



Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	-	-
02	-	-
03	-	-

Objednatel:



Správa železniční dopravní cesty

SŽDC, s.o.

Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1

tel.: +420 222 335 777

e-mail: szdc@szdc.cz

Generální projektant:



SUDOP PRAHA a.s.

Olšanská 1a, 130 80 Praha 3

tel.: +420 267 094 111

e-mail: praha@sudop.cz

Vedoucí střediska:

ING. MARTIN RAIBR

Vypracoval:

Název akce:

TVORBA METODICKÉHO POKYNU PRO PROJEKTOVÁNÍ SYSTÉMU ERTMS/ETCS

Číslo smlouvy:

18 057 208

Projektový stupeň:

S

Část:

ANALYTICKÁ ČÁST

Datum:

03/2019

Číslo přílohy:

1



SUDOP PRAHA a.s., Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
208 Středisko elektrotechniky, trakce, sdělovací a zabezpečovací techniky

TVORBA METODICKÉHO POKYNU PRO PROJEKTOVÁNÍ SYSTÉMU ERTMS/ETCS

ANALYTICKÁ ČÁST

Obsah

Seznam zkratk	5
1 Úvodem	6
2 Liniový vlakový zabezpečovač typu LS	7
2.1 Historie vlakového zabezpečovače	7
2.2 Princip činnosti	8
3 Obecně o systému ERTMS/ETCS	10
3.1 Historie systému	10
3.2 Hlavní cíle a funkce systému	10
3.3 Funkční bloky systému	11
3.3.1 Traťová část	11
3.3.2 Vozidlová část	11
3.4 Aplikační úrovně systému	11
3.4.1 Úroveň ERTMS/ETCS L0	12
3.4.2 Úroveň ERTMS/ETCS STM	12
3.4.3 Úroveň ERTMS/ETCS L1	12
3.4.4 Úroveň ERTMS/ETCS L2	12
3.4.5 Úroveň ERTMS/ETCS L3	13
3.4.6 Systém ERTMS/ETCS LS (Regional)	14
3.5 Traťová rychlost ve vazbě na nasazení ERTMS	14
3.5.1 Maximální traťová rychlost do 100 km/h včetně	14
3.5.2 Maximální traťová rychlost od 100 km/h (mimo) do 160 km/h včetně	14
3.5.3 Maximální traťová rychlost od 160 km/h (mimo) do 200 km/h včetně	14
4 Vybraná železniční síť TEN-T a rozsah výstavby systému ETCS v ČR	15
4.1 Tranzitní železniční koridory v ČR	16
4.1.1 Aktuální stav výstavby železničních koridorů v ČR	17
4.2 Další vybraná železniční síť	21
5 Výstavba systému ERTMS/ETCS	27
5.1 Význam budování systému ERTMS/ETCS	27
5.2 Vnímání výhod systému ETCS v ČR	29
5.3 Možné nevýhody systému ERTMS/ETCS	32
5.4 Realizace systému ETCS v ČR	33
5.5 Vnímání systému ETCS mimo ČR	33
6 Problematika zastavení a současné pokyny k zavedení systému ERTMS/ETCS	37
6.1 Docílení místa zastavení a dosáhnutí nulové rychlosti v tomto místě	37
6.2 Problematika zastavení vlaku	38
6.2.1 Problematika brždění vlaku	39
6.3 Zajištění bezpečnosti při průjezdu místa zastavení vlaku	44
6.3.1 Zřízení odvrtných kolejí	44
6.3.2 Zřízení bezpečnostní vzdálenosti	47
6.3.3 Zřízení výluk vlakových cest	50
6.3.4 Shrnutí	51
6.3.5 Dopady kolejových úprav	52
7 Stávající rozsah parametrů vlaků a jejich využití v rámci zabezpečovacího zařízení	54
7.1 Užitečná délka koleje	57
7.1.1 Užitečná délka koleje u VZ třídy A	57
7.1.2 Užitečná délka koleje u VZ třídy B	58
7.1.3 Shrnutí	59
7.2 Jak dál pokračovat	61

7.2.1	Realizovat infrastrukturu dle pokynu „Zásady pro návrh technického řešení ETCS ve vazbě na kolejová řešení dopraven“.....	61
7.2.2	Hledání nových možností.....	63
8	Digitální rádiový systém GSM-R.....	64
8.1	Vlastnosti a funkce systému GSM-R.....	64
8.2	Požadavky na úroveň pokrytí signálem GSM-R.....	66
8.2.1	Požadavky na infrastrukturní část GSM-R.....	67
8.3	GSM-R jako prostředek datové komunikace pro systém ETCS	69
8.3.1	CSD.....	69
8.3.2	GPRS/eGPRS	70
8.3.3	Rozhraní pro systém ETCS	70
8.4	GSM-R jako prostředek pro hlasovou komunikaci	71
8.5	Kapacita a možnosti rádiového systému GSM-R.....	72
8.5.1	Kapacita rádiového systému GSM-R	72
8.5.2	Možnosti rozšíření rádiového systému GSM-R	72
8.6	Stávající stav GSM-R v síti SŽDC.....	73
8.6.1	Současný stav pokrytí rádiového systému GSM-R.....	74
8.6.2	Výstavba GSM-R na regionálních tratích.....	74
8.7	Budoucnost systému GSM-R	75
9	Nové možnosti.....	76
9.1	Volba uvolňovací rychlosti.....	76
9.1.1	Vjezd vlaku s nulovou uvolňovací rychlostí.....	76
9.1.2	Měření délky vlaku.....	77
9.2	Předpokládané místo zastavení	80
9.2.1	Nepřesnost odometrie	80
9.2.2	Konec oprávnění k jízdě	81
9.2.3	Místo ohrožení.....	81
9.2.4	Nepřesnost místa zastavení.....	81
9.2.5	Místo nejzazšího dosažitelného zastavení.....	82
9.3	Využití délky vlaku	84
9.3.1	Vjezd krátkého vlaku	84
9.3.2	Vjezd dlouhého vlaku.....	84
9.3.3	Výluka jízdních cest.....	85
9.4	Systém ETCS a ATO	86
9.5	Zpracování dat.....	87
9.6	Zkušební jízdy	89
9.7	Posouzení bezpečnosti	89
10	Provoz pod ETCS	92
10.1	Migrační období	93
10.1.1	Smíšený provoz.....	93
10.1.2	Výhradní provoz.....	94
11	Prvky na infrastruktuře	101
11.1	Návěstidla	101
11.1.1	Neproměnná návěstidla ETCS.....	101
11.1.2	Proměnná návěstidla - výhradní provoz	102
11.1.3	Proměnná návěstidla – smíšený provoz	104
11.1.4	Viditelnost návěstidel	106
11.1.5	Problematika viditelnosti.....	107
11.2	Zařízení pro spolupůsobení drážních vozidel	109
11.2.1	Kolejové obvody.....	109
11.2.2	Počítače náprav	110

11.2.3	Volba zařízení pro spolupůsobení drážních vozidel	111
11.2.4	Zřizování kolejových obvodů.....	112
11.3	Balízy.....	113
11.3.1	Využití v ČR	115
12	Vliv ETCS na elektronická stavědla	118
12.1	Změna koncepce zabezpečovacího zařízení.....	118
12.2	SZZ/TZZ ve smíšeném a výhradním provozu	118
12.2.1	Smíšený provoz.....	118
12.2.2	Výhradní provoz.....	119
12.3	Souvislosti mezi ETCS a rozvojem dálkového ovládání zabezpečovacího zařízení.....	127
12.3.1	Definování vzájemných hranic systémů DOZ a ERTMS/ETCS	127
12.3.2	Umístění zařízení systému DOZ a ERTMS/ETCS.....	128
12.3.3	Vazba mezi systémy ERTMS/ETCS , DOZ a infrastrukturou.....	129
12.3.4	Vazba mezi systémy DOZ, ERTMS/ETCS a vedlejšími tratěmi	130
12.4	Dimenzování systému ERTMS/ETCS na základě výhledové kapacity	136
12.4.1	Požadavky na RBC v ČR.....	137
13	Projektování systému ERTMS/ETCS ve vazbě na konverzi trakčních soustav na cílovou trakční soustavu 25 kV, 50 Hz.....	138
13.1	Nasazení GSM-R	138
13.2	Nasazení ETCS.....	139
13.3	Časový plán postupu přepínání na 25 kV 50 Hz	142
14	Projektování systému ERTMS/ETCS	144
14.1	Rozsah dokumentace systému ETCS	144
14.1.1	Určení obsahu dokumentace pro záměr projektu (ZP).....	144
14.1.2	Určení obsahu dokumentace pro územní řízení (DUR).....	144
14.1.3	Určení obsahu dokumentace pro stavební povolení (DSP a PDPS).....	144
14.1.4	Problémy při zpracování a realizaci.....	146
14.1.5	Problematika kilometrických poloh	147
14.1.6	Koordinace staveb	148
14.1.7	Výhradní provoz a dokumentace.....	148
14.2	Závěrem.....	149
15	Zhodnocení a doporučení.....	150
15.1	Dopravně-technologické posouzení ve vztahu ke konkrétní trati.....	157
16	Přílohy.....	159

Seznam zkratk

25 kV 50 Hz AC	.....Střídavá trakční napájecí soustava s napětím 25 kV a frekvencí 50 Hz
3 kV DC	.....Stejnoseměrná trakční napájecí soustava s napětím 3 kV
AB	.....Automatický blok
AH	.....Automatické hradlo
AVV	.....Automatické vedení vlaku
BTS	.....Základnová stanice GSM-R (Base Transceiver Station)
CDP	.....Centrální dispečerské pracoviště
ČR	.....Česká republika
ČSN	.....Česká technická norma
ČSN EN	.....Harmonizovaná česká norma
DB-Netz AG	.....Německý správce infrastruktury
DOZ	.....Dálkové ovládání zabezpečovacího zařízení
EMZZ	.....Elektromechanické zabezpečovací zařízení
EOV	.....Elektrický ohřev výhybek
ERRI	.....Evropský železniční výzkumný ústav
ERTMS	.....Evropský systém řízení železniční dopravy (European Rail Traffic Management System)
ES	.....Evropské společenství
ETCS	.....Evropský vlakový zabezpečovací systém (European Train Control System)
EU	.....Evropská unie
GSM-R	.....Global System for Mobile Communications – Railway-Globální systém pro mobilní komunikaci v železniční dopravě
GVD	.....Grafikon vlakové dopravy
ISO	.....Mezinárodní organizace pro standardizaci (International Organization for Standardization)
JOP	.....Jednotné obslužné pracoviště
L1-LS	.....ETCS Level 1 Limited Supervision
LVZ	.....Liniový vlakový zabezpečovač
LZB	.....Linienzugbeeinflussung (LZB), Liniové vlakové zabezpečovací zařízení vyvinuté v Německu
LZB-E	.....Nová elektronická generace systému LZB
MA	.....Povolení k jízdě
MD	.....Ministerstvo dopravy
MOPIN	.....Sborník pro oceňování železničních staveb ve stupni studie a ZP
MRS	.....Místní rádiový systém
NIP	.....Národní implementační plán ERTMS
PZS	.....Přejezdové zabezpečovací zařízení
RBC	.....Radiobloková ústředna
RDP	.....Regionální dispečerské pracoviště
RZZ	.....Reléové zabezpečovací zařízení
SZZ	.....Staniční zabezpečovací zařízení
SZZ	.....Staniční zabezpečovací zařízení
SŽDC s.o.	.....Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
TEN-T	.....Transevropská dopravní síť (Trans-European Transport Networks)
TERFN	.....Transevropská dopravní síť (Trans-European Transport Networks)
TKP	.....Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah
TNŽ	.....Technická norma železnic
TSI	.....Technické specifikace pro interoperabilitu (Technical Specifications for Interoperability)
TSI CCS	.....TSI pro subsystém řízení a zabezpečení (Control command and signalling)
TZZ	.....Traťové zabezpečovací zařízení
TŽK	.....Tranzitní železniční koridor
UIC	.....Mezinárodní železniční unie
UNISIG	.....Svaz evropských výrobců zabezpečovacích zařízení
ZP	.....Záměr projektu

1 Úvodem

V současné době dochází k provoznímu nasazení vlakového zabezpečovače třídy A v České republice vzhledem k nutnosti plnění podmínek při zpřístupňování železniční infrastruktury a plnění podmínek, jež Česká republika přijala a stvrdila Národním implementačním plánem, který byl vydán v roce 2017. Národní implementační plán je jedním z hlavních dokumentů při nasazování systému ETCS v ČR a je zároveň vnitrostátním prováděcím plánem technické specifikace interoperability subsystémů „Řízení a zabezpečení“ ve smyslu čl. 7.4.4 přílohy Nařízení Komise (EU) 2016/919 ze dne 27. května 2016 o technické specifikaci pro interoperabilitu, týkající se subsystémů „Řízení a zabezpečení“ železničního systému v Evropské unii.

Vzhledem k výše uvedenému vzniká potřeba projektového řešení systému ETCS v podmínkách České republiky, který je nasazován jak na novostavbách železničních tratí, tak i na stávajících železničních tratích, které procházejí modernizací. Vzhledem k rozsahu závazku, který ČR přijala již vstupem do EU, bude docházet i k nasazení systému ETCS na tratích, které neprojdou modernizací a nasazení systému ETCS bude na těchto tratích nutností pro zjištění celé linie, respektive uceleného úseku s vlakovým zabezpečovačem třídy A.

Nasazením nového systému vlakového zabezpečovače vzniká mnoho otázek a otevřených problémů, na něž by tato metodika měla v rozhodujících částech dát odpověď.

2 Liniový vlakový zabezpečovač typu LS

Liniový vlakový zabezpečovač typu LS je vlakový zabezpečovač česko-slovenské výroby, který umožňuje přenos čtyř návěstních znaků na stanoviště strojvedoucího. Jako vzor byl využit liniový vlakový zabezpečovač vyvinutý ve Spojených státech amerických. Pro zajištění podmínky, že strojvedoucí sleduje návěsti přenášené vlakovým zabezpečovačem, je vlakový zabezpečovač sloučen se systémem kontroly bdělosti strojvedoucího.

