ZAPRACOVÁNÍ PŘIPOMÍNEK 03/2017

OBJEDNATEL:

Statutární město Brno
Dominikánské nám. 1
601 67 Brno

KOORDINÁTOR:

Dopravní podnik města Brna a.s.
Hlinky 64/151
603 00 Brno

Sdružení "MP + MCO - TT z Osové ke Kampusu MU", člen sdružení:

MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.
Legionářská 1058/8, 779 00 Olomouc
tel.: +420 585 570 444
www.moravia.cz

METROPROJEKT Praha a.s.
nám. I. P. Pavlova 2/1786
120 00 Praha 2
generální ředitel: Ing. David Krása
tel.: +420 296 154 105
www.metroprojekt.cz
info@metroprojekt.cz

Souprava číslo:

HIP: Podpis:

Ing. Petr Vyskočil

tel.: **296 154 153**

Stupeň: **DUR**

Název a účel díla:

PRODLOUŽENÍ TT Z OSOVÉ KE KAMPUSU MU V BOHUNICÍCH - 1. ETAPA

Zpracovatelský útvar:

S71 - elektro

tel.: **296 154 325**

Vedoucí útvaru: Podpis:

Ing. Jan Kahuda

Název části díla:

Řízení dopravy v tunelu
900 Provozní soubory
PS 910 - PS 912 SO Řízení tramvajové dopravy

D.
D.10
D.10.4

Odpovědný projektant: Podpis:

Ing. Kateřina Švehlová

Vypracoval: Podpis:

Ing. Bronislav Gabryš, Ph.D.

Skart. znak: **V20/2037** Datum: **09/2016**

Počet formátů: **xA4** Měřítko: **-**

Název přílohy:

Systém signalizace a řízení

Změna: **-**

Číslo příl.: **006**

IČD: **15** **6733** **001** **04** **05** **01**

Brno Kampus-Osová

Popis funkce

4. 1. 2016

Klient	Metroprojekt
Projekt	Kampus Osová
Název dokumentu	Brno Kampus-Osová
Typ dokumentu	Popis funkce
Autor	Štěpán Klepač
Datum	4. 1. 2016
Verze	0.1

Schválení dokumentu

Tento dokument byl schválen následujícími osobami

	Společnost	Osoba	Datum	Podpis
Vypracoval	Elektroline a.s.	Štěpán Klepač		
Zkontroloval	Elektroline a.s.	Martin Svoboda		

Účel dokumentu

Obsahem tohoto dokumentu je popis funkce systému signalizace navrhovaného pro projekt tramvajové tratě Kampus – Osová.

Tento dokument byl vypracován jako součást projektové dokumentace pro územní rozhodnutí.

Seznam změn

Verze	Datum	Provedl	Zkontroloval	Popis změny
0.1		Š. Klepač	M. Svoboda	Vydání dokumentu

Obsah

Schválení dokumentu 1

Účel dokumentu 2

Seznam změn 2

Obsah 3

Obecný funkční popis 4

Definice pojmů 4

Časové limity 4

Základní konfigurace systému 5

Popis systému 6

Odbočení do tunelu 6

Trasa G-H 7

Trasa I-L 8

Trasa G-J 9

Trasa K-L 10

Tunel 11

Terminál 12

Trasa B-E 15

Trasa B-F 16

Trasa E-A 17

Trasa F-A 18

Trasa E-D 19

Trasa D-E 20

Trasa E-C 21

Trasa C-E 22

Trasa F-D 23

Trasa D-F 24

Trasa F-C 25

Trasa C-F 26

Doplňková návěstidla 27

Automatické určování cílového nástupiště 27

Řízení vjezdu na odstavné koleje 27

Manuální přestavení výhybek použití stavěcí tyče 27

Detekce průjezdu na signál STOP 27

Detekce chybné polohy výhybky 27

Obecný funkční popis

Definice pojmů

	Termín	Definice	
	Trasa	Trasy představují možné povolené pohyby v rámci daného uzlu za předpokladu, že systém je v normálním stavu. Jednotlivé trasy jsou popsány v popisu systému.	
	Aktivní trasa	Trasa je označována jako aktivní, pokud je buďto rezervována, nebo obsazena.	
	Uzel	Oblast řízena signalizačním systémem.	
	Kompatibilní trasy	Trasy jsou označována jako kompatibilní, pokud je možné projíždět kterýmikoli dvěma body těchto tras současně bez rizika srážky.	
	Kolizní trasy	Trasy jsou označovány jako kolizní, pokud při současném průjezdu na obou z nich hrozí riziko srážky.	
	Požadavek na trasu	Požadavek na vytvoření trasy (vlakové cesty). Každý požadavek je přiřazen ke konkrétní trase.	
	Historie povelů	Historií povelů je míněna fronta více požadavků na stejnou trasu řazených do fronty s definovanou délkou. Historie povelů je přiřazena ke každé trase.	

Časové limity

	Termín	Definice	
	RES0 limit	Minimální doba přípravy trasy mezi přijetím povelu a autorizací k jízdě.	
	RES1 limit	Maximální doba, po kterou smí tramvaj obsadit danou trasu.	
	RES2 limit	Minimální doba uvolňování trasy v případě že je trasa rušena jinak než korektním průjezdem (např. vypršením limitu RES1, nebo manuálním požadavkem na zrušení).	
	INIT limit	Časový limit po kterém je systém automaticky přepnut ze statusu VŠE STOP, do statusu NORM za předpokladu splnění všech dalších podmínek.	

Základní konfigurace systému

	Systémová funkce		Popis systému
	Status systému *Řídící systém se vždy nachází v jednom z následujících stavů.*	Normál (NORM)	Systém: • Systém pracuje normálně Tramvaje: • Mohou projíždět kontrolovanou oblastí podle autorizace prostřednictvím signalizace. • Autorizaci vydává řídící systém na základě programu řízení tras. • Více tramvají se může pohybovat kontrolovanou oblastí pouze po nekolizních trasách. • Manuální ovládání přestavníků není povoleno. • Reverzní pohyby nejsou povoleny.
		VŠE STOP (STOP)	Systém: • Systém je zablokován v důsledku detekce provozní chyby. Signalizace: • Všechna návěstidla signalizují STOP / VÝSTRAHA Tramvaje: • Tramvaje respektují signalizaci. • Elektrické stavění výhybek je blokováno. Reset: • Manuálně prostřednictvím rozhraní pro údržbu/dispečink. • Automaticky po vypršení časového limitu INIT za podmínek, že žádný kolejový obvod není obsazen.
		HAVARIJNÍ BLOK (BLOK)	Systém: • Systém je zablokován v důsledku detekce chyby kritické komponenty. Signalizace: • Všechna návěstidla signalizují VÝSTRAHA Tramvaje: • Jízda probíhá podle pravidel jízdy na dohled. • Přestavníky mohou být ovládány pouze manuálně. Reset: • Manuálně prostřednictvím rozhraní pro údržbu/dispečink.

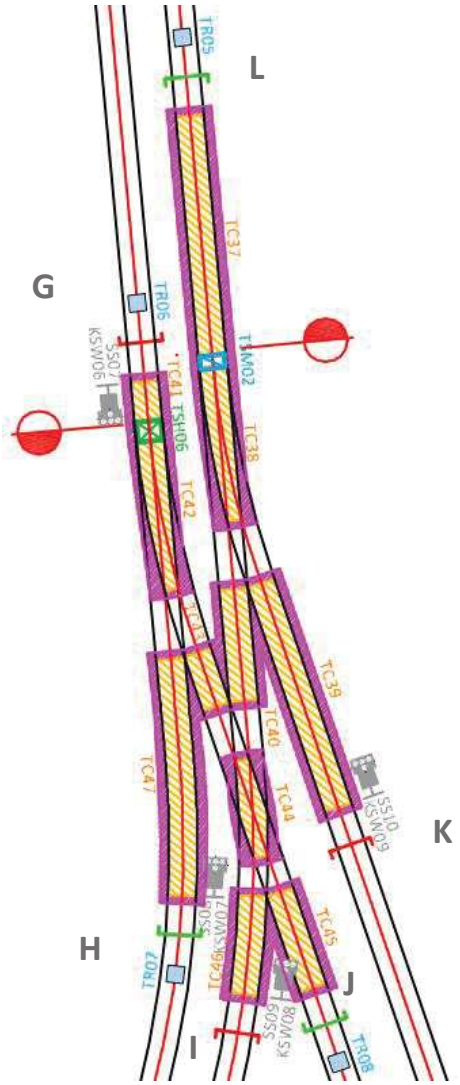
Popis systému

Odbočení do tunelu

Uzel sestávající ze dvou výměn. Rozjezdová výhybka s elektrickým přestavníkem, sjezdová výhybka s mechanickým přestavníkem. Uzel je možné rozdělit do jednotlivých tras popisujících možné standartní pohyby vozidla v uzlu. Následující tabulka popisuje, které trasy jsou vzájemně kolizní a které nekolizní.

