace.

V intravilánu měst je dynamické řízení vhodné použít například při nutné koordinaci s dalšími křižovatkami řízenými SSZ.

Dynamické řízení není nutné využít u havárií, mimořádných událostí, krátkodobých uzavírek (méně než týden).

U krátkodobých uzavírek není nutné dynamické řízení využít, pokud podmínkám stanoveným v kap. G.3.2 vyhoví i řízení s pevným signálním plánem.

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.

Používá se více programů vypočítaných pro předpokládané intenzity, čímž je dosaženo efektivnějšího řízení provozu s menším zdržením. Zejména v případech, kdy je ranní špička v jednom a odpolední ve druhém směru, může takové zvýšení efektivity řízení provozu vést i ke splnění požadavku na kapacitu či délku kolony, které při pevném signálním plánu s jediným programem nevyhověly.

V případě nepřetržitého provozu SSZ s pevnými signálními plány a použitím dlouhých dob zelené (delších 1 minuty) se SSZ vybavuje také programem pro noční provoz, případně dalšími programy pro sedla pracovních dnů a víkendů. Zhotovitel zodpovídá za průběžnou kontrolu a včasné přepínání přednastavených signálních plánů, resp. volbu programu podle aktuálních intenzit provozu.

Při slabém provozu (např. v noci) se prověří, zda lze zařízení vypnout a je možná jízda na rozhled (nevhodné je takové řešení v malých směrových obloucích apod.).

Přednastavené programy SSZ jsou přepínány automaticky nebo v závislosti na aktuálním provozu oprávněnými pracovníky proškolenými k obsluze SSZ ručně.

Řízení s dynamickým signálním plánem

Zejména u pevně instalovaných světelných signalizačních zařízení je účelné přizpůsobit doby signálů volno intenzitám provozu. U těchto zařízení jsou detektory, jež detekují motorová vozidla zpravidla trvale zabudována ve vozovce. Rovněž u přenosných signalizačních zařízení pro řízení obousměrného provozu v jednom jízdním pruhu se doporučuje přizpůsobit doby volna intenzitě dopravy. Použité detektory však vyžadují pravidelnou kontrolu obsluhujícím personálem tak, aby se zamezilo případným poruchám. Doporučují se neintruzivní způsoby detekce vozidel.

Dynamické řízení se instaluje, pokud podmínky instalace, napájení a bezpečnosti dovolují využívat funkce dynamického řízení.

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.5.2 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 „přerušovaného žlutého světla“.

Pokud se musí oba stojany s návěstidly před zapnutím vzájemně sesynchronizovat a není-li to proveditelné v režimu, kdy na návěstidlech nesvítí žádný signál nebo svítí pouze přerušovaný žlutý signál, je před uvedením do provozu nutná návěstidla natočit nebo zakrýt tak, aby je účastníci provozu neviděli. Po funkční zkoušce jsou pak návěstidla ve vhodném okamžiku odkryta, resp. 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 se musí 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.5.3 Řízení více vjezdů

Jestliže z jízdního pruhu, na němž je obousměrný provoz, existují samostatné sjezdy na místa ležící mimo pozemní komunikace, které musí 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, musí být tato místa zahrnuta do systému řízení. Pokud je to možné, je vhodnější vedlejší komunikaci uzavřít (zaslepit), nebo ji zjednosměrnit ve směru od jízdního pruhu, na němž je řízen obousměrný provoz.

V takových případech se použije klasický řadič SSZ nebo se použijí pokročilé SSZ, které umožňují řídit až osm signálních skupin. Preferuje se komunikace pomocí kabelu, alternativně pomocí rádiového signálu.

Pro možnost připojení dopravy na hlavní komunikaci, která je v kyvadlovém úseku (například linkový bus apod.) je vhodný způsob řízení například pomocí tzv. celočervené fáze s okamžitou realizací signálu „Volno“. Tato funkce se nastaví pouze na návěstidle, které slouží pro připojení na hlavní pozemní komunikaci. Díky tomuto nastavení není celkový cyklus zatěžován zbytečným vyklízcím časem z připojované komunikace.

Provedení venkovní výstroje může respektovat dočasné nasazení SSZ (např. kabeláž k návěstidlům pomocí převěsů apod.), upevnění návěstidel, přenosných souprav i provizorních sloupů SSZ však musí být provedeno a zabezpečeno tak, aby nemohlo dojít k jejich samovolnému nebo snadnému natočení,

a tím k faktickému vyřazení SSZ z funkce, což by vedlo k ohrožení bezpečnosti provozu podáním zmatečné, pozdní nebo žádné informace řidičům.

G.5.4 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.

G.6 Technická specifikace SSZ

G.6.1 Všeobecně

Zařízení musí být mobilní a přizpůsobitelné měnícím se požadavkům během užití a musí být řešeno tak, aby odolávalo náročnému provozu.

Stožáry pro návěstidla mají být přemístitelné, zároveň však stabilní, aby odolaly nárazům větru či tahu kabelových převěsů.