2.1 Historie vlakového zabezpečovače

K zavádění liniového vlakového zabezpečovače přistoupily Československé státní dráhy počátkem šedesátých let 20. století. Postupnými inovacemi byl vyvinut typ LS 90, který byl zaváděn od počátku 90. let. Princip funkce je přitom od počátku stejný, tzn. nízkofrekvenční vysílání specifického kódu do kolejnic a jeho příjem pomocí indukčního přenosu na hnací vozidlo. V roce 1989 byla vyzkoušena spolupráce s bodovým zabezpečovacím systémem firmy Ericsson, což by v případě zavedení umožnilo nahradit kontrolu bdělosti strojvedoucího kontrolou rychlosti vlaku. Vzhledem k předpokládanému zavedení systému ERTMS/ETCS byl další vývoj zařízení zastaven. V současnosti je vybaveno přenosem kódu asi 1 500 km tratí v České republice a 554 km tratí na Slovensku a většina hnacích vozidel s konstrukční rychlostí vyšší jak 100km/hod..

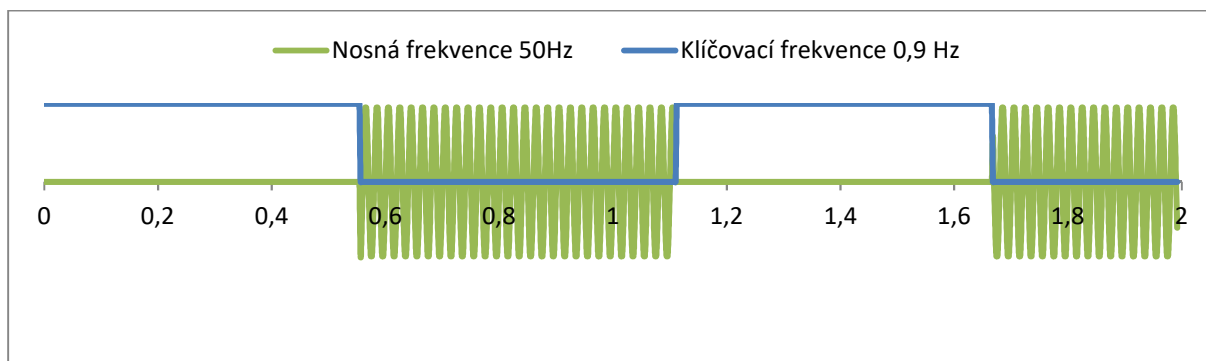
V Evropě vývoj vlakových zabezpečovačů probíhal odlišným způsobem daným především tím, že na infrastrukturu se využívala především obsluhovaná elektromechanická zabezpečovací zařízení. V širším měřítku se uplatnil systém bodového vlakového zabezpečovače vyvinutý počátkem 30. let minulého století německými firmami pod názvem INDUSI. Ten přenáší jednobitovou informaci z trati na vozidlo pomocí laděných rezonančních obvodů a byl hromadně aplikován zejména jako nástavba k elektromechanickým zabezpečovacím zařízením. Tento systém se rozšířil zejména v Německu, Rakousku v dalších evropských železničních správách a po řadě technologických inovací se používá u těchto železničních správ doposud.

V současnosti je v mobilní části vlakového zabezpečovače třídy B vyvinut nástupce LS 90 pod označením LS 06, který funkčně vychází z předchozího typu, je však založen na mikroprocesorové technice.

2.2 Princip činnosti

Zařízení liniového zabezpečovače typu LS se skládá ze dvou základních částí. Traťovou část tvoří obvod tvořený kodérem (zpočátku mechanickým, později elektronickým), který se nachází obvykle v úrovni návěstidla a vysílá kód vzájemně izolovanými kolejnicemi proti vozidlu. Nosná frekvence kolejového odvodu je amplitudově klíčována (kódována) modulačním signálem nesoucím přenášený návětní znak. Pro kódování se používají následující frekvence obdélníkových impulsů:

- 0,9 Hz pro červené světlo
- 1,8 Hz pro žluté mezikruží
- 3,6 Hz pro žluté světlo
- 5,4 Hz pro zelené světlo



Příklad průběhu nosného proudu 50Hz při klíčování frekvencí 0,9Hz

Pro snímání kódu vlakového zabezpečovače je na spodku vozidla před první nápravou indukční snímač kódu. Následně je přijatý signál zpracován, vyhodnocen a převeden na návětní opakovač na stanovišti strojvedoucího. Význam jednotlivých návěstí na návětním opakovači je pak následující:

- Červené: Návěstí následující návěstidlo v poloze stůj. Návěstidlo zakazující jízdu je pak za tímto návěstidlem ve vzdálenosti menší než zábrzdňá vzdálenost.
- Žluté mezikruží: Návěstí následující návěstidlo nařizuje jet sníženou rychlostí.
- Žluté: Návěstí, že vlak se blíží k návěstidlu v poloze výstraha nebo návěstí očekávej určitou (sníženou) rychlost.
- Zelené: Návěstí na následujícím návěstidle návěst volno.
- Modré: Nevyžaduje se potvrzení bdělosti strojvedoucího, neboli že od posledního stisknutí tlačítka bdělosti ještě neuplynul stanovený čas, je zabrzděno přídatnou brzdou nebo je VZ v režimu postrk. Kromě posledního případu svítí modrá současně s návěstí dle přenášeného kódu.



Příklad návěstního opakovače (vlevo) a snímače kódu vlakového zabezpečovače (vpravo)

V případě, že je vozidlo vybaveno vlakovým zabezpečovačem, je strojvedoucí povinen ho před jízdou vlaku zapnout. V případě jízdy po nekódované trati musí periodicky (asi po 20 s) obsluhovat tlačítko bdělosti. Při jízdě po kódované trati musí periodicky obsluhovat tlačítko bdělosti pouze při červeném světle nebo žlutém mezikruží. Pokud nestiskne příslušné tlačítko v daném intervalu, ozve se houkačka, a pokud ani poté nezareaguje, dojde k samočinnému zabrzdění vlaku. Obsluha tlačítka není vyžadována při zabrzdění přidavnou brzdou.

Výhodou liniového vlakového zabezpečovače je stálé spojení lokomotivy s vysílačem. V případě, že dojde k lomu kolejnice, může dojít i k přerušení vysílání kódu vlakového zabezpečovače za předpokladu galvanického oddělení v místě lomu. Strojvedoucí je o tomto problému s předstihem informován. Mezi nevýhody systému pak patří zejména schopnost přenášet maximálně čtyř návěstí a relativně velká spotřeba elektrické energie. Mezi další nevýhody pak patří možná rušitelnost užitečného signálu zejména u moderních hnacích vozidel s asynchronními motory.

Systém LVZ byl následně upravován do podob jako LS 90 či LS 06, který pracoval se závislostí na aktuální rychlosti, čímž byla zvyšována bezpečnost národního vlakového zabezpečovače.

Nevýhodou vlakového zabezpečovače je výrazná součinnost strojvedoucího se zařízením a nutnost zřízení definovaných kolejových obvodů pro přenos kódu vlakového zabezpečovače.

3 Obecně o systému ERTMS/ETCS

Evropský vlakový zabezpečovací systém (ETCS) by měl postupně nahradit národní systémy vlakových zabezpečovačů a umožnit tak bezproblémovou přechodnost vlaků mezi jednotlivými státy bez výměny hnacích vozidel na hranicích. S nasazováním systému se počítá zejména na vysokorychlostních tratích, tranzitních koridorech a dalších vybraných tratích. V České republice definuje železniční síť, která se plánuje vybavit systémem ETCS, Národní implementační plán ERTMS vydaný Ministerstvem dopravy v roce 2017.

3.1 Historie systému

V roce 1989 Evropská komise dala popud k zahájení prací na projektu, který by analyzoval problémy v oblasti řízení a zabezpečení jízd vlaků. V roce 1990 byla Evropským železničním výzkumným ústavem (ERRI) sestavena skupina expertů, jejímž úkolem bylo stanovit základní požadavky na jednotný evropský zabezpečovač. V roce 1995 byla Evropskou komisí definována globální strategii dalšího vývoje ERTMS/ETCS. Zásady byly zakotveny do směrnice 96/48 „Interoperabilita evropských vysokorychlostních železničních systémů“, spolu s rádiovým komunikačním systémem GSM-R. Mezinárodní železniční unie (UIC) prostřednictvím ERRI vypracovala konkrétní podmínky pro ETCS a zájmový spolek šesti železničních správ, včetně české, spolu se Svazem evropských výrobců zabezpečovacích zařízení (UNISIG) je rozvinul. První testování systému ETCS probíhalo u vybraných železnic od roku 1999. Zásady zavádění systému ETCS pro tratě zařazené do evropského železničního systému (TEN-T) byly zakotveny do evropské směrnice 2001/16/ES platné od roku 2001.

3.2 Hlavní cíle a funkce systému

Jak bylo uvedeno výše, hlavním cílem systému ERTMS/ETCS je sjednocení řízení a zabezpečení jízdy vlaků. Zavedením globálního systému jsou však sledovány i další cíle, mezi které např. patří:

- snížení nákladů na údržbu a provoz traťové části systému,
- zvýšení propustnosti trati,
- zvýšení maximálních traťových rychlostí.

Hlavní funkcí systému ERTMS/ETCS, stejně jako každého jiného vlakového zabezpečovače, je zajištění bezpečnosti vlakové dopravy a aktivní zásah do řízení vlaku v případě selhání nebo omylu strojvedoucího. Tyto zásahy systém provádí na základě oprávnění k jízdě (MA), které např. obsahuje informaci o povolené rychlosti a o délce úseku, pro nějž je MA vydáno. Dále systém například sleduje:

- maximální traťovou rychlost
- maximální rychlost vlaku

- směr jízdy
- přechodnost vlaku pro daný úsek
- dodržení přechodných omezení

3.3 Funkční bloky systému

Systém ERTMS/ETCS se skládá ze dvou základních funkčních bloků. Tyto mezi sebou vzájemně komunikují pomocí takzvaných datagramů, které jsou přenášeny systémem GSM-R, který je blíže popsán v samostatné části dokumentace. Pro systém ERTMS/ETCS je klíčovou vlastností unifikovaný přenos informací.

3.3.1 Traťová část

Traťová část systému ERTMS/ETCS tvoří prvky, které jsou spojeny s železniční infrastrukturou a zajišťují přenos vybraných informací na vozidlo, případně v souladu se stávajícím zabezpečovacím zařízením zajišťují vydávání platného povolení k jízdě. Mezi tyto prvky patří:

Prvky zajišťující přenos vybraných informací na vozidlo:

- eurobalíza,
- traťová elektronická jednotka,
- eurosmyčka.

Prvky zajišťující vydávání povolení k jízdě:

- radiobloková ústředna.

3.3.2 Vozidlová část

Vozidlová část systému ERTMS/ETCS je součástí hnacího vozidla. Tato část systému zajišťuje, že pohyb vozidla je v souladu s vydaným povolením k jízdě. Základními prvky vozidlové části jsou:

- centrální počítač,
- záznamová jednotka,
- zobrazovací jednotka,
- přenosový modul balízy,
- odometrie.

3.4 Aplikační úrovně systému

Zabezpečovač ERTMS/ETCS je tvořen výše popsanými, které svými kombinacemi a zapojením do stávajícího zabezpečovacího zařízení umožňují dosažení různých úrovní funkce tohoto systému.

3.4.1 Úroveň ERTMS/ETCS L0

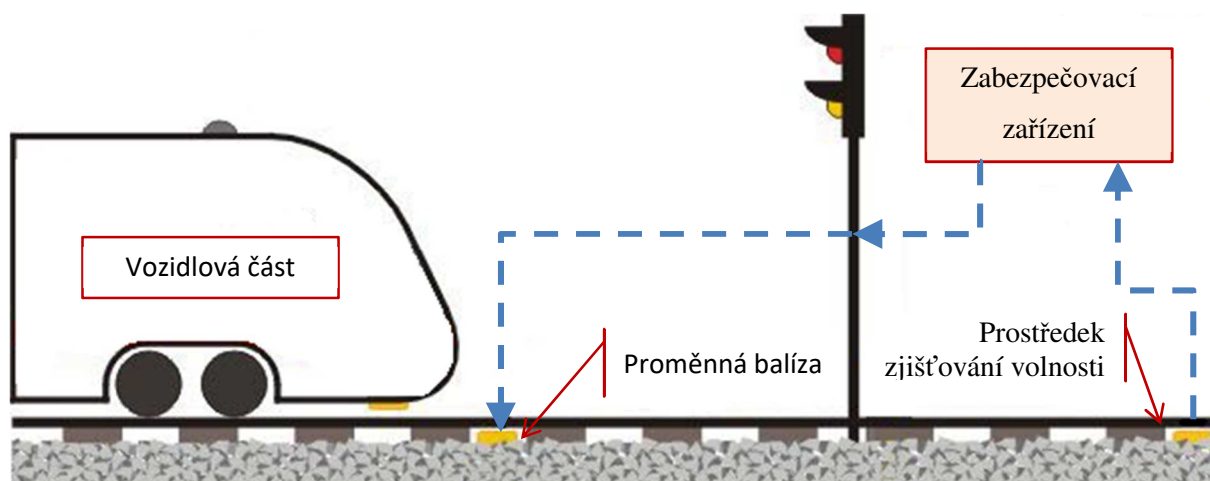
V této aplikační úrovni se vozidlo vybavené vozidlovou částí pohybuje po železniční infrastruktuře, které není vybavena traťovou částí. Systém ERTMS/ETCS zajišťuje pouze kontrolu, zda vozidlo nepřekročilo maximální rychlost pro daný úsek trati.

3.4.2 Úroveň ERTMS/ETCS STM

V této variantě je vozidlo vybaveno vozidlovou částí a pohybuje se na železniční infrastruktuře, která je vybavena traťovou částí národního vlakového zabezpečovače. Na vozidle pak zřízen modul, který umožňuje převést informace z národního zabezpečovače na informace využitelné mobilní částí systému ERTMS/ETCS. Do jisté míry se tedy jedná o zařízení, které bude využitelné zejména v době přechodu mezi národním zabezpečovačem a systémem ERTMS/ETCS.

3.4.3 Úroveň ERTMS/ETCS L1

Vozidlová část v této aplikační úrovni spolupracuje s přepínatelnými i nepřepínatelnými balízami. Balízou je na vozidlo přenášén rychlostní profil a rozsah oprávnění k jízdě. Tato informace umožňuje sledovat nejvyšší dovolenou rychlost vlaku.