N	- Nekolizní trasy
K	- Kolizní trasy

Trasa	Popis	G-H	I-L	G-J	K-L
G-H	Odbočení do tunelu		N	K	N
I-L	Výjezd z tunelu	N		K	K
G-J	Průjezd směr Starý Lískovec	K	K		N
K-L	Průjezd směr do centra	N	K	N	



Trasa G-H

	Popis trasy	• Odbočení do tunelu	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TR06*: Povel VPRAVO z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW06*: Alternativně mechanickým přepínačem povelem VPRAVO. • *SS23*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• Systém řízení vyšle povel k nastavení výhybky TSH06 do polohy VPRAVO. • *SS23*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybky je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS23*: Signalizuje VOLNO – VPRAVO	
		• *TC41*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS23*: Změna signálu na STŮJ	

	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci:
		• *TC42 -> TC47*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí:
		  ○ Náběžná hrana *TC42*
		  ○ Náběžná hrana *TC47*
		  ○ Uvolnění *TC42* i *TC47*	

Trasa I-L

	Popis trasy	• Výjezd z tunelu	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TR10*: Povel VLEVO z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW08*: Alternativně mechanickým přepínačem. • *SS25*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• *SS25*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybky je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS25*: Signalizuje VOLNO – ROVNĚ	
		• *TC46*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS25*: Změna signálu na STŮJ	

	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci:
		• *TC38 -> TC37*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí:
		  ○ Náběžná hrana *TC38*
		  ○ Náběžná hrana *TC37*
		  ○ Uvolnění *TC38* i *TC37*	

Trasa G-J

	Popis trasy	• Průjezd směr Starý Lískovec	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TR06*: Povel VLEVO z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW06*: Alternativně mechanickým přepínačem povelem VLEVO. • *SS23*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• Systém řízení vyšle povel k nastavení výhybky TSH06 do polohy VLEVO. • *SS23*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybky je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS23*: Signalizuje VOLNO – VLEVO	
		• *TC41*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS23*: Změna signálu na STŮJ	

	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci:
		• *TC44 -> TC46*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí:
		  ○ Náběžná hrana *TC44*
		  ○ Náběžná hrana *TC46*
		  ○ Uvolnění *TC44* i *TC46*	

Trasa K-L

	Popis trasy	• Průjezd směr do centra	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TR09*: Povel VPRAVO z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW09*: Alternativně mechanickým přepínačem. • *SS26*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• *SS26*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybky je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS26*: Signalizuje VOLNO – VPRAVO	
		• *TC39*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS26*: Změna signálu na STŮJ	

	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci:
		• *TC38 -> TC37*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí:
		  ○ Náběžná hrana *TC38*
		  ○ Náběžná hrana *TC37*
		  ○ Uvolnění *TC38* i *TC37*	

Tunel

V tomto úseku se nenachází žádná výhybka. Signalizace zde bude sloužit pouze k zamezení dojetí tramvají jedoucích v následu. Celý tento úsek bude rozdělen na cca 100 m úseky ve kterých bude detekována přítomnost tramvaje. Na začátku každého úseku bude umístěn signál VOLNO-VÝSTRAHA-STŮJ (zelená-žlutá-červená).

Význam signálů je následovný:

- VOLNO (zelená): následující dva úseky jsou volné. Tramvaj může jet bez omezení.
- VÝSTRAHA (žlutá): následující jeden úsek je volný. Na příštím návěstidle je signál STŮJ. Tramvaj může jet rychlostí pouze takovou, aby bylo možno před příštím návěstidlem zastavit.
- STŮJ (červená): následující úsek je obsazen. Tramvaj musí před návěstidlem zastavit.
- Blikající žlutá: jízda bez signalizace. Systém řízení signalizace je blokovaný. Jízda probíhá pouze na dohled.

Terminál

Uzel sestává ze šesti výměn umožňující vjezd na dvě nástupiště a dvě odstavné koleje.

Uzel je možné rozdělit do jednotlivých tras popisujících možné standartní pohyby vozidla v uzlu.

Provoz v uzlu bude řízen následujícím způsobem:
Stavění vlakových cest bude probíhat automaticky.
Žádosti o trasy budou generovány buďto automaticky (při příjezdu tramvaje od centra), nebo na základě povelu od řidiče prostřednictvím stavěcích smyček, případně alternativně pomocí mechanických přepínačů na sloupcích signálů. V klidovém stavu budou všechna návěstidla nastavena na signál STŮJ. Po přijetí povelu k postavení trasy systém v okamžiku, kdy žádná z kolizních tras není aktivní, nastavením elektrických výhybek do potřebné polohy připraví požadovanou trasu. Ve stejný okamžik jsou všechny kolizní trasy programově zablokovány.

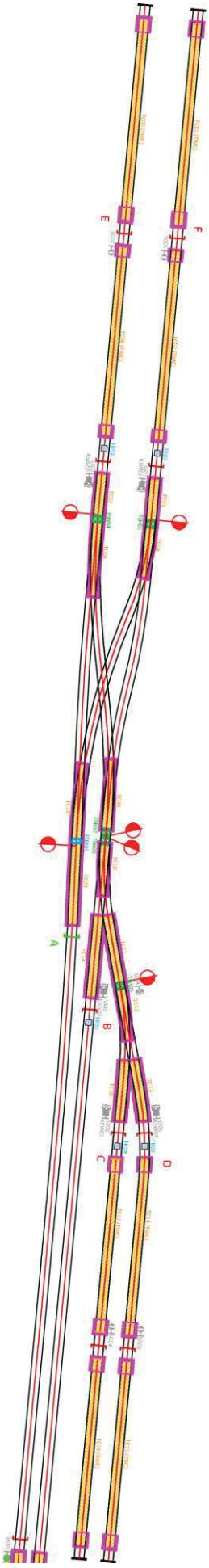
Po vypršení bezpečnostních časových limitů je na návěstidle na vjezdu do požadované trasy nastaven příslušný signál VOLNO a tramvaj je oprávněna vstoupit do uzlu a danou trasu projet. Obsazení trasy je detekováno signálem z kolejového obvodu umístěným na vjezdu do trasy. Trasa zůstává obsazená do okamžiku přijetí signálů z kolejových obvodů na výjezdovém místě z trasy. Z důvodu kontroly správného směru pohybu tramvaje ven z uzlu musí být tyto signály zaznamenány v předepsané sekvenci.

Po kolizních trasách bude systém umožňovat průjezd pouze jedné tramvaje. Současný pohyb dvou tramvají bude umožněn pouze po nekolizních trasách.

Následující tabulka popisuje, které trasy jsou vzájemně kolizní a které nekolizní. Detailní chování každé trasy je rozepsáno na následujících stránkách.