SSZ může být doplněno o další prvky detekce, sběru dat, PDZ/ZPI doplňující potřebné informace, či další telematické prvky detekce, preference nebo C-ITS.

G.6.2 Způsoby zajištění časové synchronizace pro funkci návěstidel

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 kabelem. V místech, kde nehrozí riziko mechanického poškození kabelů přejezdem, sečením trávy atd. se kabely uloží volně na povrch, jinak se ukládají v kabelové chrániče, kabelovém prahu/mostu apod. Případně lze kabely vést bezpečně a vhodně umístěnými kabelovými převěsy – musí být vždy dodržena minimální podjezdná výška. Tento způsob přenosu zajišťuje nejvyšší provozní bezpečnost a spolehlivost (v případě poruchy na červené vložce návěstidla nebo přerušení propojení návěstidel dojde k automatickému přepnutí do režimu přerušovaného žlutého světla).

Rádiové propojení (pomocí rádiových vln a GSM, IoT)

Jedná se o způsob, kdy obě řídicí jednotky umístěné ve stojanech s návěstidly spolu komunikují pro dosažení správné a synchronní funkce pomocí rádiových vln a je monitorována případná porucha na červené vložce návěstidla (v případě poruchy na návěstidlu dojde k okamžitému přepnutí do režimu přerušovaného žlutého signálu). Jestliže není vzájemně přenášena rádiová informace o poruše jednoho z návěstidel, použití sestavy SSZ se řídí bodem „pomocí přesného času bez vzájemné zpětné vazby“.

Pomocí přesného času bez vzájemné zpětné vazby

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 (DCF, GSM apod.). 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. nefunkční návěstidlo), tento způsob přenosu se připouští jen na přehledných a krátkých úsecích (pokud se mohou protijedoucí vozidla alespoň nouzově vyhnout). Tento způsob synchronizace se nepoužívá k zabezpečení úseků s více než dvěma řízenými vjezdy.

G.6.3 Jištění signálů

Při poruchách SSZ, které by mohly ohrozit bezpečnost silničního provozu, musí zařízení automaticky přejít do režimu „přerušované žluté světlo“ nebo vypnout všechna návěstidla současně na všech vjezdech.

Za poruchu se považuje:

- vynechání signálu „Stůj!“ u kteréhokoliv návěstidla,
- současné zapojení signálů „Volno“ v kolizních směrech.

U pevně instalovaných či kombinovaných SSZ se musí použít radič SSZ odpovídající ČSN EN 12675 s kabelovým propojením návěstidel.

Pro signalizaci provozu v nepřehledných úsecích, kde se nemohou protijedoucí vozidla alespoň nouzově vyhnout, se použije pouze (přenosné) SSZ s kabelovým nebo rádiovým propojením s dohlídáním signálu S 1a „Stůj !“. U přenosných SSZ lze od jištění upustit, je-li zúžené místo krátké, přehledné a nejvyšší dovolená rychlost je omezena na 30 km/h a pokud se zároveň mohou protijedoucí vozidla alespoň nouzově vyhnout.

G.6.4 Připojení na NDIC

Na silnicích I. třídy ve správě ŘSD může být podle požadavku zadavatele u SSZ instalovaného déle než 1 měsíc požadováno zajištění vzdáleného sběru a přenosu dat souvisejícího s možností vzdáleného povelování návazných PDZ/ZPI z NDIC (komunikační protokol definuje správce komunikace). Na ostatních komunikacích je tato možnost doporučena a závislá na požadavcích zadavatele a dohodě s lokálními městskými nebo krajskými DIC (viz TP 172).

Pro konkrétní funkce a volbu provizorního nebo přenosného SSZ jsou rozhodujícími faktory dopravní a stavební situace, místní podmínky a doba instalace SSZ v intravilánu i extravilánu.

**TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 81, dodatek č. 2 Navrhování světelných signalizačních zařízení
pro řízení provozu na pozemních komunikacích**

Schválilo:	Ministerstvo dopravy
Zpracovatel:	Ing. Jan Martolos, Ph.D. (EDIP s.r.o.)
Počet stran:	18
Tech. redakční rada:	Ing. Jiří Horkel (Ministerstvo dopravy) Ing. Filip Týc (Ředitelství silnic a dálnic s. p.) Michal Prášil (Ředitelství silnic a dálnic s. p.) Ing. Lukáš Jan Hrabánek, Ph.D. (Ředitelství silnic a dálnic s. p.) kpt. Ing. Petra Pydychová, Ph.D. (Policie ČR) doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph.D., MBA (ČVUT v Praze, Fakulta dopravní) Ing. Milan Bernášek (SWARCO TRAFFIC CZ s.r.o.) Ing. Igor Mikolášek (Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.) Ing. Marek Ščerba (Mobility and Inteligence s.r.o.) Ing. Jan Adámek Ing. Antonín Seidl
Odborná veřejnost:	Juraj Kostolanský (Dopravne značenie s.r.o.) Ing. Pavel Jankůj
Zástupce koordinátora:	Ing. Veronika Říhová (Ředitelství silnic a dálnic s. p.)