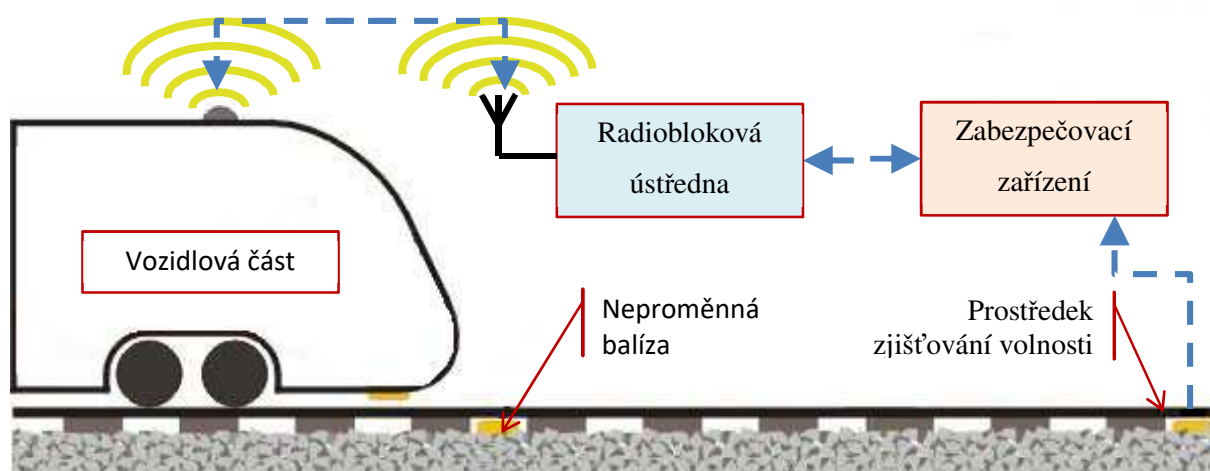


Funkční schéma ERTMS/ETCS L1

3.4.4 Úroveň ERTMS/ETCS L2

Vozidlová část v této aplikační úrovni spolupracuje s nepřepínatelnými balízami. Balízy slouží jako referenční bod, k němuž jsou vztaženy informace týkající se polohy předávané vozidlu ze stacionární části systému. Povolení k jízdě získává vlak prostřednictvím radiové sítě GSM-R z radioblokové ústředny (RBC). Vozidlo získává informace o svojí průběžné poloze ze snímačů (např. snímače otáček na nápravách, Dopplerův radar, apod.) umístěných na vozidle. V této aplikační úrovni nejsou na trati nutná světelná návěstidla. Jsou však vyžadovány prostředky indikace volnosti trati, neboli informace

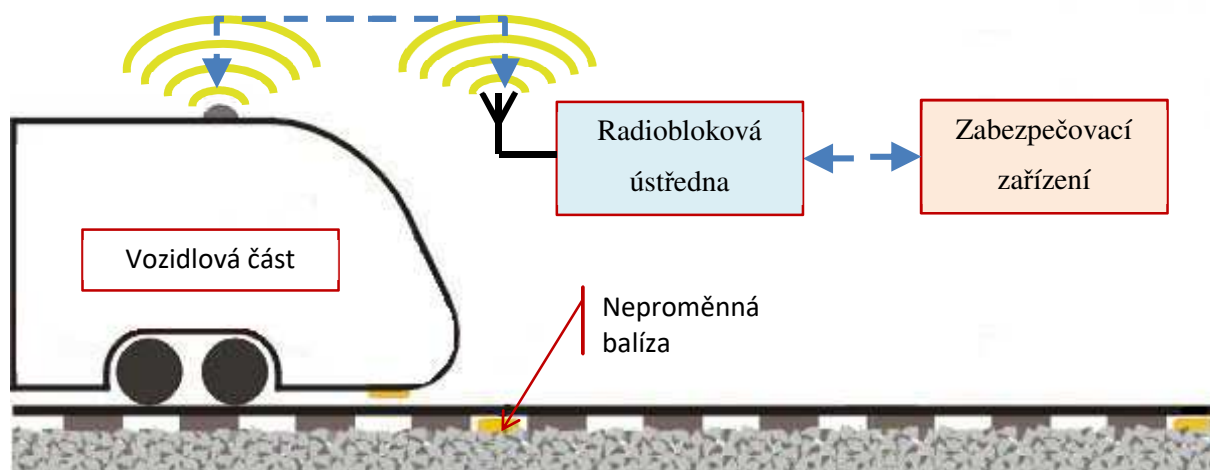
o volnosti pevně daného úseku zajišťují i nadále konvenční prostředky. Jedná se o kontinuální systém řízení.



Funkční schéma ERTMS/ETCS L2

3.4.5 Úroveň ERTMS/ETCS L3

V této aplikační úrovni je poloha vlaku a jeho celistvost zjišťována výhradně vozidlovou částí. Volnost úseků tedy není zjišťována prostředky zjišťování volnosti na straně infrastruktury. Aplikace tak umožňuje nahrazení pevných prostorových oddílů tzv. „plovoucími“. To umožňuje zvýšit propustnost trati. Zavedení této aplikační úrovně v současnosti vázne na kontrole celistvosti vlaku zejména u vlaků, které nejsou tvořeny ucelenou jednotkou.



Funkční schéma ERTMS/ETCS L3

3.4.6 Systém ERTMS/ETCS LS (Regional)

Tato úroveň se nyní nepoužívá a v současnosti je ve vývoji. Tato levnější varianta systému by měla být v budoucnu instalována na vedlejší tratě s menším provozem, kdy by stačilo instalovat fixní balízy pouze do míst s kolejovým větvením. Zvažováno je také možné zapojení satelitního systému pro lokalizaci vlaku.

3.5 Traťová rychlost ve vazbě na nasazení ERTMS

3.5.1 Maximální traťová rychlost do 100 km/h včetně

- Právními předpisy není v ČR nařízeno v úsecích s nejvyšší traťovou rychlostí 100 km/h budovat traťovou část vlakového zabezpečovacího zařízení a tyto tratě nejsou v drtivé většině případů traťovou částí VZZ vybaveny
- V případech, kdy se v rámci uceleného souvislého úseku (vozebního ramene) obsahujícího úseky s rychlostí vyšší než 100 km/h (tedy s požadavkem na vybavení traťovou částí ETCS), vyskytují úseky s rychlostí do 100 km/h, se vysoce doporučuje vybudovat traťovou část ETCS souvisle, bez ohledu na rychlost nižší než 100 km/h v některých částech tohoto ramene
- Na tratích s nejvyšší traťovou rychlostí do 100 km/h bude traťová část ETCS zřizována v případech stanovených NIP ERTMS a dále v konkrétních případech podle provozního zatížení a místních poměrů (například častá opakovaná projetí návěsti zakazující jízdu apod.)
- Není nařízeno, o jakou úroveň ETCS se má jednat – je možné využít ETCS úrovně 1 nebo 2, do budoucna po dořešení otevřených technických a technologických otázek úroveň 3

3.5.2 Maximální traťová rychlost od 100 km/h (mimo) do 160 km/h včetně

- V úsecích s rychlostí vyšší než 100 km/h je právními předpisy ČR nařízeno budovat traťovou část vlakového zabezpečovacího zařízení
- Stávající úseky jsou v současnosti vybaveny traťovou částí systému třídy B – národního vlakového zabezpečovače LS
- Naprostá většina těchto úseků leží na síti TEN-T, tedy s povinnou a právními předpisy termínovanou povinností instalace traťové části ETCS
- Naprostá většina těchto tratí je již vybavena systémem GSM-R a úseky TEN-T jsou určeny k řízení z CDP – vybavovány DOZ

3.5.3 Maximální traťová rychlost od 160 km/h (mimo) do 200 km/h včetně

- Vybavení traťovou částí systému ETCS je povinné bez výjimky

4 Vybraná železniční síť TEN-T a rozsah výstavby systému ETCS v ČR

Transevropská dopravní síť je síť silničních a železničních koridorů, mezinárodních letišť a vodních cest. Základním důvodem pro její zřízení bylo zlepšení infrastruktury v mezinárodních vazbách. Byla schválena Evropským parlamentem v roce 1993. Výčet tratí TEN-T je určen Nařízením Evropského parlamentu a Rady č. 1315/2013 ze dne 11. prosince 2013 o hlavních směrech Unie pro rozvoj transevropské dopravní sítě. Účelem tohoto rozhodnutí je vytvoření hlavních směrů, které budou zahrnovat cíle, priority a hlavní rysy navrhovaných opatření v oblasti transevropské dopravní sítě. Tyto hlavní směry stanoví projekty společného zájmu, jejichž provádění by mělo přispět k rozvoji sítě ve Společenství.

Číslo tratě dle KJŘ	Vedení tratě
090, 091, 083	Děčín státní hranice – Děčín hl. n. – Ústí nad Labem hlen. – Kralupy nad Vltavou – uzel Praha
072, 073, 231	Děčín Prostřední Žleb – Děčín východ/ Děčín hl. n. – Ústí nad Labem Střekov/Ústí nad Labem západ – Mělník – Nymburk hl.n. – Kolín
130, 140	Ústí nad Labem hl. n. / Ústí nad Labem jih – Chomutov – Karlovy Vary – Cheb
131	Bílina – Ústí nad Labem západ
024	Ústí nad Orlicí – Letohrad – Lichkov státní hranice
010, 011	Uzel Praha – Kolín – Pardubice hl. n. – Česká Třebová
011, 091, 171, 221	Tratě uzlu Praha, obsahující úseky: Praha Běchovice – Praha Libeň – Praha Holešovice – Praha Bubeneč, Praha Libeň – Praha Masarykovo n., St. 4 – Praha Bubny – Praha Bubeneč, Praha Běchovice – Praha Malešice – Praha Vršovice serin. – Praha Krč – Praha Radotín, Praha Hostivař – Praha Malešice – Praha Libeň, Praha Malešice – Praha Žižkov, Praha Smíchov – Praha Vršovice osin. – Praha Hostivař
170, 171	Uzel Praha – Beroun – Plzeň hl. n. – Mariánské Lázně – Cheb státní hranice
180	Plzeň hl. n. – Domažlice – Česká Kubice státní hranice
190, 199	Plzeň hl. n. – Strakonice – České Budějovice – České Velenice státní hranice
196	České Budějovice – Horní Dvořiště státní hranice
220, 221	Uzel Praha – Tábor – Veselí nad Lužnicí – České Budějovice
226	Veselí nad Lužnicí – České Velenice státní hranice
230, 250	Kolín – Havlíčkův Brod – uzel Brno – Břeclav – Lanžhot státní hranice
260	Česká Třebová – uzel Brno
270	Česká Třebová – Přerov – Bohumín včetně spojky Dluhonice – Prosenice
280	Hranice na Moravě – Vsetín – Horní Lideč státní hranice
300	Brno hlavní nádraží – Chrlice – Holubice – Nezamyslice – Přerov
320	Bohumín – Petrovice u Karviné státní hranice /Karviná hl. n.– Mosty u Jablunkova státní hranice včetně spojky Koukolná – Závada
	Bohumín / Bohumín Vrbice – Bohumín státní hranice
321	Polanka nad Odrou / Ostrava Svinov – Havířov – Český Těšín
330	Přerov – Břeclav státní hranice
340	Holubice – uzel Brno
250, 260, 340	Tratě uzlu Brno obsahující úseky: Brno Maloměřice – Brno Židenice – Brno dolní nádraží – Brno Horní Heršpice, Brno Slatina – Brno Židenice

Seznam tratí zařazených do vybrané železniční sítě

4.1 Tranzitní železniční koridory v ČR

Tranzitní železniční koridory (TŽK) neboli koridorové tratě jsou tratě, které jsou určeny především k dálkové a tranzitní osobní i nákladní dopravě. V České republice jsou definovány celkem čtyři železniční koridory:

- I. tranzitní koridor: Děčín st. hr. – nádraží Praha-Holešovice – Pardubice – Brno hlavní nádraží – Břeclav st. hr., celková délka 458 km,
- II. tranzitní koridor: Petrovice u Karviné st. hr. – Ostrava hlavní nádraží – Přerov – Břeclav st. hr., celková délka je 213 km,
- III. tranzitní koridor: Mosty u Jablunkova st. hr. – Ostrava hlavní nádraží – Přerov – Praha – Plzeň – Cheb st. hr., celková délka je 665 km,
- IV. Tranzitní koridor: Děčín st. hr. – Praha – České Budějovice – Horní Dvořiště st. hr., celková délka je 365 km.

Parametry, které musí být splněny při výstavbě železničních koridorů, jsou definovány směrnicí SŽDC č. 16/2005 o zásadách modernizace a optimalizace vybrané železniční sítě České republiky. Mezi hlavní parametry patří:

- elektrifikovaná dvoukolejná trať,
- moderní elektronické staniční a traťové zabezpečovací zařízení, umožňující použití dálkového řízení dopravy,
- maximální traťová rychlost do 160 km/h,
- peronizované stanice s mimoúrovňovými přístupy,
- minimální počet úrovněvých křížení se silnicemi (přejezdů).

4.1.1 Aktuální stav výstavby železničních koridorů v ČR

Investice do modernizace železničních koridorů jsou v uplynulých letech prioritními. První modernizační stavby koridorů byly zahájeny v roce 1993 a probíhají do současnosti. Do staveb koridorů však nejsou zahrnuty velké železniční uzly. Jejich modernizace byla oddálena s ohledem na finanční náročnost. Mezi velké železniční uzly, které prošly modernizací, patří např. Děčín, Choceň, Bohumín, Ústí nad Labem, Kolín, Olomouc a Přerov. V současné době probíhá rekonstrukce železničních uzlů Praha, Plzeň, Pardubice atd. V následujících tabulkách je seznam staveb pro jednotlivé koridory. Barevně jsou odlišeny předpokládané termíny zahájení či ukončení staveb.