N - Nekolizní trasy
K - Kolizní trasy

Trasa	Popis	B-E	B-F	E-A	F-A	E-D	D-E	E-C	C-E	F-D	D-F	F-C	C-F
B-E	Vjezd z centra na terminál 1		K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
B-F	Vjezd z centra na terminál 2	K		N	K	K	K	K	K	K	K	K	K
E-A	Odjezd z terminálu 1 do centra	K	N		K	K	K	K	K	N	N	N	N
F-A	Odjezd z terminálu 2 do centra	K	K	K		K	K	K	K	K	K	K	K
E-D	Odjezd z terminálu 1 na odst. kolej 1	K	K	K	K		K	K	K	K	K	K	K
D-E	Odjezd z odst. koleje 1 na terminál 1	K	K	K	K	K		K	K	K	K	K	K
E-C	Odjezd z terminálu 1 na odstavnou kolej 2	K	K	K	K	K	K		K	K	K	K	K
C-E	Odjezd z odst. koleje 2 na terminál 1	K	K	K	K	K	K	K		K	K	K	K
F-D	Odjezd z terminálu 2 na odst. kolej 1	K	K	N	K	K	K	K	K		K	K	K
D-F	Odjezd z odst. koleje 1 na terminál 2	K	K	N	K	K	K	K	K	K		K	K
F-C	Odjezd z terminálu 2 na odst. kolej 2	K	K	N	K	K	K	K	K	K	K		K
C-F	Odjezd z odst. koleje 2 na terminál 2	K	K	N	K	K	K	K	K	K	K	K	


E
F
A
B
C
D

Trasa B-E

	Popis trasy	• Vjezd z centra na terminál 1	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TC29*: Řídící systém tunelu předá signál o obsazení posledního kolejového obvodu. • *TR05*: Povel VPRAVO z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW03*: Alternativně mechanickým přepínačem signálem VLEVO. • *SS03*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• Systém řízení vyšle povel k nastavení výhybek do polohy: ○ *TSH02* - VLEVO ○ *TSH03* - VPRAVO ○ *TSH04* - VLEVO • *SS03*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybek je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS03*: Signalizuje VOLNO – VLEVO	
		• *TC14*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS03*: Změna signálu na STŮJ	
	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci: • *TC08 -> TC07*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí: ○ Náběžná hrana *TC08* ○ Náběžná hrana *TC07* ○ Uvolnění *TC08* i *TC07*	

Trasa B-F

	Popis trasy	• Vjezd z centra na terminál 2	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TC29*: Řídící systém tunelu předá signál o obsazení posledního kolejového obvodu. • *TR05*: Povel ROVNĚ z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW03*: Alternativně mechanickým přepínačem signálem ROVNĚ. • *SS03*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• Systém řízení vyšle povel k nastavení výhybek do poloh: ○ *TSH01* - VLEVO ○ *TSH02* - VPRAVO ○ *TSH03* - VPRAVO • *SS03*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybek je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS03*: Signalizuje VOLNO – ROVNĚ	
		• *TC14*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS03*: Změna signálu na STŮJ	
	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci: • *TC04 -> TC03*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí: ○ Náběžná hrana *TC04* ○ Náběžná hrana *TC03* ○ Uvolnění *TC04* i *TC03*	

Trasa E-A

	Popis trasy	• Odjezd z terminálu 1 do centra	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TR02*: Povel VPRAVO z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW02*: Alternativně mechanickým přepínačem signálem VPRAVO. • *SS02*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• Systém řízení vyšle povel k nastavení výhybek do polohy: ○ *TSH04* - VPRAVO • *SS02*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybek je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS02*: Signalizuje VOLNO – VPRAVO	
		• *TC07*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS02*: Změna signálu na STŮJ	

	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci:
		• *TC19 -> TC20*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí:
		  ○ Náběžná hrana *TC19*
		  ○ Náběžná hrana *TC20*
		  ○ Uvolnění *TC19* i *TC20*	

Trasa F-A

	Popis trasy	• Odjezd z terminálu 2 do centra	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TR01*: Povel VPRAVO z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW01*: Alternativně mechanickým přepínačem signálem VPRAVO. • *SS01*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• Systém řízení vyšle povel k nastavení výhybek do polohy: ○ *TSH01* – VPRAVO • *SS01*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybek je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS01*: Signalizuje VOLNO – VPRAVO	
		• *TC03*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS01*: Změna signálu na STŮJ	

	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci:
		• *TC19 -> TC20*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí:
		  ○ Náběžná hrana *TC19*
		  ○ Náběžná hrana *TC20*
		  ○ Uvolnění *TC19* i *TC20*	

Trasa E-D

	Popis trasy	• Odjezd z terminálu 1 na odst. kolej 1	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TR02*: Povel ROVNĚ z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW02*: Alternativně mechanickým přepínačem signálem VLEVO. • *SS02*: Signalizuje STŮJ • *SS04*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• Systém řízení vyšle povel k nastavení výhybek do polohy: ○ *TSH02* – VLEVO ○ *TSH03* – VLEVO ○ *TSH04* – VLEVO ○ *TSH05* – VLEVO • *SS02*: Signalizuje STŮJ • *SS04*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybek je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS02*: Signalizuje VOLNO – VLEVO • *SS04*: Signalizuje VOLNO – VLEVO	
		• *TC07*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS02*: Změna signálu na STŮJ • *SS04*: Signalizuje VOLNO – VLEVO	
	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci: • *TC12 -> TC13*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí: ○ Náběžná hrana *TC12* ○ Náběžná hrana *TC13* ○ Uvolnění *TC12* i *TC13* • *SS04*: Změna signálu na STŮJ	

Trasa D-E

	Popis trasy	• Odjezd z odst. koleje 1 na terminál 1	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TR03*: Povel VLEVO z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW04*: Alternativně mechanickým přepínačem signálem VLEVO. • *SS07*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• Systém řízení vyšle povel k nastavení výhybek do polohy: ○ *TSH02* – VLEVO ○ *TSH03* – VLEVO ○ *TSH04* – VLEVO ○ *TSH05* – VLEVO • *SS07*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybek je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS07*: Signalizuje VOLNO – VLEVO	
		• *TC13*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS07*: Změna signálu na STŮJ	
	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci: • *TC08 -> TC07*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí: ○ Náběžná hrana *TC08* ○ Náběžná hrana *TC07* ○ Uvolnění *TC08* i *TC07*	

Trasa E-C

	Popis trasy	• Odjezd z terminálu 1 na odstavnou kolej 2	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TR02*: Povel ROVNĚ z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW02*: Alternativně mechanickým přepínačem signálem VLEVO. • *SS02*: Signalizuje STŮJ • *SS04*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• Systém řízení vyšle povel k nastavení výhybek do polohy: ○ *TSH02* – VLEVO ○ *TSH03* – VLEVO ○ *TSH04* – VLEVO ○ *TSH05* – VPRAVO • *SS02*: Signalizuje STŮJ • *SS04*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybek je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS02*: Signalizuje VOLNO – VLEVO • *SS04*: Signalizuje VOLNO – VPRAVO	
		• *TC07*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS02*: Změna signálu na STŮJ • *SS04*: Signalizuje VOLNO – VPRAVO	
	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci: • *TC12 -> TC16*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí: ○ Náběžná hrana *TC12* ○ Náběžná hrana *TC16* ○ Uvolnění *TC12* i *TC16* • *SS04*: Změna signálu na STŮJ	

Trasa C-E

	Popis trasy	• Odjezd z odst. koleje 2 na terminál 1	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TR04*: Povel VLEVO z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW05*: Alternativně mechanickým přepínačem signálem VLEVO. • *SS06*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• Systém řízení vyšle povel k nastavení výhybek do polohy: ○ *TSH02* – VLEVO ○ *TSH03* – VLEVO ○ *TSH04* – VLEVO ○ *TSH05* – VPRAVO • *SS06*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybek je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS06*: Signalizuje VOLNO – VLEVO	
		• *TC16*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS06*: Změna signálu na STŮJ	
	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci: • *TC08 -> TC07*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí: ○ Náběžná hrana *TC08* ○ Náběžná hrana *TC07* ○ Uvolnění *TC08* i *TC07*	