Stavby I. železničního koridoru			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
St. hr. SRN – Děčín (mimo)	9,8 km	1996	1998
uzel Děčín	3,8 km	2001	2004
Děčín (mimo) – Ústí nad Labem sever (mimo)	17,0 km	2001	2002
uzel Ústí nad Labem	6,0 km	2005	2008
Ústí nad Labem jih (mimo) – Lovosice (mimo)	18,9 km	1998	2001
Lovosice (včetně) – Hrobce (včetně)	15,5 km	2000	2002
Hrobce (mimo) – Hněvice (mimo)	12,2 km	1996	1997
Hněvice (včetně) – Vraňany (mimo)	17,2 km	1999	2001
Vraňany (včetně) – Nelahozeves zámek	10,3 km	2000	2002
nelahozeveské tunely	2,5 km	2022	2025
uzel Kralupy nad Vltavou	1,5 km	2023	2024
Kralupy nad Vltavou (mimo) – Praha-Bubeneč (mimo)	19,6 km	2001	2003
Praha-Bubeneč (včetně) – Praha-Holešovice (včetně)	4,6 km	2013	2015
Praha-Holešovice (mimo) – Praha hl. n. (včetně)	3,0 km	-	-
Praha hl. n. (mimo) – Praha-Libeň (mimo)	5,0 km	2004	2008
Praha-Libeň (částečně) – Praha-Běchovice (včetně)	9,7 km	2006	2011
Praha-Běchovice (mimo) – Úvaly (včetně)	9,0 km	2013	2016
Úvaly (mimo) – Poříčany (mimo)	15,1 km	1993	1996
žst. Poříčany	2,5 km	1994	1997
Poříčany (mimo) – Kolín zastávka	19,7 km	1997	1999
Kolín zastávka – Kolín dílny (uzel Kolín)	5,5 km	2006	2010
Kolín dílny – Záboří nad Labem (mimo)	5,7 km	2000	2002
Záboří nad Labem (včetně) – Přelouč (mimo)	18,6 km	2002	2004
žst. Přelouč	2,6 km	1997	1998
Přelouč (mimo) – Pardubice (mimo)	10,3 km	1999	2000
uzel Pardubice	2,4 km	-	-
Pardubice (mimo) – Uhersko (mimo)	16,9 km	1999	2001
Uhersko (včetně) – Choceň (mimo)	15,7 km	1993	1996
uzel Choceň	2,5 km	2003	2005
Choceň (mimo) – Brandýs nad Orlicí (mimo)	2,6 km	2002	2002
Brandýs nad Orlicí (včetně) – Ústí nad Orlicí (mimo)	9,7 km	-	-
uzel Ústí nad Orlicí	1,5 km	2012	2016
Ústí nad Orlicí (mimo) – Česká Třebová (mimo)	6,3 km	2002	2004
uzel Česká Třebová	5,4 km	-	-

Česká Třebová (mimo) – Skalice nad Svitavou (mimo)	47,5 km	1996	1998
Skalice nad Svitavou (včetně) – Brno Maloměřice (mimo)	33,4 km	1996	1998
uzel Brno	15,8 km	-	-
Modřice (včetně) – Vranovice (mimo)	18,9 km	1998	2000
žst. Vranovice	1,9 km	2000	2001
Vranovice (mimo) – Břeclav (mimo)	32,6 km	1997	1999
uzel Břeclav	4,0 km	2007	2015
Břeclav (mimo) – Břeclav st. hr.	3,0 km	1997	1998

Tabulka 1: Seznam staveb na I. železničním koridoru

Z tabulky je patrné, že stavby na I. železničním koridoru byly dokončeny v říjnu 2004. V současnosti již dochází k dílčím úpravám zařízení zejména s ohledem na zajištění elektromagnetické kompatibility zabezpečovacího zařízení a výstavbou ERTMS/ETCS L2 v úseku Břeclav – Kolín.

Stavby II. železničního koridoru			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Břeclav st. hr. – Břeclav (mimo)	18,5 km	1997	1998
uzel Břeclav	4,0 km	2007	2015
Břeclav (mimo) – Hodonín (včetně)	18,5 km	1999	2000
Hodonín (mimo) – Moravský Písek (včetně)	20,4 km	1997	1999
Moravský Písek (mimo) – Huštěnovice (včetně)	18,5 km	1999	2001
Huštěnovice (mimo) – Otrokovice (včetně)	11,9 km	1999	2001
Otrokovice (mimo) – Přerov (mimo)	24,1 km	2000	2002
uzel Přerov	4,5 km	2009	2013
Přerov (mimo) – Hranice na Moravě (včetně)	28,4 km	1999	2002
Hranice na Moravě (mimo) – Studénka (včetně)	33,5 km	2001	2004
Studénka (mimo) – Ostrava hl. n. (mimo)	17,1 km	2001	2003
Ostrava hl. n. (část)	4,5 km	-	-
Ostrava hl. n. (část) – Ostrava-Hrušov	1,5 km	2001	2003
Ostrava-Hrušov – Bohumín-Vrbice (mimo)	2,6 km	2008	2009
Bohumín-Vrbice (včetně) – Bohumín (mimo)	2,6 km	2001	2002
uzel Bohumín	2,9 km	2003	2005
Bohumín (mimo) – Petrovice u Karviné st. hr.	15,5 km	2001	2002

Seznam staveb na II. železničním koridoru

Z tabulky je patrné, že stavby na II. železničním byly zahájeny v září 1997 a vyjma železničního uzlu Ostrava byla modernizace úseku dokončena v červnu 2004.

Stavby III. železničního koridoru			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Cheb st. hr. – Cheb (mimo)	9,6 km	2014	2015
uzel Cheb	3,0 km	1994	1996
Cheb (mimo) – Planá u Mariánských Lázní (mimo)	39,8 km	2007	2010
Planá u Mariánských Lázní (včetně) – Stříbro (včetně)	38,8 km	2008	2011
Stříbro (mimo) – Plzeň (mimo)	30,1 km	2006	2008
uzel Plzeň	3,7 km	2011	2019
Plzeň (mimo) – Rokycany (mimo)	20,2 km	2013	2016
Rokycany (včetně) – Zbiroh (včetně)	21,2 km	2009	2013
Zbiroh (mimo) – Beroun (mimo)	24,1 km	2008	2012
Králov Dvůr – Beroun (včetně)	4,9 km	2016	2019
Beroun (mimo) – Černošice (včetně)	24,9 km	2021	2027
Černošice (mimo) – Praha-Smíchov (mimo)	10,9 km	2019	2021
Praha-Smíchov (včetně) – Praha hl. n. (mimo)	5,0 km	2022	2025
Praha hl. n. (mimo) – Česká Třebová (mimo)	součástí I. železničního koridoru		
Česká Třebová (mimo) – Krasíkov (včetně)	22,6 km	2002	2005
Krasíkov (mimo) – Zábřeh na Moravě (včetně)	13,2 km	2004	2006
Zábřeh na Moravě (mimo) – Červenka (včetně)	24,2 km	2005	2008
Červenka (mimo) – Olomouc (mimo)	16,3 km	2002	2005
uzel Olomouc	4,0 km	2013	2016
Olomouc (mimo) – Grygov (mimo)	5,0 km	2004	2005
Grygov (včetně) – Přerov (mimo)	2,6 km	2005	2007
Přerov – Dětmárovice	součástí II. železničního koridoru		
Dětmárovice (včetně) – Český Těšín (mimo)	23,0 km	2017	2019
Český Těšín (včetně) – Bystřice nad Olší (mimo)	14,0 km	2009	2016
Bystřice nad Olší (včetně) – Mosty u Jablunkova st. hr. SR	17,0 km	2007	2013

Seznam staveb na III. železničním koridoru

Na III. železničním koridoru v současnosti probíhá výstavba. Dokončeny byly zejména úseky, které jsou v souběhu s dalšími koridory.

Stavby IV. železničního koridoru			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
st. hr. SRN – Praha hl. n. (včetně)	součástí I. železničního koridoru		
Praha-hl. n. (mimo) – Praha-Hostivař (včetně)	10,0 km	2014	2021
Praha-Hostivař (mimo) – Strančice (včetně)	18,2 km	2005	2008
Strančice (mimo) – Benešov u Prahy (včetně)	24,0 km	2007	2010
Benešov u Prahy (mimo) – Votice (včetně)	18,5 km	2009	2013
Votice (mimo) – Sudoměřice u Tábora (mimo)	17,0 km	2018	2021
Sudoměřice u Tábora (včetně) – Tábor (mimo)	11,4 km	2013	2015
Tábor (včetně) – Doubí u Tábora (mimo)	11,8 km	2006	2009
Doubí u Tábora (včetně) – Veselí nad Lužnicí (mimo)	14,9 km	2014	2022
Veselí nad Lužnicí (včetně) – Horusice (mimo)	5,0 km	2011	2015
Horusice (včetně) – Ševětín (včetně)	4,4 km	2014	2015
Ševětín (mimo) – Nemanice (včetně)	21,5 km	2018	2028

Nemanice (mimo) – České Budějovice (včetně)	3,0 km	2011	2014
České Budějovice (mimo) – st. hr. Rakouska	38,0 km	2007	2009

Seznam staveb na IV. Železničním koridoru

Na posledním z železničních koridorů začaly práce na jeho modernizaci v září 2005 modernizací úseku Stránčice Praha-Hostivař. Práce na dalších úsecích probíhají. Vzhledem ke skutečnosti, že k modernizaci úseku tohoto úseku bylo přistoupeno v závěru modernizace železničních koridorů, jsou zde nasazována nejmodernější zařízení umožňující aplikaci systémů DOZ a ERTMS/ETCS bez zásadních úprav.

4.2 Další vybraná železniční síť

Kromě tranzitních koridorových tratí a tratí TEN-T jsou zařazeny i další významné tratě. Zejména se jedná o objízdny tratě pro tratě koridorové. Na těchto tratích proběhla modernizace pouze ojediněle. I pro tyto tratě platí shodná směrnice jako pro tratě koridorové tedy Směrnice č. 16/2005. V následující tabulce je přehledně zobrazena další vybraná železniční síť a uvedena případná modernizace.

Stavby na trati č. 301D (Český Těšín – vých. Polanka nad Odrou)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Český Těšín (mimo) – Albrechtice u Českého Těšína (včetně)		2022	2023
Albrechtice u Českého Těšína (mimo) - Havířov (mimo)		-	-
Havířov		2021	2022
Havířov (mimo) – Ostrava-Kunčice		2015	2016
Ostrava-Kunčice – Polanka nad Odrou		-	-

Stavby na trati č. 301E (odb. Odra – Ostrava-Svinov)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Odra – Ostrava-Svinov		-	-

Stavby na trati č. 305G (Přerov – Nezamyslice)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
uzel Přerov	4,5 km	2009	2013
Přerov (mimo) – Kojetín (včetně)		-	-
Kojetín (mimo) – Nezamyslice (včetně)		-	-

Stavby na trati č. 308 (státní hranice SR – Hranice na Moravě)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Horní Lideč – Vsetín (mimo)		2015	2016
Vsetín		2020	2022
Vsetín (mimo) – Jablůnka (včetně)		2015	2016
Jablůnka (mimo) – Valašské Meziříčí (mimo)		-	-
Valašské Meziříčí		-	-
Valašské Meziříčí (mimo) – Hustopeče nad Bečvou (včetně)		-	-
Hustopeče nad Bečvou (mimo) – Hranice na Moravě (mimo)	6,8 km	2015	2016
GSM-R Hranice na Moravě - Horní Lideč - Střelná		-	-

Stavby na trati č. 311A (Bludov – Olomouc hl. n.)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Bludov (včetně) – Šumperk (mimo)		2008	2010
Šumperk (včetně) – Libina (mimo)		2020	2022
Libina (včetně) – Uničov (mimo)		2020	2022
Uničov (včetně) – Olomouc hl. n. (mimo)		2019	2021
GSM-R Uničov - Šumperk		2020	2022

Stavby na trati č. 311B (Zábřeh na Moravě – Bludov)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Zábřeh na Moravě (mimo) – Bludov (včetně)		2008	2010

Stavby na trati č. 315A (Nezamyslice – Brno hl. n.)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Nezamyslice – Brno hl. n.		-	-

Stavby na trati č. 315D (Holubice – Blažovice)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Holubice – Blažovice		-	-

Stavby na trati č. 318A (Blažovice – Brno hl. n.)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Blažovice (včetně) – Šlapanice (mimo)		2015	2016
Šlapanice (včetně) – Brno hl. n. (mimo)		-	-

Stavby na trati č. 324 (Brno hl. n. – Kutná Hora hl. n.)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Brno hl.n.		2018	2020
Brno-Královo Pole		2020	2022
Brno-Královo Pole (včetně) – Kuřim (včetně)		2015	2016
Kuřim (mimo) – Tišnov (mimo)		2018	2019
Tišnov		2021	2022
Tišnov (mimo) – Říkonín (včetně)		-	-
Říkonín (mimo) – Vlkov u Tišnova (mimo)	8,9 km	2017	2019
Vlkov u Tišnova	2,0 km	2021	2023
Vlkov u Tišnova (mimo) - Křižanov (mimo)	10,6 km	2021	2023
Křižanov – Sklené nad Oslavou (mimo)	7,1 km	2019	2021
Sklené nad Oslavou	1,2 km	2019	2021
Sklené nad Oslavou (mimo) – Ostrov nad Oslavou (mimo)		2014	2015
Ostrov nad Oslavou (včetně) – Žďár nad Sázavou (mimo)		-	-
Žďár nad Sázavou		2019	2020
Žďár nad Sázavou (mimo) – Sázava u Žďáru (mimo)		-	-
Sázava u Žďáru (včetně) – Přibyslav (včetně)		-	-

Přibyslav - Pohled		2020	2022
Pohled (včetně) – Havlíčkův Brod (mimo)		-	-
uzel Havlíčkův Brod		2021	2023
Havlíčkův Brod (mimo) – Okrouhlice (mimo)	8,2 km	2017	2018
Okrouhlice (včetně) – Světlá nad Sázavou (mimo)		-	-
Světlá nad Sázavou		-	-
Světlá nad Sázavou (mimo) - Leština u Světlé (mimo)		-	-
Leština u Světlé (včetně) – Vlkaneč (mimo)		-	-
Vlkaneč (včetně) – Golčův Jeníkov (včetně)	9,1 km	2015	2016
Golčův Jeníkov (mimo) – Čáslav (mimo)		2017	2018
Čáslav		2023	2025
Čáslav (mimo) – Kutná Hora (mimo)	10,3 km	2023	2025
Kutná Hora		2021	2022
Úpravy rádiových sítí SRV na tratích D3 - SSV		2017	2018
GSM-R Kolín - Havlíčkův Brod - Křižanov - Brno		2016	2019
ETCS+DOZ Brno - Havlíčkův Brod – Kolín		2024	2025

Stavby na trati č. 502 (Kutná Hora hl. n. – Lysá nad Labem)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Kutná Hora		2021	2022
Kutná Hora (mimo) – Kolín (mimo)		2022	2023
Kolín zastávka – Kolín dílny (uzel Kolín)	5,5 km	2006	2010
Kolín (mimo) - odb. Babín (mimo), vč. Libické spojky		-	-
Kolín (mimo) – Nymburk hl. n. (mimo)		-	-
Nymburk hl. n.		-	-
Nymburk (mimo) - Lysá nad Labem (mimo)		-	-
Lysá nad Labem		2022	2023
Úpravy rádiových sítí SRV na tratích D3 - SSV		2017	2018
GSM-R Děčín - Všetaty - Kolín		2011	2013
GSM-R Kolín - Havlíčkův Brod - Křižanov - Brno		2016	2019
ETCS+DOZ Brno - Havlíčkův Brod – Kolín		2024	2025

Stavby na trati č. 503A (Lysá nad Labem – Ústí nad Labem západ)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Lysá nad Labem		2022	2023
Lysá nad Labem (mimo) - Mělník (mimo)		-	-
Mělník (včetně) - Litoměřice dolní nádraží (mimo)		-	-
Litoměřice dolní nádraží (včetně) - Ústí nad Labem Střekov (mimo)		-	-
Ústí nad Labem Střekov (včetně) - Ústí nad Labem západ (mimo)		-	-
GSM-R Děčín - Všetaty – Kolín		2011	2013

Stavby na trati č. 503B (Ústí nad Labem Střekov – Děčín hl. n.)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
úseku Ústí nad Labem-Střekov (včetně) - Děčín východ (mimo)		-	-
úseku Ústí nad Labem-Střekov (včetně) - Děčín východ (mimo)		2015	2016
Děčín východ (včetně) – Děčín hl.n. (mimo)		-	-
GSM-R Děčín - Všetaty - Kolín		2011	2013

Stavby na trati č. 504A (Ústí nad Labem hl. n. – Kadaň-Pruněřov)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Ústí nad Labem západ (mimo) – Chabařovice (včetně)		2021	2023
Chabařovice (mimo) – Bohosudov (mimo)		-	-
Bohosudov		2019	2021
Bohosudov (mimo) – Teplice v Čechách (mimo)	3,6 km	2008	2009
Teplice v Čechách (včetně) – Řetenice (mimo)		-	-
Řetenice		2018	2020
Řetenice (mimo) - Oldřichov u Duchcova (včetně)		-	-
Oldřichov u Duchcova – Bílina		2019	2022
Bílina (včetně) – Most (mimo)		2022	2023
Most		-	-
Most (mimo) – Kyjice (včetně)		2024	2026
Kyjice – Chomutov		2020	2022
Chomutov		2024	2026
Chomutov (mimo) – Kadaň-Pruněřov (včetně)		2022	2024
GSM-R Ústí nad Labem – Chomutov		2020	2021
GSM-R Chomutov – Cheb		2019	2021

Stavby na trati č. 504C (Ústí nad Labem západ – Bílina)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Ústí nad Labem západ (mimo) – Úpořiny (včetně)		-	-
Úpořiny (mimo) – Bílina (mimo)		-	-

Stavby na trati č. 505A (Choceň – Velký Osek)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Choceň – Týniště nad Orlicí (mimo)		2022	2025
Týniště nad Orlicí		2020	2022
Týniště nad Orlicí (mimo) – Hradec Králové (mimo)		2021	2024
Hradec Králové		-	-
Hradec Králové (mimo) – Chlumec nad Cidlinou (mimo)		2025	2028
Chlumec nad Cidlinou (včetně) – Kanín (včetně)		2025	2028
Velký Osek		-	-
ETCS+DOZ+GSM-R Velký Osek - Hradec Králové - Choceň		-	-

Stavby na trati č. 505B (Opatovice nad Labem – Odb. Plačice)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Opatovice nad Labem (mimo) – Odb. Plačice (mimo)		-	-

Stavby na trati č. 505C (Pardubice – Hradec Králové hl. n.)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
uzel Pardubice	2,4 km	-	-
Pardubice-Rosice (včetně) – Stéblová (včetně)		2022	2024
Stéblová (mimo) – Opatovice nad Labem (mimo)		2014	2015
Opatovice nad Labem (včetně) - Hradec Králové (včetně)		2020	2024

Stavby na trati č. 512 (Lichkov – Ústí nad Orlicí)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Lichkov (mimo) – Letohrad (mimo)		2007	2009
Letohrad		2019	2020
Letohrad (mimo) – Ústí nad Orlicí (mimo)		2015	2016
uzel Ústí nad Orlicí	1,5 km	2012	2016

Stavby na trati č. 524 (Lysá n.L. – Praha-Vysočany)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Lysá nad Labem		2022	2023
Lysá nad Labem (mimo) - Čelákovice (mimo)		2019	2021
Čelákovice		2017	2019
Čelákovice (mimo) - Mstětice (včetně)		2021	2023
Mstětice (mimo) - Praha-Vysočany (včetně)		2019	2023

Stavby na trati č. 528B (Praha-Bubny - Kladno)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Praha Masarykovo nádraží		2022	2024
Praha-Bubny (včetně) – Praha-Výstaviště (včetně)	1,3 km	2022	2024
Praha-Výstaviště (mimo) - Praha-Veleslavín (mimo)		2025	2026
Praha-Veleslavín (včetně) - Praha-Letiště Václava Havla (včetně)		2024	2028
Praha-Ruzyně (mimo) - Kladno (mimo)		2021	2024

Stavby na trati č. 533 (Kadaň-Pruněrov – Cheb)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Chomutov (mimo) – Kadaň-Pruněrov (včetně)		2022	2024
Kadaň-Pruněrov (mimo) – Perštejn (mimo)		2024	2026
Perštejn (včetně) – Stráž nad Ohří (včetně)		2023	2025
Stráž nad Ohří (mimo) – Ostrov nad Ohří (mimo)		2023	2025

Ostrov nad Ohří (včetně) – Hájek (včetně)		2023	2025
Hájek (mimo) – Karlovy Vary (mimo)		2023	2025
Karlovy Vary		2017	2018
Karlovy Vary (mimo) – Nové Sedlo u Lokte (včetně)		2022	2024
Nové Sedlo u Lokte (mimo) – Sokolov (mimo)		2022	2024
Sokolov (mimo) – Kynšperk nad Ohří (mimo)		2022	2024
Kynšperk nad Ohří (včetně) – Tršnice (mimo)		2022	2024
Tršnice (včetně) – Cheb (mimo)		2022	2024
Cheb		2017	2019
GSM-R Chomutov - Cheb		2019	2021

Stavby na trati č. 544B (Děčín východ – Děčín Prostřední Žleb)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Děčín východ dolní nádraží		-	-
Děčín východ (mimo) - Děčín-Prostřední Žleb (mimo)		2022	2023

Stavby na trati č. 705A ((Gmünd NÖ) – St. hranice CZ/ ÖBB – České Budějovice)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
České Velenice (mimo) – České Budějovice (mimo)		2006	2010

Stavby na trati č.705C ((Gmünd NÖ) – St. hranice CZ/ ÖBB – Veselí nad Lužnicí)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Česká Velenice (mimo) – Veselí nad Lužnicí (mimo)		Po r.2025	Po r.2025

Stavby na trati č. 709B (České Budějovice – Plzeň hl. n.)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
České Budějovice (včetně) - Nemanice (mimo)	3,0 km	2011	2014
Nemanice – Protivín (včetně) – Písek město (včetně)		2023	2026
Protivín (mimo) – Horažďovice předm. (mimo)		2023	2026
Horažďovice předm. (mimo) – Plzeň Koterov (mimo)		2023	2026
uzel Plzeň	3,7 km	2011	2019

Stavby na trati č. 712A (Plzeň – Furt im Wald DB)			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
uzel Plzeň	3,7 km	2011	2019
Plzeň (mimo) - Stod (včetně)	22,0 km	2022	2026
Plzeň (mimo) - Nýřany - Chotěšov (mimo)	12,6 km	2021	2024
Stod (mimo) - Domažlice (včetně)		-	-
Domažlice (mimo) - státní hranice SRN	9,7 km	2021	2023

5 Výstavba systému ERTMS/ETCS

Česká republika přijala závazek na výstavbu systému ERTMS/ETCS v rozsahu minimálně cca 2 550 km na existujících tratích a téměř 500 km na tratích, které budou ještě vybudovány jako vysokorychlostní systém uvnitř ČR. Tento závazek je v souladu s NIP a požadavky plynoucí z členství v EU.

Systém ERTMS/ETCS je investičně náročný program, který však je nutné realizovat pro zajištění jednotnosti vlakového zabezpečovače. Je však i pravdou, že z pohledu stávajícího vlakového zabezpečovače využívaného v ČR může být systém ERTMS/ETCS chápán jako krok vedoucí ke snížení propustnosti tratí, která je ale nyní využívána na úkor stability a bezpečnosti (vybrané úseky jsou přetíženy a nelze dodržovat provozní intervaly). Vzhledem k tomu je nutné hledat i další souvislosti mezi systémem ERTMS/ETCS a ostatními systémy, které se v ČR používají, respektive které se mohou používat. Na základě tohoto spojení jednotlivých systémů, které budou vhodně uchopeny a zvoleny, může být přínos zavádění systému ERTMS v ČR značný, obdobně jako u jiných železničních správ.

5.1 Význam budování systému ERTMS/ETCS

Vzhledem k uvedenému můžeme jmenovat některé skutečnosti, které výstavbou systému ERTMS/ETCS mohou nabýt značného významu, případně pomohou pro zajištění bezpečnosti, respektive vyšší spolehlivosti železničního systému. Jedná se například o:

1. Zajištění bezpečnosti – při budování systému ETCS se očekává výrazné zvýšení bezpečnosti železničního provozu, které se však plně projeví až v okamžiku zavedení výhradního provozu pod systémem ETCS. Systém ETCS jako takový, výrazně zvyšuje bezpečnost železniční dopravy, ale při jeho zavádění může dojít ke snížení tohoto efektu a to především v období smíšeného provozu, kdy jsou na infrastrukturu provozovány dva a více systémů provozování železniční dopravy. V podmínkách ČR toto můžeme vidět například při řešení obsluhy a jízdy vlaků vybavených systémem ETCS, LVZ, bez vlakového zabezpečovače.
2. Jednotnost zařízení – vzhledem k výstavbě systému ERTMS/ETCS musí dojít k zajištění získávání informací a jejich předávání do RBC. Toto zpracování se děje za podmínky odpovídajícího staničního, traťového a přejezdového zařízení. Tím dochází k jednotnosti zařízení v ucelených úsecích. Nasazením systému ERTMS/ETCS dojde k odstranění starších typů TZZ, které jsou nevhodné pro další úpravy (např. AB3-74) a zařízení, které můžeme v současnosti označit za morálně zastaralé a nevhodné pro další úpravy. Jednotností zařízení lze zredukovat rozmanitost údržby a zároveň i skladové zásoby náhradních dílů. Zároveň dojde k menšímu rozsahu školení a instruktáží pro daná zařízení.

3. Rozšíření dálkového řízení - při obnově zabezpečovacího zařízení a výstavbě ERTMS/ETCS se jeví jako vhodné, spíše nezbytné, výstavba dálkového řízení. Tím může být program dálkového řízení značně urychlen a podporován i na infrastruktuře, kde ještě neproběhla modernizace. Tato skutečnost je v současnosti v řadě případů překážkou pro zavedení dálkového řízení. Na základě zavedení dálkového řízení pak nastává i úspora obsluhujícího a udržujícího personálu, což kromě systému DOZ lze připisovat i nasazení systému ERTMS/ETCS.
4. Jednotnost rádiového systému – při přípravě a realizaci systému ETCS dochází k požadavku na výstavbu systému GSM-R. SŽDC s.o. zvolila tento systém jako základní a po jeho zavedení odbourává stávající systémy, které jsou z velké části na tratích různorodé (případně nejsou tratě vybaveny rádiovým systémem vůbec). Tím dochází ke shodnému efektu jako při výměně zabezpečovacího zařízení.
5. Jednotnost dokumentace – při přípravě systému ERTMS dochází k zaměření a úpravě jednotlivých dokumentací. Při této přípravě může dojít k jejímu ujednacení napříč republikou, a především ke sběru jednotlivých dat, které mohou být využity při přípravě jiných staveb.
6. Zvýšení traťové rychlosti – výstavbou systému ERTMS bude umožněno i zvýšení traťové rychlosti na stávajících tratích nad stávající omezení 160 km/h (u nově navrhovaných staveb bez ETCS pouze 100 km/h). Toto zvýšení rychlosti, pokud bude provedeno ve vhodných úsecích, značně zvýší efektivitu budování systému ERTMS a jeho přínosy.
7. Úprava provozních a technických požadavků – při nasazení nového vlakového zabezpečovače je vhodné uvažovat o rozsáhlých změnách v provozních a technických požadavcích. Jedná se o skutečnost, že tento systém propojuje železniční infrastrukturu s uživateli železniční infrastruktury. Dá se říci, že okamžik nasazení systému ERTMS/ETCS může mít drtivý dopad na stávající provozní a technické požadavky. Proto by mělo dojít v tomto okamžiku k aktualizaci většiny provozních a technických požadavků s výslednou maximální možnou harmonizací s EU, nebo s okolními železničními správami.
8. Změna vnímání kolejových obvodů – nejedná se o jejich použití či nikoliv, ale o skutečnost, že kolejové obvody začaly být vnímány jako prostředky pro kontrolu celistvosti koleje. V současnosti není dostatečně vnímána tato otázka z pohledu rozsahu diagnostiky a zjišťování stavu jednotlivých kolejnicových pásů a stavu železničního svršku.
9. Možnost redukce zařízení – jedná se o skutečnost, že venkovní prvky (především návěstidla) jsou v mnoha zemích vnímány jako nákladná zařízení. Při jejich odstranění pak vznikají značné úspory.