Trasa F-D

	Popis trasy	• Odjezd z terminálu 2 na odst. kolej 1	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TR01*: Povel ROVNĚ z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW01*: Alternativně mechanickým přepínačem signálem VLEVO. • *SS01*: Signalizuje STŮJ • *SS04*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• Systém řízení vyšle povel k nastavení výhybek do polohy: ○ *TSH01* – VLEVO ○ *TSH02* – VPRAVO ○ *TSH03* – VLEVO ○ *TSH05* – VLEVO • *SS01*: Signalizuje STŮJ • *SS04*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybek je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS01*: Signalizuje VOLNO – VLEVO • *SS04*: Signalizuje VOLNO – VLEVO	
		• *TC03*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS01*: Změna signálu na STŮJ • *SS04*: Signalizuje VOLNO – VLEVO	
	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci: • *TC12 -> TC13*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí: ○ Náběžná hrana *TC12* ○ Náběžná hrana *TC13* ○ Uvolnění *TC12* i *TC13* • *SS04*: Změna signálu na STŮJ	

Trasa D-F

	Popis trasy	• Odjezd z odst. koleje 1 na terminál 2	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TR03*: Povel ROVNĚ z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW04*: Alternativně mechanickým přepínačem signálem ROVNĚ. • *SS05*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• Systém řízení vyšle povel k nastavení výhybek do polohy: ○ *TSH01* – VLEVO ○ *TSH02* – VPRAVO ○ *TSH03* – VLEVO ○ *TSH05* – VLEVO • *SS05*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybek je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS05*: Signalizuje VOLNO – ROVNĚ	
		• *TC13*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS05*: Změna signálu na STŮJ	
	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci: • *TC04 -> TC03*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí: ○ Náběžná hrana *TC04* ○ Náběžná hrana *TC03* ○ Uvolnění *TC04* i *TC03*	

Trasa F-C

	Popis trasy	• Odjezd z terminálu 2 na odst. kolej 2	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TR01*: Povel ROVNĚ z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW01*: Alternativně mechanickým přepínačem signálem ROVNĚ. • *SS01*: Signalizuje STŮJ • *SS04*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• Systém řízení vyšle povel k nastavení výhybek do polohy: ○ *TSH01* – VLEVO ○ *TSH02* – VPRAVO ○ *TSH03* – VLEVO ○ *TSH05* – VPRAVO • *SS01*: Signalizuje STŮJ • *SS04*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybek je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS01*: Signalizuje VOLNO – VLEVO • *SS04*: Signalizuje VOLNO – VPRAVO	
		• *TC03*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS01*: Změna signálu na STŮJ • *SS04*: Signalizuje VOLNO – VPRAVO	
	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci: • *TC12 -> TC16*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí: ○ Náběžná hrana *TC12* ○ Náběžná hrana *TC16* ○ Uvolnění *TC12* i *TC16* • *SS04*: Změna signálu na STŮJ	

Trasa C-F

	Popis trasy	• Odjezd z odst. koleje 2 na terminál 2	
	RES0 limit	• 5 sec	
	RES1 limit	• 60 sec	
	RES2 limit	• 5 sec	
	Žádost o vlakovou cestu	Povel k postavení vlakové cesty • *TR04*: Povel ROVNĚ z tramvaje prostřednictví stavěcí smyčky. • *KSW05*: Alternativně mechanickým přepínačem signálem ROVNĚ. • *SS06*: Signalizuje STŮJ	
		• Pokud žádná z kolizních tras není v aktivními stavu, status trasy je změněn na *PŘÍPRAVA*	
	Stavění vlakové cesty	• Systém řízení vyšle povel k nastavení výhybek do polohy: ○ *TSH01* – VLEVO ○ *TSH02* – VLEVO ○ *TSH03* – VPRAVO ○ *TSH05* – VPRAVO • *SS06*: Signalizuje STŮJ	
		• Po vypršení časového limitu *RES0* a po přijetí signálu o dosažení požadované polohy výhybek je status trasy změněn na *VSTUP*	
	Obsazení vlakové cesty	Vozidlo smí vstoupit do kontrolovaného úseku. • *SS06*: Signalizuje VOLNO – ROVNĚ	
		• *TC16*: Přijetím signálu o detekci vozidla je změněn status trasy na *OBSAZENO*. • *SS06*: Změna signálu na STŮJ	
	Uvolnění vlakové cesty	K uvolnění vlakové cesty dojde po obsazení a uvolnění kolejových obvodů v předepsané sekvenci: • *TC04 -> TC03*: Sledovaný úsek je uvolněn po přijetí sekvence signálů z detekčních smyček v tomto pořadí: ○ Náběžná hrana *TC04* ○ Náběžná hrana *TC03* ○ Uvolnění *TC04* i *TC03*	

Doplňková návěstidla

Na obou terminálech a obou odstavných kolejích budou umístěny doplňkové signály STŮJ (SS01, SS02, SS09, SS10). Tyto signály budou v polovině terminálu / odstavné koleje a budou rozsvíceny v okamžiku kdy bude aktivní trasa mířící na tento terminál/kolej. Tím bude signalizováno řidiči tramvaji stojícím v odstavné části terminálu, že se na tento terminál blíží tramvaj a zamezí se tím situaci kdy se rozjede tramvaj z odstavné části přímo proti druhé tramvaji přijíždějící na terminál / odstavnou kolej.

V okamžiku kdy je tento doplňkový signál zhasnut, tramvaj má povoleno vyjet z odstavné části terminálu. Tím že dojde k obsazení kolejového obvodu v provozní části terminálu (TC02, TC06, TC12, nebo TC16), je příslušná trasa programově zablokována.

Automatické určování cílového nástupiště

Při příjezdu tramvaje od centra systém automaticky vygeneruje žádost o trasu na jeden z terminálů podle následujících pravidel:

- V případě, že obě koleje jsou volné, systém automaticky střídá obsazování kolejí tak, aby obě koleje byly používány obdobně často.
- V případě, že je volná pouze jedna kolej, systém automaticky vygeneruje žádost o trasu na tuto volnou kolej.
- Pokud při příjezdu není volná žádná kolej, přijíždějící tramvaj nezíská autorizaci pro vjezd na terminál a je zastavena před vjezdem do uzlu. Žádost o trasu je vygenerována v okamžiku uvolnění jedné z kolejí terminálu.

Řízení vjezdu na odstavné koleje

Jízdu na odstavné koleje, případně na odstavnou část terminálu, bude určovat a komunikovat s řidičem dispečer mimo systém řízení signalizace. Žádost o postavení trasy na odstavnou kolej bude následně zadávána řidičem z tramvaje prostřednictvím stavěcích smyček, případně manuálně prostřednictvím mechanického přepínače.

Manuální přestavení výhybek použití stavěcí tyče

Při detekci použití stavěcí tyče v některé z výhybek se systém automaticky přepne do stavu VŠE STOP.

Detekce průjezdu na signál STOP

Pokud systém zaznamená průjezd tramvaje na signál STOP, případně sekvence obsazování kolejových obvodů neodpovídá tomu, co systém očekává, dojde k automatickému přepnutí systému do VŠE STOP.

Detekce chybné polohy výhybky

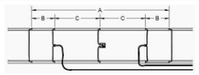
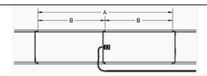
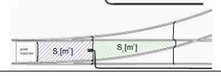
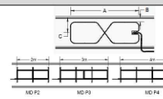
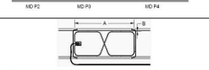
Při detekci chybné polohy výhybky nevydá systém autorizaci k vjezdu.

1.1 Further information

1.1.1 Safety

Safety of the described tram detection systems have been assessed by an *independent German assessor* according to *CENELEC EN 50129 and EN 61508 standards*. A copy of the valid assessment report is available on request.

1.1.2 Dimensions

TC	Track circuit layout	Dimensions calculation		
OR TC		A = 2-4m	B = 1/3 x A	C = 1/6 x A
		A = 4-6m	B = 1/4 x A	C = 1/4 x A
		A = 6-20m	B = 1/6 x A	C = 1/3 x A
		Note: Elektroline recommends the length to be at least 6 meters. It is possible to make TC shorter, however the track must be in top notch, no metal objects present, etc.		
RTC		A = 2-20m	B = 1/2 x A	
		Note: Elektroline recommends the length to be at least 6 meters. It is possible to make TC shorter, however the track must be in top notch, no metal objects present, etc.		
TTC		S1 = S2 *Note: Elektroline recommends to make the track circuit as long as possible*		
TWC TC		A = 10-15m	B = 0,6m	exceptional use,consult with Elektroline
		A = 15-25m	B = 1m	
		A = 20-30m	B = 1,5m	
		A = 30-100m	B = 2m	
DTC		A = 6-24m	B = 1/4 x A	
MD		An 2m-4m	B= 1/3 x C	
MD P		MD P2 2m	MD P3 3m	MD P4 4m
ICTC		An 2m-4m	B=5cm	
	When installing the box with capacitor outside of the loop, the cable between the loop and the capacitor must be *maximally 5m.*			

1.1.3 Spacing

When designing a system using track circuits, appropriate minimum spacing between neighboring track circuits must be considered in order to avoid interference.