10. Uvědomění si – jedná se o značně široký pojem, který nechceme příliš konkretizovat. Jedná se o skutečnost, že s příchodem nového systému nemusíme hledat pouze jeho omezení, ale i možnosti na zlepšení stavu stávajících systémů. Na tuto skutečnost budeme narážet v dalších kapitolách.

Výše uvedené skutečnosti se v mnoha zemích staly důvodem pro zavedení systému ERTMS/ETCS. V některých zemích byly přínosy systému ERTMS postaveny právě na těchto skutečnostech a povinnost budování systému z důvodu harmonizace s EU byla vnímána jako druhotná. V souvislosti s těmito přínosy je nutné jmenovat alespoň dva správce železniční infrastruktury. Prvním z nich může být definován provozovatel infrastruktury Banedanmark, který spravuje železniční síť v Dánsku. Ten v roce 2011 ohromil svým závazkem, že do roku 2021 zajistí komplexní přechod na systém ETCS na svých tratích. Tento závazek byl založen na výše uvedených skutečnostech, kdy úpravy pro zavedení systému ERTMS/ETCS byly podstatnější než důvod zavedení jednotného vlakového zabezpečovače třídy A. V současnosti však tento správce již v letošním roce oznámil, že komplexní zavedení systému ERTMS/ETCS bude provedeno po roce 2030.

Druhým správcem, kterého je vhodné zmínit v této otázce, je náš soused, Německo a jeho národní správce infrastruktury DB-NETZ. V době, kdy ČR řešila možnost zavedení systému ETCS a první návrhy implementačních plánů, DB-NETZ oznamoval zdokonalení systému LZB na LZB-E a jeho úspěšnost při zavedení v Kolíně nad Rýnem a na dalších tratích. Implementace systému ETCS L2 na trati Berlín – Lipsko/Halle, byla spíše oznamována jako vstřícný krok vůči myšlenkám EU, nikoliv jako vhodnost pro další rozsáhlé sledování.

Teprve na konci roku 2015 dochází ke změnám vnímání systému ERTMS/ETCS, a to i s ohledem na dlouhodobou prognózu, že u DB NETZ do roku 2030 ubude až 40 % kvalifikovaného personálu (rozumí se tím především snížení odbornosti a všestrannosti). Nedostatek obsluhujícího personálu a přetížení významných tratí nutí DB NETZ zajistit kompletní modernizaci infrastruktury, a to i tím, že je snaha urychlit zavádění systému ERTMS/ETCS. Například zřízením výhradního provozu po rekonstrukci a zdvoukolejnění tratě Lipsko/Halle – Hof.

5.2 Vnímání výhod systému ETCS v ČR

Rozsah implementace v ČR je nastaven. Dle národního implementačního plánu se řeší nasazení systému na konkrétních tratích a v daných termínech. Je však nutné se zamyslet nad významem budování systému ERTMS, a to nejen z důvodu, že zřízení systému je povinné.

Při budování systému ERTMS/ETCS chybí dostatečná důslednost jeho instalace, a to především z pohledu výše uvedených bodů, jež můžeme definovat následujícím způsobem:

Při výstavbě a výměně zařízení pro ETCS musí být uvažováno se skutečností, že od rozhodnutí o nasazení systému ETCS po jeho zřízení dojde k časovému posunu v rozsahu cca 4 let. Toto zařízení by nemělo být následně upravováno, či měněno, a to vzhledem k jeho financování ze zdrojů EU po dobu 5 let. To znamená, že zařízení, na kterém bude navrhován v Záměru projektu systém ERTMS/ETCS, by nemělo mít do ukončení životnosti méně jak 9 let. Z pohledu technického zařízení lze tedy říci, že v době Záměru projektu je v půlce své životnosti. S tímto pohledem pak musí být uvažováno i u ostatních staveb, aby bylo zajištěno i to, že pokud například odstraníme systém AB3-74 v hlavních tratích, tak jeho ponechání na přípojných tratích se jeví jako nevhodné. Zároveň je nutné vnímat systém ETCS i vůči vstupům do oblasti systému ETCS a rozsahu úprav na vedlejších tratích.

Obdobně je nutné postupovat i při rozvaze zavedení dálkového řízení, či výměně zařízení. Vhodným příkladem může být úsek trati Praha-Radotín – Beroun, který se stane limitním úsekem při nasazení systému ETCS v úseku Praha – Cheb vzhledem k nedokončeným infrastrukturním stavbám. Takový přístup by měl být aplikován následně i u rádiového provozu.

V současnosti značně chybí požadavek na jednotnost dokumentace, tedy její synchronizování do jednotné podoby v rámci staveb ETCS. Zároveň je zde otevřena otázka její archivace a udržitelnost v aktuální podobě, která se musí změnit. V okamžiku nasazení systému ETCS dostává správce aktuální dokumentaci včetně zaměření. Není zde definováno její uložení, přístup k ní na základě jiných staveb a její kontinuální aktualizace vlivem prováděných staveb a údržby. V případě, že tento přístup nebude změněn a nedefinován postup, bude promarněna příležitost na udržení aktuálních dat, obdobně jako při modernizaci infrastruktury.

Po instalaci systému ERTMS/ETCS může dojít ke zvýšení traťové rychlosti, a to i značně nad rychlost 160 km/h. S tímto zvýšením nebylo u jednotlivých staveb příliš uvažováno a nejsou dořešeny některé požadavky na infrastrukturu, které jsou na ni kladeny při dosahování rychlostního pásma nad 160 km/h. Jedná se zejména o ponechání úrovnových křížení, řešení nástupištních hran a dalších skutečností, které byly definovány ve studiích zabývajících se zvýšením traťové rychlosti. Hlavním nedostatkem v této oblasti je absence definování úseků umožňujících využití rychlostí nad 160 km/h a technologické zdůvodnění a zhodnocení zavedení této rychlosti v kontextu s propustností trati. Nelze opomenout, že při jízdě vlaků se shodnou traťovou rychlostí je dosaženo největší kapacity trati. Při zvyšování rychlosti u určitého segmentu dopravy nebo přidávání zastávek

u osobních vlaků pak dochází ke značnému snížení propustnosti jako celku (například pokud vlak osobní dopravy pojede v úseku bez zastavení 200 km/h a nákladní udrží 100 km/h, bude již při půlhodinovém intervalu vlaků osobní dopravy nutné nákladní vlak předjíždět nejpozději po přibližně 85 km, v případě hustšího intervalu nebo většího rozdílu rychlostí pak častěji).

V současnosti jsou v ČR ponechány téměř shodné právní a technické předpisy jako byly před návrhem zavedení ERTMS/ETCS. K úpravám dochází pouze namátkově, a to pouze v případě, když problém už je značně palčivý. Právní a technické předpisy v současnosti dostatečně neřeší zavedení ERTMS/ETCS na železničních tratích v ČR. Nejsou provedeny žádné úpravy z pohledu vnímání nového systému, a to například základní náležitosti, zda na hlavním návěstidle musí být návěstěna návěst „Stůj“, zda při jízdě pod ETCS jsou návěstidla platná, či neplatná a další mnohé otázky. Zároveň nejsou jednoznačně definovány tratě, kde bude zaveden pouze výhradní provoz systému ETCS, respektive ani podmínky při jízdách ve smíšeném provozu.

Obdobné je to i u vnímání systému ERTMS/ETCS jako celku, kdy se bere spíše jako nadstavbový systém (kterým ve skutečnosti i je). Vlivem výstavby ERTMS/ETCS nedochází k rozhodnutím o změně přístupu k jednotlivým systémům pro zajištění jejich optimalizace a dalších skutečností. Zde právě můžeme jmenovat přístup k systémům defektoskopie, zpracování a využití dat a jejich revize, změna ve způsobu řízení, atd..

5.3 Možné nevýhody systému ERTMS/ETCS

Shodně jako ostatní země i ČR naráží na nevýhody systému ERTMS/ETCS, které jsou vždy v rozsahu vůči původnímu systému, který v dané zemi je provozován. Vnímání systému ERTMS/ETCS je tedy značně ovlivněno existencí vlakového zabezpečovače v dané zemi a způsobu přístupu k zabezpečovacímu zařízení jako celku. Vzhledem k tomu můžeme definovat v ČR několik nevýhod systému ERTMS/ETCS, které v současnosti pociťujeme. Jedná se například o:

1. Investiční náročnost systému – jedná se o poměrně palčivý problém. Náklady na systém ERTMS/ETCS v ČR neustále vzrůstají a mění se. Náklady na základní prvky systému ERTMS/ETCS neustále rostou, ale v budoucnu se budou měnit v čase dle rozsahu konkurenčního prostředí a vnímání nového zařízení jako celku. Příkladem může být například naceňování komponentu RBC, který je jádrem zařízení ERTMS/ETCS. Investiční náklady RBC dosahují v jednotlivých soutěžích cen od 20 mil. Kč až po 120 mil. Kč. Zároveň se mění i v opakovaných veřejných soutěžích na zhotovitele o desítky až stovky procent při změně zvláštních technických podmínek.
2. Nepřesnost místa zastavení – po několika zkušebních jízdách dochází k řešení problematiky definice místa zastavení. Tím systém naráží na své možnosti a způsoby využití v podmínkách ČR. Jedná se o značný nedostatek, který bude probírán v dalších kapitolách.
3. Pomalá instalace mobilní části systému ERTMS/ETCS na hnacích vozidlech – mnohé plány na rozsáhlou instalaci mobilních částí na hnací vozidla, která byly v minulých letech, ale i měsících vyřčeny, nejsou naplňovány. Tato rozhodnutí naráží především na technickou problematiku instalace a skutečnost, že instalace na hnací vozidlo existující v jednotkách či desítkách kusů je zcela odlišná než instalace na hnací vozidla ve velkých sériích (čítající i stovky vozidel), u nichž se s instalací vlakového zabezpečovače uvažovalo od počátku bez ohledu na jeho typ.
4. Roztříštěnost instalace systému – instalace systému v ostrovních částech není optimální a přináší velké investiční náklady, zároveň i změna infrastruktury a její úpravy v průběhu času, nebo v následném období výrazně znevýhodňuje systém ERTMS/ETCS dle výše uvedených skutečností.
5. Snížení kapacity – při zjednodušené implementaci brzdných křivek může dojít ke snížení kapacity dráhy vůči stávajícímu stavu. Zároveň však dochází ke snížení kapacity dráhy vlivem stávajícího rozložení prostorových oddílů s ohledem na implementaci systému ETCS na infrastrukturu.

5.4 Realizace systému ETCS v ČR

Pro implementaci ERTMS/ETCS L2 do podmínek železnice v České republice byl realizován „Pilotní projekt ERTMS/ETCS L2 v úseku Poříčany – Kolín“. Pilotní projekt ERTMS/ETCS byl zaměřen především na řešení otázek technické implementace systému ETCS tzn. především vývoj interface k národním systémům zabezpečovacích zařízení včetně národního STM modulu pro systém LS, ale současně také implementace do národních podmínek provozu železnice v České republice. V neposlední řadě bylo úkolem pilotního projektu ETCS také identifikovat rizika spojená s rozvojem systému ETCS v České republice.

Zkušenosti získané realizací pilotního projektu byly poté uplatněny při vypsaní veřejné obchodní soutěže na realizaci systému ERTMS/ETCS L2 na části evropského koridoru E v úseku Břeclav – Kolín v délce necelých 260 km. V současnosti probíhá realizace stavby, která bude dokončena včetně uvedení do komerčního provozu 8. prosince 2018.

Celkový přehled jednotlivých staveb, které jsou v realizaci, případně dokončeny lze shrnout do následující tabulky:

Implementace systému ETCS v ČR			
Úsek	Délka	Zahájení stavby	Uvedení do provozu
Pilotní projekt ERTMS/ETCS L2 v úseku Poříčany – Kolín	22 km	2005	2011*
ŽZO Velim	13 km	2005	2011*
ETCS – I. koridor úsek Kolín – Břeclav státní hranice Rakousko/Slovensko	277 km	2012	2018
ETCS Kralupy n.Vlt. - Praha – Kolín	110 km	08/2018	10/2020
ETCS Uhřetěves - Votice	54 km	08/2018	08/2020
ETCS Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov – Břeclav	206 km	09/2016	05/2019
ETCS Česká Třebová – Přerov	110 km	03/2018	06/2020

* - pouze ověřovací provoz

5.5 Vnímání systému ETCS mimo ČR

Problematika systému ETCS v současnosti, a tím je myšlen rok 2018, rezonuje celou Evropou. Ve zkratce lze uvést jisté shrnutí u jednotlivých železničních správ, o nichž bylo pojednáváno v minulých studiích, a vývoj u nich, ze kterého se případně můžeme poučit:

Dánsko (cca 3 002 km) - provozovatel infrastruktury Banedanmark v roce 2011 předpokládal, že do roku 2021 zavede v celé síti systém ETCS, a to s ohledem na skutečnost dokončení novostavby trati Kodaň – Ringsted. V roce 2016 byl tento rok upraven na rok 2023. V současnosti je však již správcem Banedanmark avizováno zpoždění programu až do roku 2030 s navýšením investičních nákladů o 200 %. Na trati Kodaň – Ringsted se vzhledem k tomuto zpoždění snížila traťová rychlost

na 180 km/h (umožněna národním vlakovým zabezpečovačem) namísto 250 km/h. Důvodem zpoždění je nevybavenost hnacích vozidel a nutnost rekonstrukce infrastruktury, především technologického zařízení. Zde je vhodné například zmínit, že došlo k rozhodnutí nezřizovat mobilní část ETCS do 44 čtyřdílných elektrických jednotek typu IR4 z roku 1990.

Švýcarsko (cca 4 533/3 850 km) – v roce 2018, tedy po šesti letech od zahájení, bylo ukončeno přestrojení švýcarské normálně rozchodné železniční sítě na standard vlakového zabezpečovače ETCS Level 1 Limited Supervision (L1 LS). Je však zachována traťová i lokomotivní část Integra Signum a ZUB, pouze přenos z tratě na hnací vozidlo je uskutečněn místo kolejovými magnety přes balízy. Systém ETCS Level 2 je nasazen na tratích Mattstetten – Rothrist, Solothurn – Wanzwil, Lötschberg – Basistunnel, Gotthard – Basistunnel, Brunnen (exkl.) – Altdorf – Rynächt, Pollegio Nord – Castione Nord, Pully – Villeneuve, Sion – Sierre, Giubiasco – S. Antonino, celkem 237 km. Připravuje se (případně realizuje) Ceneri – Basistunnel, Roche VD – Vernayaz, Visp – Simplon s dokončením do roku 2020 a projektuje se úsek Vezia – Lugano – Capolago do roku 2023.

Jako zajímavé údaje/skutečnosti lze uvést následující postřehy:

- Poruchovost systému ETCS L2 a tím způsobené zpoždění je v rozsahu 0,17 - 0,67 % (u nových tratí) všech jízd vlaků.
- Při spouštění Lötschberského úpatního tunelu bylo vykonáno pod ETCS přes 10 000 zkušebních jízd za 11 měsíců a i při přihlášení 30 mobilních částí systému ETCS.
- Dle zprávy BAV dochází při migraci na ETCS L2 k vysokým vícenákladům. Proto je připravován od 1.1.2017 program "SmartRail 4.0", pro nějž se v současnosti připravuje metodický pokyn/pokyn pro projektování pro zavádění systému ETCS L2 na síti SBB, který bude dokončen do konce roku 2019!
- Pro zamezení odjezdů proti návěsti „Stůj“ nasazují SBB v současnosti 1250 Euroloops, BLS 247 a SOB 34. Týká se ETCS L1.
- „Průmyslový a rychlý Rollout“ ETCS L2 na dalších stávajících tratích je z dnešního hlediska možné očekávat teprve od roku 2025
- Infrastruktura s rozchodem 1435 mm je k tomuto roku je téměř kompletně pokryta systémem ETCS (3800 km) a mobilní částí je vybaveno přes 1100 vozidel.

Německo (cca 46 039 km) – na DB NETZ jsou v současnosti provozovány tratě pod ETCS L2 Ebensfeld – Erfurt z roku 2015 a Erfurt – Halle/Leipzig z roku 2017 a připravuje se Berlin-Rostock. Trať Jüterbog – Halle/Lipsko, která byla vybavená ETCS L2 v roce 2002/2003, je stále uvažována jako pilotní projekt. Do roku 2023 chce následně DB NETZ pokrýt systémem ETCS dalších 2 070,2 km tratí, přičemž jen

na koridoru A se bude jednat o 624,8 km (z toho 307,8 km ETCS LS1 a 317 km s ETCS L2). Navíc do roku 2023 bude na dalších 202,2 km připraven projekt.

Jako zajímavé údaje/skutečnosti lze uvést následující postřehy:

- V tomto roce 2018 došlo k určitému rozporu vůči národnímu NIP, kdy je prověřován a rozporován jak z důvodu šibeničních lhůt na výstavbu ETCS, tak například ponecháváním zdvojené výstroje, kdy NIP definuje dlouhá období pro ponechání systému PZB (například v roce 2033 má být 66 % tratí stále pokryto systémem PZB) – (*čerpáno -Schweizer Eisenbahn-Revue 7/2018*).
- V NIP je definováno i změna programu „ETCS/NeuPro“, ten od roku 2018 nese nový název "Digitale Schiene". V rámci tohoto programu chce při investičním objemu 1 až 1,5 miliard € ročně nahradit jednotlivá stavědla v celé síti za zcela nová elektronická. Podpora tohoto programu je dána nejen mimořádnými událostmi (nehoda v Aichachu), ale zpracovaný výhled personálního nedostatku výpravčích a obsluhujícího personálu, který do roku 2040 se předpokládá v desítkách procent.
- DB NETZ chce zajistit výstavbu systému ETCS s minimální vnější výstrojí při plošné výměně elektronických stavědel čímž se předpokládá snížení provozních nákladů.
- NIP končí rokem 2023 a dále bude navazovat dle závěru programu "Digitale Schiene".
- Na DB Symposiu v 01/2018 bylo například uvedeno, že síť DB NETZ je na hranici své výkonnosti a od programu "Digitale Schiene" předpokládá navýšení kapacity o 20% na stávající infrastrukturu.

Rakousko (cca 5 639 km) – u našich jižních sousedů je systém ETCS L2 zřízen na tratích Brennero – Innsbruck – Kufstein (včetně části VRT), Vídeň – Břeclav, Vídeň – St. Polten (VRT). Systém ETCS L1 pak na tratích Wels – Passau a Vöcklabruck – Salzburg

Jako zajímavé údaje/skutečnosti lze uvést následující postřehy:

- NIP definuje stávající systém LZB jako systém nákladný a s nutností jeho odstranění ve dvou zlomových datech, a to 2022 a 2030
- Systém PZB je definován jako souběžný systém a v NIP není žádné datum pro jeho odstranění. Je jediná definice, že bude v provozu v souběžném provozu po dobu minimálně 3 roky a na základě dalších konzultací a souhlasů uživatelů může být odstraněn.
- Do roku 2022 chtějí rakouské dráhy po dokončení optimalizace infrastruktury systém ETCS L1 v úseku Wels – Passau nahradit systémem ETCS L2. Obdobně by tato změna měla

proběhnout i na trati Vöcklabruck – Salzburg, kde však vzhledem k neexistenci programu rekonstrukce (trať je již stavebně dokončena a modernizace se uvažuje v jiné stopě, která bude vybavena L2) se změna úrovně na L2 dá očekávat až po roce 2023.

Norsko (cca 4 077 km) – správce norských železnic (Jernbaneverket) přistoupil ke komplexnímu zavedení systému ERTMS z důvodu nutnosti náhrady morálně zastaralého zařízení, primárně ne z důvodu zajištění TSI. V roce 2007 zavedl na celé infrastrukturu systém GSM-R, takže volba pro systém ETCS L2 se stala logickou volbou. V roce 2008 byl tento implementační plán zavedení systému ETCS koordinován se Švédským NIP pro usnadnění interoperability.

Jako zajímavé údaje/skutečnosti lze uvést následující postřehy:

- V roce 2018 zahájena realizace v tratích Narvik – Bjørnfjell, Mosjøen – Bodø, Myrdal – Bergen.
- Celkově bude třeba vybavit přibližně 600 vozidel 83 různých řad.
- Celkové náklady na implementaci norského ERTMS se odhadují na 1,7-2,2 miliardy €.
- Národní systém Ebicab 700 bude ponechán a na hnací vozidla doplněn STM modul.
- Plná migrace bude provedena do roku 2030 a je definována v letech dle HMG
- Celý veřejný NIP má dvě stránky textu!

6 Problematika zastavení a současné pokyny k zavedení systému ERTMS/ETCS

6.1 Docílení místa zastavení a dosáhnutí nulové rychlosti v tomto místě

V současném stavu je v rámci národního vlakového zabezpečovače umožněno zastavení vlaku téměř v kterékoliv poloze v dané koleji vzhledem k tomu, že toto místo definuje strojvedoucí svou činností. Při zkušebních jízdách pod dohledem ETCS byla zjištěna nemožnost zastavení vlaku v optimální poloze před návěstidlem, a tedy v místě, kde končí povolení k jízdě. Tato skutečnost se projevila zejména tím, že dochází k zastavení vlaku před místem s ukončením oprávnění v řádech desítek až stovek metrů. Zároveň bylo zjištěno, že jízda, respektive vjezd na kolej, je prováděn sníženou rychlostí, která je výrazně nižší než u současných jízd pod dohledem národního vlakového zabezpečovače, respektive nižší, než je uvažováno při výpočtech obsazení daného zhlaví v rámci obvyklé dopravní technologie stanice, kdy se vychází pouze ze standardních brzdných schopností souprav a omezení daného infrastrukturou a národní verzí zabezpečovacího zařízení.

Zvlášť palčivým problémem je nemožnost využití délky kolejí u vlaků nákladní dopravy, pro něž jsou již současné délky kolejí nevyhovující. V okamžiku jízdy dlouhého vlaku na kolej, jejíž délka se blíží délce vlaku, dochází k největšímu omezení propustnosti zhlaví. Zároveň vlivem nevyhovujícího brzdění vlaku, může při jízdách malou rychlostí, dojít k předčasnému zastavení vlaku a tím jeho zastavení před požadovaným místem zpomalení, nebo před místem, kde má být vlaková cesta ukončena. To může přinést zablokování projížděného zhlaví tímto vlakem s následnými provozními problémy. Navíc je nutné si uvědomit, že strojvedoucí není schopen bezprostředně na tuto událost reagovat, v případě, že vlak zastaví ve větší vzdálenosti od návěstidla, tak strojvedoucí může pouze uvést vlak do pohybu opětovným rozjezdem, ale při minimální rychlosti pro dosažení bližšího, nikoliv cílového místa zastavení.

Tato skutečnost se zejména projevila u zkušebních jízd s nákladními vlaky pod dohledem ETCS na konci roku 2017.

Na základě této skutečnosti byl připraven pokyn „Zásady pro návrh technického řešení ETCS ve vazbě na kolejová řešení dopravní“, který byl vydán dne 8. března 2018 pod značkou 20009/2018-SŽDC-GŘ-O6 o zavedení nenulové uvolňovací rychlosti, dle zkušenosti s OBU dle Baseline 2. Nenulová uvolňovací rychlost umožňuje vlaku jet touto rychlostí kontinuálně až k hlavnímu návěstidlu, respektive k místu EoA. Po projetí EoA minimální přední čelo (tj. s minusovou nepřesností odometru) přejde mobilní část do módu TR a zahájí nouzové brzdění (strojvedoucí však má stále povinnost zastavit čelem vlaku před návěstidlem). Zavedením nenulové uvolňovací rychlosti ovšem nastává

riziko projetí hlavního návěstidla v poloze „Stůj“, což může vést k mimořádné události s ohrožením jízdy jiného vlaku. Na tuto skutečnost pokyn reaguje zavedením možnosti zřízení odvrtných výhybek, případně bezpečnostních vzdáleností za návěstidlem, u něhož bude povolena uvolňovací rychlost. Vzhledem k výše uvedenému si přiblížíme, co je to místo zastavení, co obnáší pokyn a jaké to má dopady na infrastrukturu.

6.2 Problematika zastavení vlaku

V rámci ETCS je definováno místo zastavení vlaku na základě vzdálenosti mezi místem konce oprávnění k jízdě a aktuální polohou vlaku odvozenou od průjezdu nad balízovou skupinou. V daný okamžik je známa zbývající vzdálenost k místu, kde vlak má ukončeno oprávnění k jízdě, tedy kde se nachází nejzazší místo zastavení. Po průjezdu balízovou skupinou je vzdálenost k místu konce oprávnění k jízdě přesně známá, ale po minutí balízové skupiny je odometrií vlaku tato vzdálenost dále definována s chybou, úměrnou chybě odometrie vlaku.

V případě samostatně jedoucího hnacího vozidla nebo pevně spojených ucelených souprav (jednotek) je místo zastavení odvozeno poměrně přesně a největší míra nepřesnosti vzniká chybou odometrie, vlivem vnějších podmínek (vlhkost, námraza kolejnic), případně chybou vlastního výpočtu dráhy při jejím definování v rámci projektu.

V okamžiku jízdy vlaku složeného z hnacího vozidla a jednotlivých železničních vozů různé konstrukce, vstupuje do nepřesnosti i nepřesnost definice soupravy, kdy nelze přesně definovat jednotlivé její parametry, a to včetně základních parametrů jako jsou její délka, brzdící procenta, a tím i chování celého vlaku.

Na základě těchto skutečností může dojít k větším rozdílům mezi definicí konce oprávnění k jízdě a skutečností. Tento rozdíl může nabývat jak záporných, tak i kladných hodnot, které definují rozptyl optimálního od skutečného místa konce oprávnění k jízdě.

V případě, že dochází k zastavení vlaku v záporných hodnotách, tedy před místem konce oprávnění k jízdě, je rozhodující nepřesnost zastavení. Pokud se jedná o jednotky až nižší desítky metrů, nemusí nutně docházet k zásadním problémům napříč druhovou skladbou vlaků. V případě, že dochází k nepřesnostem v řádech až stovek metrů, je tento problém palčivý, neboť u dlouhých vlaků může dojít k zastavení v tak záporných hodnotách, že může dojít koncem vlaku k zablokování zhlaví.

Tato skutečnost je způsobena jak nedokonalou (neúplnou) definicí parametrů vlaku, tak i možnou chybou odometrické metody měření polohy vlaku a vnějšími podmínkami. Eliminovat vliv těchto

negativních dějů lze zavedením nenulové uvolňovací rychlosti, jejíž hodnota je předpokládána v rozmezí do 20 km/h. Díky uvolňující rychlosti sice lze odstranit předčasné zastavení vlaku a zlepšit dynamiku vlaku, ale zároveň vzniká pravděpodobnost projetí místa konce oprávnění k jízdě.

Tato skutečnost může mít následky v podobě projetí místa zastavení s následným ohrožením bezpečnosti železničního provozu (projetí do jiné vlakové cesty). Tohoto rizika jsou si jednotlivé železniční správy vědomy a snaží se odstranit nepřesnosti při definování místa konce oprávnění k jízdě, případně zajistit bezpečnost železniční dopravy i po projetí konce oprávnění k jízdě. Tím došlo k nadefinování dvou základních možností při zajištění bezpečnosti železničního provozu. Jedná se o:

- Zajištění bezpečnosti železničního provozu i při průjezdu místa konce oprávnění k jízdě,
- zajištění znalosti jednotlivých parametrů pro docílení vyšší přesnosti zastavení vlaku.

6.2.1 Problematika brždění vlaku

6.2.1.1 Současný stav

V současné době je jízda prováděna v prostorových oddílech s definovaným návěstěním na základě kterého jedná strojvedoucí, V případě že dle návěstí je definováno, že dojde k nutnosti u dalšího návěstidla k zastavení, tak musí vlak bezpečně zastavit – rozhodující není jen reakční doba, ale zábrzdna dráha. Základním principem je, že zábrzdna dráha je kratší, než zábrzdna vzdálenost. Strojvedoucí je systémem návěstidel vyzván k brždění, avšak na rozhodnutí strojvedoucího záleží:

- a) zda začne brzdit včas a potřebným účinkem,
- b) zda brzdit nepřestane,
- c) zda vedoucí vozidlo, či další vozilo na vlaku, nebude vyvíjet tažnou sílu.