Following table shows recommended minimum spacing between various types of track circuits:

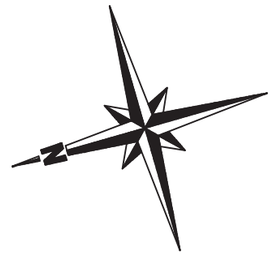
	OR TC / R TC	TTC	TWCTC	DTC	MD / MD P / ICTC
OR TC / R TC	1m	1m	*4m or 2m**	1m	1m
TTC	1m	1m	*4m or 2m**	1m	1m
TWCTC	*4m or 2m**	*4m or 2m**	*4m or 2m**	*4m or 2m**	*4m or 2m**
DTC	1m	1m	*4m or 2m**	1m	1m
MD / MD P / IC TC	1m	1m	*4m or 2m**	1m	1m

** 2m only if the frequency differs not between two detection loops is more than 5kHz.*

Under specific conditions, reduced spacing can be used thus decreasing the spacing even under the minimum recommended distances. This is possible in case some of the following conditions are fulfilled:

- the neighboring track circuits work on *very different frequency* (at least 5kHz difference)
- the neighboring track circuits work in a *synchronized mode* (relevant BRO/N units synchronization is activated) – not available for the BRO/DCI

Reduced spacing should be always consulted with Elektroline prior to design approval. Installation of track circuits at neighboring tracks is allowed.



1.1.1 Track requirements

1.1.1.1 Transverse insulation

When transverse insulation is required, it must be ensured that left and right rails are electrically properly insulated from each other in the whole length of the track circuit (except for the cable connections that form part of the track circuit).

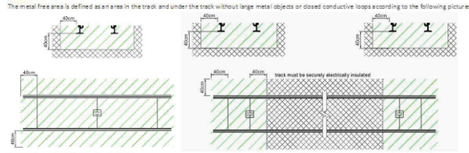
Tie bars: In case tie bars are used, they can be easily insulated by using fiber-glass joints (can be delivered by Elektroline).

Concrete sleepers: In case concrete sleepers are used and contain steel reinforcement bars, it must be ensured that the rail fittings do not connect with the reinforcement in the sleepers. This is ensured by using plastic inserts for the fittings or other type of insulation.

Return current connection: In case a return current connection is present in the track circuit (connection rail to rail), it must be moved to the end of the track circuit.

1.1.1.2 Metal-free area

The metal free area is defined as an area in the track and under the track without large metal objects or closed conductive loops according to the following pictures:



For Complex rectangular track circuit (OR TC), Rectangular track circuit (R TC), Triangular track circuit (T TC) and Double track circuit (D TC)

For Twincap track circuit (TWCTC)

Quality of the metal-free area is defined by the distance of the metal objects from the bottom/side of the rail:

- *40cm metal-free area:* Perfect function of the track circuit is ensured
- *20-40cm metal-free area:* The track circuit should usually work except for special situations (needs to be consulted with Elektroline)
- *Less than 20cm metal-free area:* The track circuit can work even in this situation, however, the specific location always needs to be discussed with Elektroline and necessary measurements (find out parameters of track circuit)need to be done in order to ensure safe operation

At any time, no metal objects are allowed to create electrical connection of the left and the right rail (see also the transverse insulation requirement).

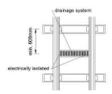
Using of reinforced concrete sleepers is possible only in case of electrical insulation between the rails

WARNING: The distance between the sleepers must not be smaller than 600mm (axis-axis).



Using of the drainage system can be used in the area of the track circuits under the following conditions:

- the system is reliably insulated from both rails
- the TC length is at least 9 meters
- the TC does not include any other large metal objects in the proximity of the drainage system
- the drainage system is not present in the ends of the TWC TC(see the metal-free area for TWC TC)
- max 1 drainage system is present in the TC
- the distance between the sleeper and drainage system must not be smaller than 600mm (axis-axis).



For the following tram detection systems, metal-free area must be respected in the whole area of detection:

- track circuit
- inductive coupled track circuit
- metal detector

In case of *tw-incap track circuit*, metal-free area must be respected only at the ends of the track circuit (two areas – both between shunt and neighbouring capacitor + 40 centimetres outside these areas). In the middle part, metal objects can be present in the track as long as the transverse insulation is ensured.

1.1.1.3 Return current

Return traction current does not influence the tram detection.Track circuit does not limit the return traction current in any way. The only condition is maintaining of the transverse insulation in the whole area of the track circuit (any rail-to-rail cables must be moved outside of the track circuit area).

1.1.2 Tram requirements

The detection systems using the axle shunt as one of the detection methods require certain electrical characteristics of the tram axle to be fulfilled.

Especially with the modern low floor trams with independent electrical connection of the wheels, it might be necessary installing an additional axle connecting cable between the left and right wheel on every axle in order to ensure reliable tram axle shunt detection (inductance < 2 µH, resistance < 1 Ω). It is very important to periodically check the trams for the resistance and inductance at all the wheels and all the axles.

To get reliable function of the system, it should be tested with all tram types that are in operation. Occupation (LIM BLOCK) must be set with at least 30 % reserve in order to have a safety reserve for non-optimal conditions.



Legend:

- TSH00 — motorized point machine TSH
- TSM00 — trailing point machine TSM
- TC00 — resonant track circuit
- VET00 — ground VETRA antenna
- stop line, end of route point
- SS00 / KSW00 — stop/go signal keyswitch
- no metal area (For TWC no metal area is necessary to follow the manual)

Rev.	Amendments:	By:	Ckd:	Date:
0.2	Edit type of TSH(M)	Tresnak	Klepac	15.12.2016
0.3	New SS06	Zabrs	Klepac	2.1.2017
0.4	Changed type of stop/go signal	Zabrs	Klepac	2.1.2017
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---

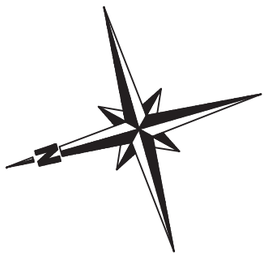
Designed by:

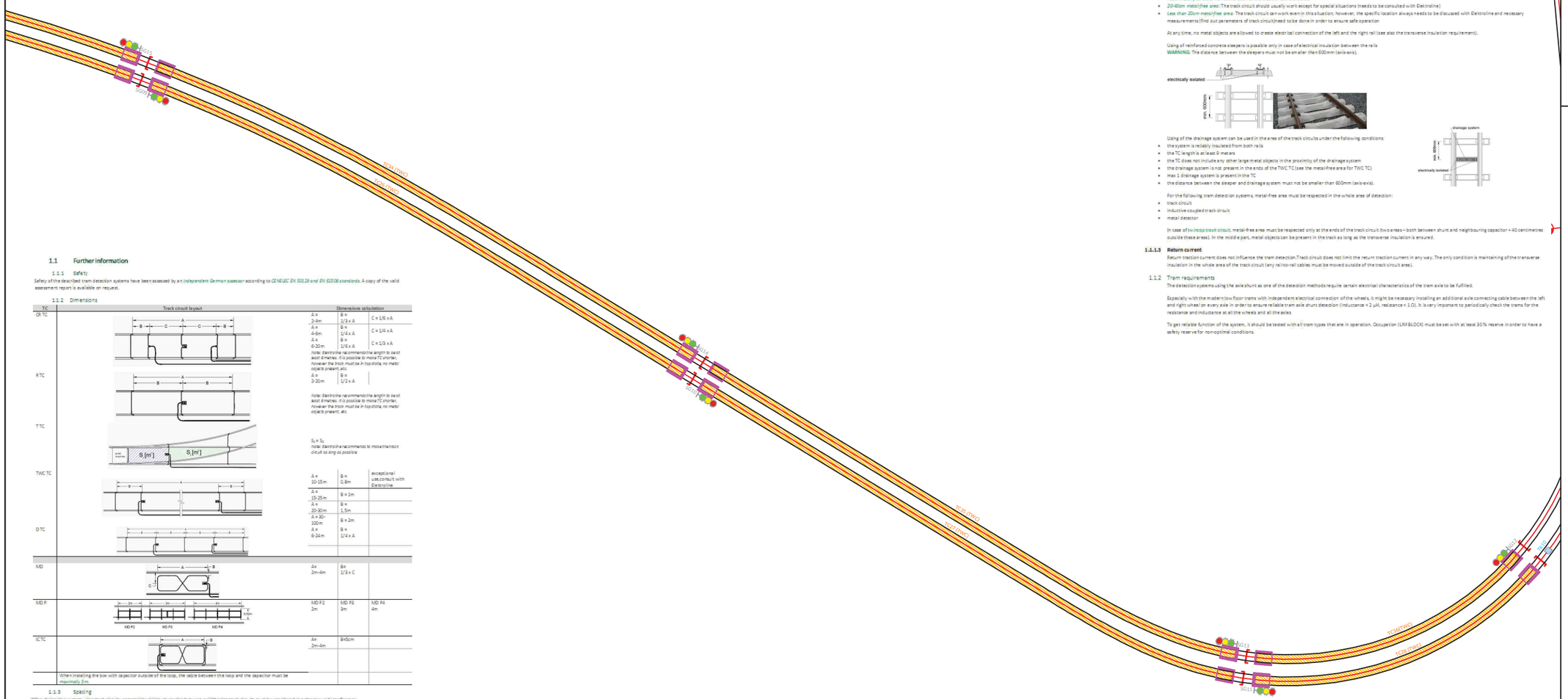
Elektroline
K Ládví 1805/20 tel.: +420 284 021 111
184 00 Praha 8 fax: +420 284 021 119
www.elektroline.cz

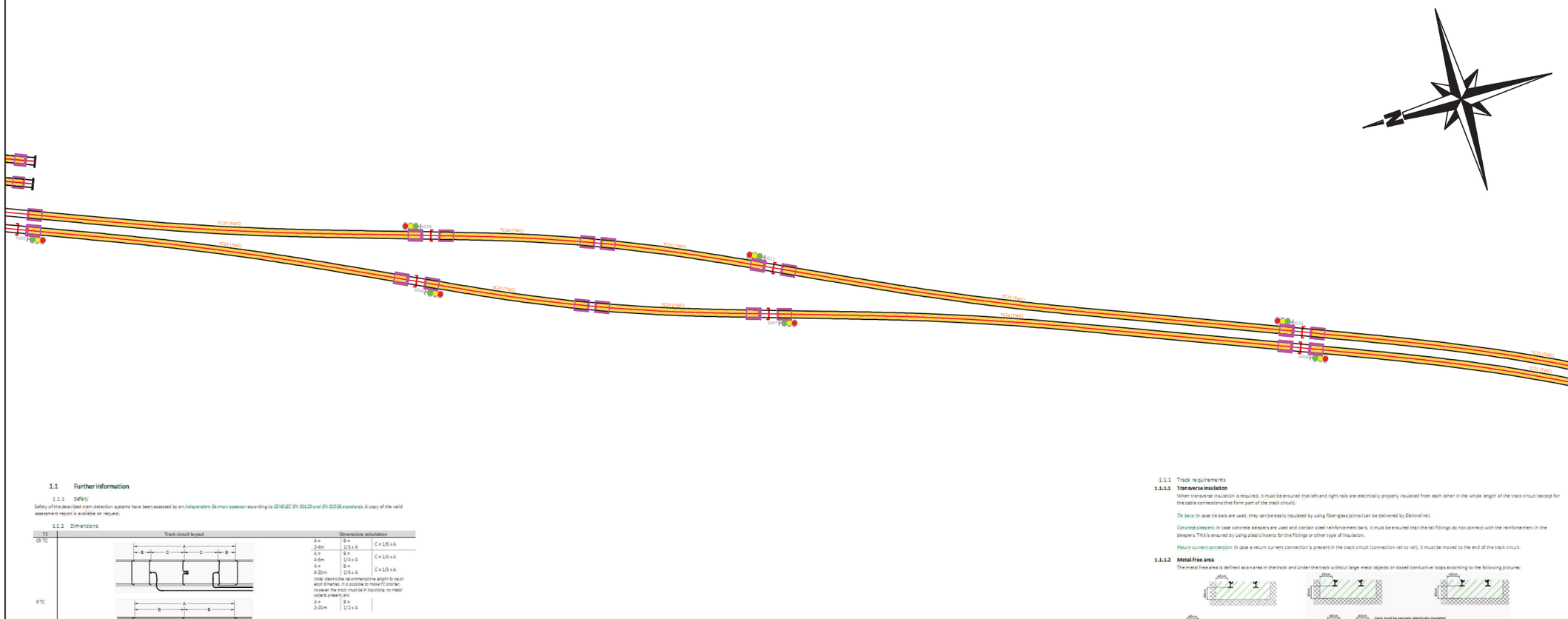
Brn001 TT Osova Kampus

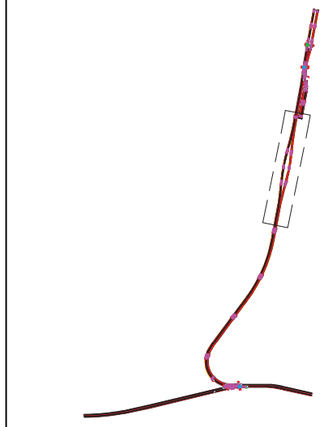
Signaling system
CONCEPT

Drawn by:	David Třešňák
Checked:	Jakub Skruzny
Date created:	10.12.2016
Size/Scale:	A3/---
Revision:	Drawing number:
0.4	---




TC00
VET00
TC00
TC00
TC



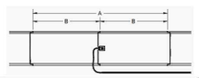
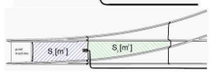
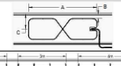
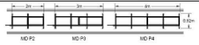
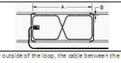


1.1 Further information

1.1.1 Safety

Safety of the described tram detection systems have been assessed by an *independent German assessor* according to *CENELEC EN 50129 and EN 61508 standards*. A copy of the valid assessment report is available on request.

1.1.2 Dimensions

TC	Track circuit layout	Dimensions calculation		
CR TC		A = 2-6m	B = 1/3 x A	C = 1/6 x A
		A = 6-6m	B = 1/4 x A	C = 1/4 x A
		A = 6-20m	B = 1/6 x A	C = 1/3 x A
		Note: Elektroline recommends the length to be at least 6 metres. It is possible to make TC shorter, however the track must be in top state, no metal objects present, etc.		
RTC		A = 2-20m	B = 1/3 x A	
		Note: Elektroline recommends the length to be at least 6 metres. It is possible to make TC shorter, however the track must be in top state, no metal objects present, etc.		
TTC		$S_1 = S_2$ *Note: Elektroline recommends to make the track circuit as long as possible*		
TWC TC		A = 10-15m	B = 0.8m	exceptional use, consult with Elektroline
		A = 15-25 m	B = 1m	
		A = 20-30 m	B = 1.5m	
		A = 30-100 m	B = 2m	
DTC		A = 6-24m	B = 1/4 x A	
MD		Ax 2m–4m	Bx 1/3 x C	
MD P		MD P2 2m	MD P3 3m	MD P4 4m
TC TC		Ax 2m–4m	B=5cm	
	When installing the box with capactor outside of the loop, the cable between the loop and the capactor must be *maximally 5m.*			

1.1.3 Spacing

When designing a system using track circuits, appropriate minimum spacing between neighboring track circuits must be considered in order to avoid interference.

Following table shows recommended minimum spacing between various types of track circuits:

	CR TC / R TC	T TC	TWC TC	D TC	MD / MD P / IC TC
CR TC / R TC	1m	1m	*4m or 2m**	1m	1m
T TC	1m	1m	*4m or 2m**	1m	1m
TWC TC	*4m or 2m**	*4m or 2m**	*4m or 2m**	*4m or 2m**	*4m or 2m**
D TC	1m	1m	*4m or 2m**	1m	1m
MD / MD P / IC TC	1m	1m	*4m or 2m**	1m	1m

** 2m only if the frequency difference between two detection loops is more than 5kHz.*

Under specific conditions, reduced spacing can be used thus decreasing the spacing even under the minimum recommended distances. This is possible in case some of the following conditions are fulfilled:

- the neighboring track circuits work on *very different frequency* (at least 5kHz difference)
- the neighboring track circuits work in a *synchronized mode* (relevant BRC/N units synchronization is activated) – not available for the BRC/DCS

Reduced spacing should be always consulted with Elektroline prior to design approval. Installation of track circuits at neighboring tracks is allowed.

1.1.1 Track requirements

1.1.1.1 Transverse insulation

When transverse insulation is required, it must be ensured that left and right rails are electrically properly insulated from each other in the whole length of the track circuit (except for the cable connections that form part of the track circuit).

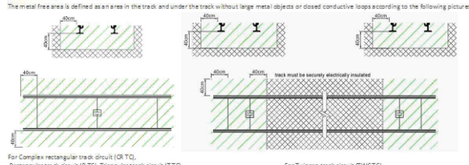
Tie bars: In case tie bars are used, they can be easily insulated by using fiber-glass joints (can be delivered by Elektroline).

Concrete sleepers: In case concrete sleepers are used and contain steel reinforcement bars, it must be ensured that the rail fittings do not connect with the reinforcement in the sleepers. This is ensured by using plastic inserts for the fittings or other type of insulation.

Return current connection: In case a return current connection is present in the track circuit (connection rail to rail), it must be moved to the end of the track circuit.

1.1.1.2 Metal-free area

The metal free area is defined as an area in the track and under the track without large metal objects or closed conductive loops according to the following pictures:



For Complex rectangular track circuit (CR TC), Rectangular track circuit (R TC), Triangular track circuit (T TC) and Double track circuit (D TC)

For Twincap track circuit (TWC TC)

Quality of the metal-free area is defined by the distance of the metal objects from the bottom/side of the rail:

- *40cm metal-free area:* Perfect function of the track circuit is ensured
- *20-40cm metal-free area:* The track circuit should usually work except for special situations (needs to be consulted with Elektroline)
- *Less than 20cm metal-free area:* The track circuit can work even in this situation, however, the specific location always needs to be discussed with Elektroline and necessary measurements (find out parameters of track circuit)need to be done in order to ensure safe operation

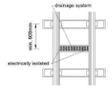
At any time, no metal objects are allowed to create electrical connection of the left and the right rail (see also the transverse insulation requirement).

Using of reinforced concrete sleepers is possible only in case of electrical insulation between the rails
WARNING: The distance between the sleepers must not be smaller than 600mm (axis-axis).



Using of the drainage system can be used in the area of the track circuits under the following conditions:

- the system is reliably insulated from both rails
- the TC length is at least 9 meters
- the TC does not include any other large metal objects in the proximity of the drainage system
- the drainage system is not present in the ends of the TWC TC(see the metal-free area for TWC TC)
- max 1 drainage system is present in the TC
- the distance between the sleeper and drainage system must not be smaller than 600mm (axis-axis).



For the following tram detection systems, metal-free area must be respected in the whole area of detection:

- track circuit
- inductive coupled track circuit
- metal detector

In case of *twincap track circuit*, metal-free area must be respected only at the ends of the track circuit (two areas – both between shunt and neighbouring capacitor + 40 centimetres outside these areas). In the middle part, metal objects can be present in the track as long as the transverse insulation is ensured.

1.1.1.3 Return current

Return traction current does not influence the tram detection.Track circuit does not limit the return traction current in any way. The only condition is maintaining of the transverse insulation in the whole area of the track circuit (any rail/ea-rail cables must be moved outside of the track circuit area).

1.1.2 Tram requirements

The detection systems using the axle shunt as one of the detection methods require certain electrical characteristics of the tram axle to be fulfilled.

Especially with the modern low floor trams with independent electrical connection of the wheels, it might be necessary installing an additional axle connecting cable between the left and right wheel on every axle in order to ensure reliable tram axle shunt detection (inductance < 2 µH, resistance < 1 Ω). It is very important to periodically check the trams for the resistance and inductance at all the wheels and all the axles

To get reliable function of the system, it should be tested with all tram types that are in operation. Occupation (LIM BLOCK) must be set with at least 30 % reserve in order to have a safety reserve for non-optimal conditions.

Legend:

- TSH00 — motorized point machine TSH
- TSM00 — trailing point machine TSM
- TC00 — resonant track circuit
- VET00 — ground VETRA antenna
- stop line, end of route point
- SS00 / KSW00 / SS00 — stop/go signal keyswitch
- no metal area (For TWC no metal area is necessary to follow the manual)

Rev.	Amendments:	By:	Ckd:	Date:
0.2	Edit type of TSH(M)	Tresnak	Klepac	15.12.2016
0.3	New SS06	Zabrs	Klepac	2.1.2017
0.4	Changed type of stop/go signal	Zabrs	Klepac	2.1.2017
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---

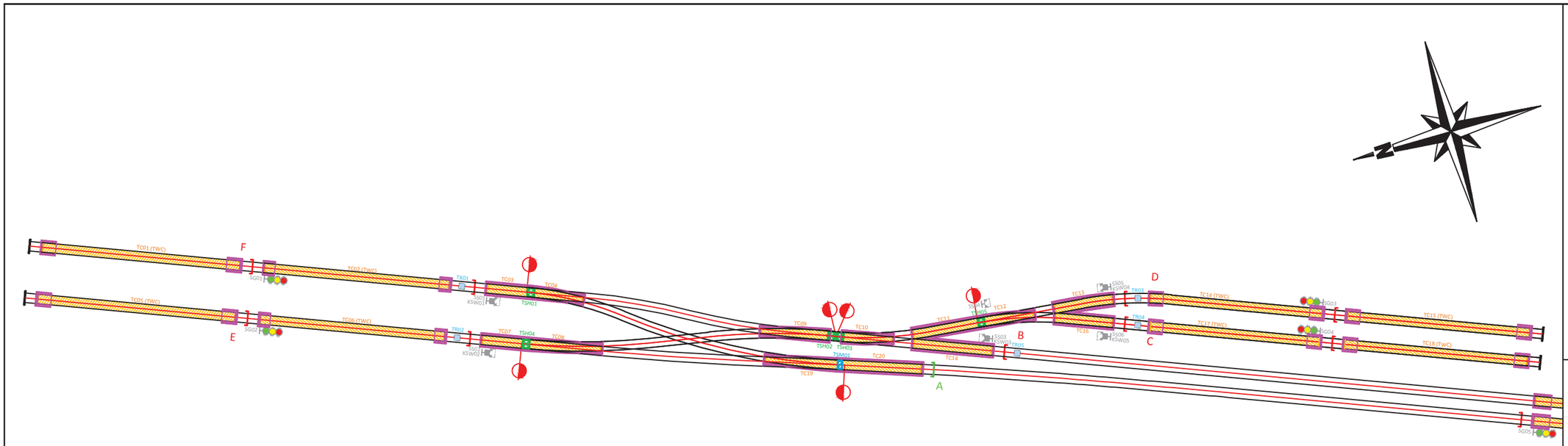
Designed by:

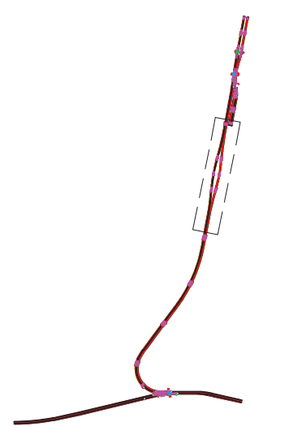
Elektroline
K Ládví 1805/20 tel.: +420 284 021 111
184 00 Praha 8 fax: +420 284 021 119
www.elektroline.cz

Brn001 TT Osova Kampus

Signaling system
CONCEPT

Drawn by:	David Třešňák
Checked:	Jakub Skruzny
Date created:	10.12.2016
Size/Scale:	A3/---
Revision:	Drawing number:
0.4	---





1.1 Further information

1.1.1 Safety

Safety of the described tram detection systems have been assessed by an *independent German assessor* according to *CENELEC EN 50129 and EN 61508 standards*. A copy of the valid assessment report is available on request.

1.1.2 Dimensions

TC	Track circuit layout	Dimensions calculation		
CR TC		A = 2-6m	B = 1/3 x A	C = 1/6 x A
		A = 4-6m	B = 1/4 x A	C = 1/4 x A
		A = 6-20m	B = 1/6 x A	C = 1/3 x A
		Note: Elektroline recommends the length to be at least 6 metres. It is possible to make TC shorter, however the track must be in top state, no metal objects present, etc.		
RTC		A = 2-20m	B = 1/3 x A	
		Note: Elektroline recommends the length to be at least 6 metres. It is possible to make TC shorter, however the track must be in top state, no metal objects present, etc.		
TTC		$S_1 = S_2$ *Note: Elektroline recommends to make the track circuit as long as possible*		
TWC TC		A = 10-15m	B = 0.8m	exceptional use, consult with Elektroline
		A = 15-25 m	B = 1m	
		A = 20-30 m	B = 1.5m	
		A = 30-100 m	B = 2m	
DTC		A = 6-24m	B = 1/4 x A	
MD		Ax 2m–4m	Bx 1/3 x C	
MD P		MD P2 2m	MD P3 3m	MD P4 4m
TC TC		Ax 2m–4m	B=5cm	
	When installing the box with capacitor outside of the loop, the cable between the loop and the capacitor must be *maximally 5m.*			

1.1.3 Spacing

When designing a system using track circuits, appropriate minimum spacing between neighboring track circuits must be considered in order to avoid interference.

Following table shows recommended minimum spacing between various types of track circuits:

	CR TC / R TC	T TC	TWC TC	D TC	MD / MD P / IC TC
CR TC / R TC	1m	1m	*4m or 2m**	1m	1m
T TC	1m	1m	*4m or 2m**	1m	1m
TWC TC	*4m or 2m**	*4m or 2m**	*4m or 2m**	*4m or 2m**	*4m or 2m**
D TC	1m	1m	*4m or 2m**	1m	1m
MD / MD P / IC TC	1m	1m	*4m or 2m**	1m	1m

** 2m only if the frequency difference between two detection loops is more than 5kHz.*

Under specific conditions, reduced spacing can be used thus decreasing the spacing even under the minimum recommended distances. This is possible in case some of the following conditions are fulfilled:

- the neighboring track circuits work on *very different frequency* (at least 5kHz difference)
- the neighboring track circuits work in a *synchronized mode* (relevant BRC/N units synchronization is activated) – not available for the BRC/DCS

Reduced spacing should be always consulted with Elektroline prior to design approval. Installation of track circuits at neighboring tracks is allowed.

1.1.1 Track requirements

1.1.1.1 Transverse insulation

When transverse insulation is required, it must be ensured that left and right rails are electrically properly insulated from each other in the whole length of the track circuit (except for the cable connections that form part of the track circuit).

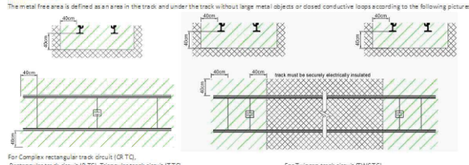
Tie bars: In case tie bars are used, they can be easily insulated by using fiber-glass joints (can be delivered by Elektroline).

Concrete sleepers: In case concrete sleepers are used and contain steel reinforcement bars, it must be ensured that the rail fittings do not connect with the reinforcement in the sleepers. This is ensured by using plastic inserts for the fittings or other type of insulation.

Return current connection: In case a return current connection is present in the track circuit (connection rail to rail), it must be moved to the end of the track circuit.

1.1.1.2 Metal-free area

The metal free area is defined as an area in the track and under the track without large metal objects or closed conductive loops according to the following pictures:



For Complex rectangular track circuit (CR TC), Rectangular track circuit (R TC), Triangular track circuit (T TC) and Double track circuit (D TC)

For Twincap track circuit (TWC TC)

Quality of the metal-free area is defined by the distance of the metal objects from the bottom/side of the rail:

- *40cm metal-free area:* Perfect function of the track circuit is ensured
- *20-40cm metal-free area:* The track circuit should usually work except for special situations (needs to be consulted with Elektroline)
- *Less than 20cm metal-free area:* The track circuit can work even in this situation, however, the specific location always needs to be discussed with Elektroline and necessary measurements (find out parameters of track circuit/need to be done in order to ensure safe operation

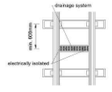
At any time, no metal objects are allowed to create electrical connection of the left and the right rail (see also the transverse insulation requirement).

Using of reinforced concrete sleepers is possible only in case of electrical insulation between the rails
WARNING: The distance between the sleepers must not be smaller than 600mm (axis-axis).



Using of the drainage system can be used in the area of the track circuits under the following conditions:

- the system is reliably insulated from both rails
- the TC length is at least 9 meters
- the TC does not include any other large metal objects in the proximity of the drainage system
- the drainage system is not present in the ends of the TWC TC (see the metal-free area for TWC TC)
- max 1 drainage system is present in the TC
- the distance between the sleeper and drainage system must not be smaller than 600mm (axis-axis).



For the following tram detection systems, metal-free area must be respected in the whole area of detection:

- track circuit
- inductive coupled track circuit
- metal detector

In case of *twincap track circuit*, metal-free area must be respected only at the ends of the track circuit (two areas – both between shunt and neighbouring capacitor + 40 centimetres outside these areas). In the middle part, metal objects can be present in the track as long as the transverse insulation is ensured.

1.1.1.3 Return current

Return traction current does not influence the tram detection. Track circuit does not limit the return traction current in any way. The only condition is maintaining of the transverse insulation in the whole area of the track circuit (any rail-to-rail cables must be moved outside of the track circuit area).

1.1.2 Tram requirements

The detection systems using the axle shunt as one of the detection methods require certain electrical characteristics of the tram axle to be fulfilled.

Especially with the modern low floor trams with independent electrical connection of the wheels, it might be necessary installing an additional axle connecting cable between the left and right wheel on every axle in order to ensure reliable tram axle shunt detection (inductance < 2 µH, resistance < 1 Ω). It is very important to periodically check the trams for the resistance and inductance at all the wheels and all the axles.

To get reliable function of the system, it should be tested with all tram types that are in operation. Occupation (LIM BLOCK) must be set with at least 30 % reserve in order to have a safety reserve for non-optimal conditions.

Legend:

- TSH00 — motorized point machine TSH
- TSM00 — trailing point machine TSM
- TC00 — resonant track circuit
- VET00 — ground VETRA antenna
- stop line, end of route point
- SS00 / KSW00 — stop/go signal keyswitch
- no metal area (For TWC no metal area is necessary to follow the manual)

Rev.	Amendments:	By:	Ckd:	Date:
0.2	Edit type of TSH(M)	Tresnak	Klepac	15.12.2016
0.3	New SS06	Zabrs	Klepac	2.1.2017
0.4	Changed type of stop/go signal	Zabrs	Klepac	2.1.2017
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---

Designed by:

Elektroline
K Ládví 1805/20 tel.: +420 284 021 111
184 00 Praha 8 fax: +420 284 021 119
www.elektroline.cz

Brn001 TT Osova Kampus

Signaling system
CONCEPT

Drawn by:	David Třešňák
Checked:	Jakub Skruzny
Date created:	10.12.2016
Size/Scale:	A3/---
Revision:	Drawing number:
0.4	---