6.2.1.2 Jízda pod dohledem ETCS a brždění

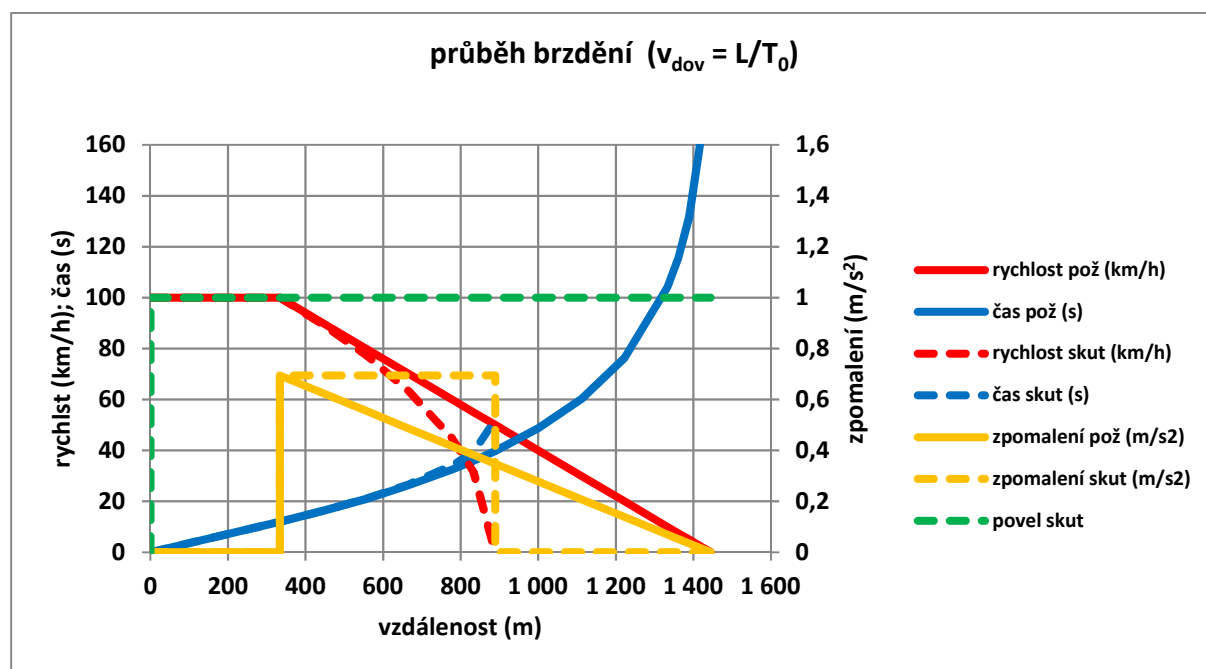
S cílem zvýšit bezpečnost železniční dopravy je kontrolováno, zda strojvedoucí při zastavování vlaku, či při snižování rychlosti, plní i podmínky výše uvedených bodů a, b, c. K tomu je u ETCS použit princip brždění s časovou rezervou pro opakovanou aktivaci brzd. Tento princip v kombinaci se zpožděným účinkem pneumatické samočinné brzdy vede k tomu, že strojvedoucí musí vlak brzdit s takovým časovým předstihem, aby i po případném přerušení brždění strojvedoucím kdykoliv v průběhu

zastavování vlaku, zvládl zásah nouzové brzdy iniciovaný ATP (ETCS) vlak zastavit před koncem oprávnění k jízdě.

Není pochyb o bezpečnostním přínosu podmínek a, b, c. Avšak je potřebné vnímat i dopad včasného brzdění s časovou rezervou pro opakovanou aktivaci brzd na tachogram brzdění a tím i na jízdu vlaků podle jízdního řádu a na propustnost železničních tratí a uzlů

Na následujícím obrázku jsou porovnány dva druhy brzdění:

- brzdění s časovou rezervou pro opakovanou aktivaci brzd $v = L/T_0$ (plné čáry)
- běžné brzdění charakterizované počátečním prodlením a následně konstantní decelerací (čárkované čáry)



Brzdění s časovou rezervou pro opakovanou aktivaci brzd je charakterizované nikoliv parabolickým, ale lineárním poklesem rychlosti a postupným lineárním snižováním brzdného zpomalení (úměrně ujeté dráze). Díky tomu je dráha ujetá při brzdění s časovou rezervou pro opakovanou aktivaci brzd dvakrát tak dlouhá, jako při brzdění konstantním brzdným zpomalením v úrovni počátečního brzdného zpomalení brzdění s časovou rezervou pro opakovanou aktivaci brzd. To je dáno zákonem zachování energie – při stejné kinetické energii působí poloviční střední brzdná síla brzdění s časovou rezervou pro opakovanou aktivaci brzd na dvojnásobné dráze ($L = v^2/a_{poč} = v \cdot T_0$)

Ještě výrazněji se projevuje dopad brzdění s časovou rezervou pro opakovanou aktivaci brzd na celkový čas zastavování. Tento čas je nekonečně dlouhý:

$$T = \int dt = \int (T_0/a) dv = T_0 \cdot \ln v$$

Pokles rychlosti z počáteční hodnoty na koncovou hodnotu proběhne v čase:

$$T = T_0 \cdot \ln (v_{poč}/v_{kon})$$

$$\lim (T_0 \cdot \ln (v_{poč}/v_{kon}))_{v_{kon} \rightarrow 0} = \infty$$

Na nulovou koncovou rychlost zastaví vozidlo na konečné dráze ($L = v \cdot T_0$), ale v nekonečném čase.

Účinným prostředkem na zkrácení doby zastavování je povolení odchylky v cílové rychlosti, respektive (poloze) dráze:

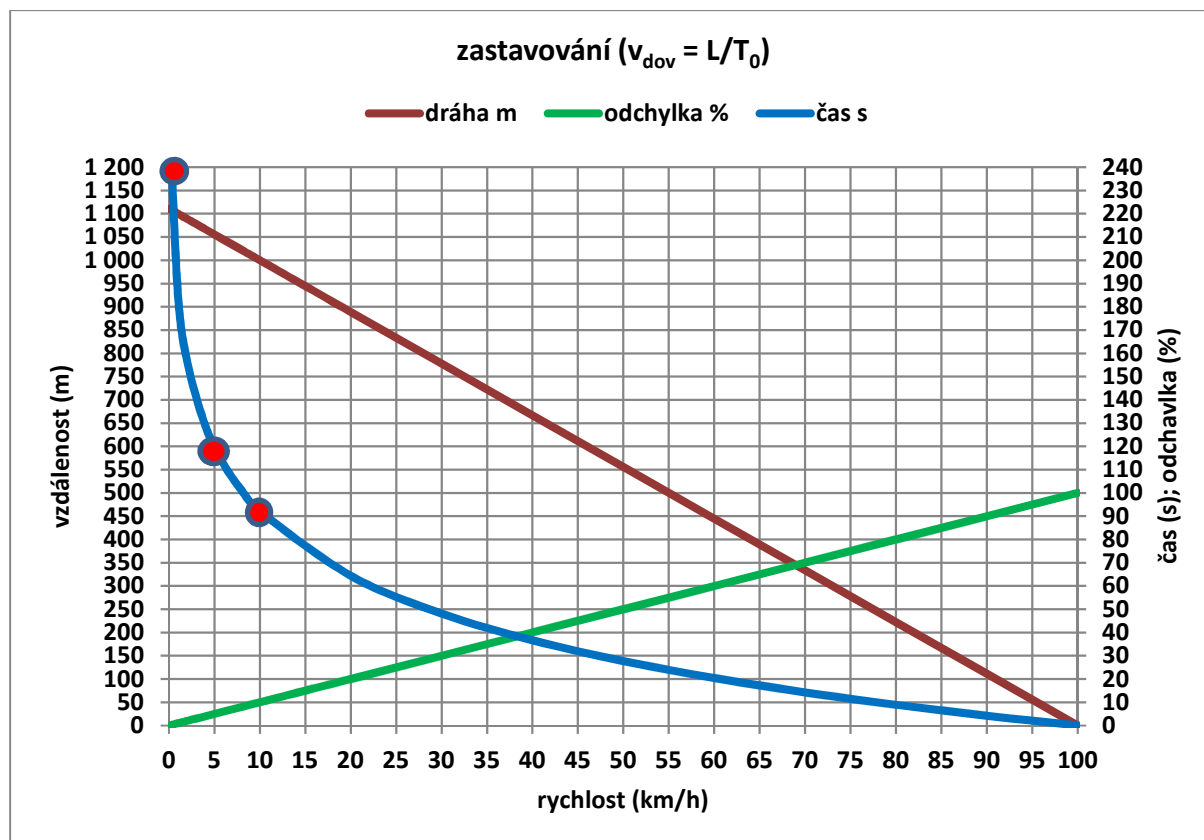
$$T = T_0 \cdot \ln (v_{poč}/v_{odch}) = T_0 \cdot \ln (L_{poč}/L_{odch}) = T_0 \cdot \ln (1/k)$$

Přípustná poměrná odchylka:

$$k = v_{odch}/v_{poč} = L_{odch}/L_{poč}$$

může být vnímána buď v délce brzdné dráhy (viz prokluzová vzdálenost), nebo v rychlosti (viz uvolňovací rychlost). Již v hodnotě kolem 5 až 10 % se projevuje dost zásadně:

k	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14
ln (1/k)	∞	4,61	3,91	3,51	3,22	3,00	2,81	2,66	2,53	2,41	2,30	2,21	2,12	2,04	1,97



Obě možná opatření mají své nevýhody (u prokluzové vzdálenosti prostorová a finanční náročnost kolejíště, u nenulové uvolňovací rychlosti bezpečnost). Proto je na místě zabývat se technickým řešením, jak bezpečným způsobem zajistit splnění výše uvedených podmínek účinného brzdění (a, b, c) s cílem opustit zásadu brzdění s časovou rezervou pro opakovanou aktivaci brzd.

Skutečná situace je ještě závažnější, než je výše popsáno. Jízda vlaku neprobíhá podle požadovaného průběhu (ze strany ETCS kontrolované) lineárně klesající rychlosti, ale výrazně pod ní. Je to dáno trojicí skutečností:

- technické řešení samočinné pneumatické brzda (vyznačující se časovým zpožděním a necitlivostí, případně i nestálostí součinitele tření) neumožňuje přesně řídit (snižovat) brzdný účinek v průběhu zastavování tak, jak vyžaduje brzdění s časovou rezervou pro opakovanou aktivaci brzd,
- definice účinku brzd vlaku je z bezpečnostních důvodů při zpětné transformaci brzdícího procenta na časovou prodlevu a zábrzdné zpomalení poněkud podhodnocena (je předpokládán nižší, než skutečný účinek),

- řízení brzd strojvedoucím má své limity dané jeho zkušeností. Navíc se obvykle strojvedoucí obává zásahu ATP a vede vlak ještě opatrněji, než mu ATP dovoluje.

Proto se ukazuje velmi potřebné znát zákonitost brzdění vlaků pod dohledem ETCS a na základě těchto znalostí je optimalizovat. Možnosti této optimalizace jsou v celém spektru železničního systému (náhrada principu brzdění s časovou rezervou pro opakovanou aktivaci brzd principem restrikce snížení účinku brzd, přechod od metody lambda k metodě gama s cílem minimalizovat bezpečnostní přírážky, snížit časové prodlevy brzd, optimalizovat brzdění prostřednictvím ATO, ...). Multidisciplinární systémový přístup s kombinací matematického modelování, praktických validačních zkoušek a bezpečnostních analýz jsou základním předpokladem úspěšnosti a efektivnosti řešení.

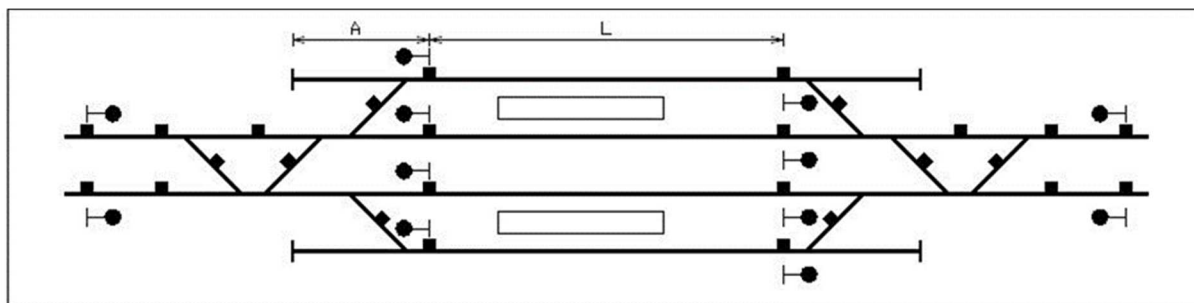
6.3 Zajištění bezpečnosti při průjezdu místa zastavení vlaku

V rámci podmínek v ČR se vycházelo ze skutečnosti, že je nutné ochránit vlak jedoucí rychlostí vyšší jak 60km/hod před vlakem zastavujícím na sousední koleji. Toho lze dosáhnout dvěma základními způsoby, které jsou v současnosti uplatňovány. Jedná se o:

- Zřízení odvratných kolejí,
- zřízení bezpečnostní vzdálenosti.

6.3.1 Zřízení odvratných kolejí

Zřízení odvratných kolejí je prováděno vložením odvratné výhybky před napojením předjízdných kolejí do hlavní trati.



Toto kolejové uspořádání má několik záporných vlastností. Jedná se o všeobecně známe skutečnosti, které lze shrnout a definovat následujícím způsobem:

- prodloužení zhlaví o nově vloženou výhybku – tato výhybka může být vkládána několika způsoby, jak je uvedeno níže, a tím lze definovat změnu polohy odjezdového návěstidla,
- zábor pozemků nutných pro zřízení kolejové konfigurace – v okamžiku, kdy je snaha maximálně prodlužovat dopravní koleje, kterými se dosahuje samotných hranic drážního pozemku, je další prodlužování železniční infrastruktury buď zcela nemožné, nebo musí dojít ke zkrácení užitečných délek kolejí oproti variantě kolejiště bez odvratů,
- výrazné navýšení investičních nákladů pro železniční svršek a spodek – jedná se o zřejmou skutečnost, která je níže vyčíslena dle metodiky MOPIN – (viz přílohu).
- výrazné náklady pro technologické zařízení
 - zabezpečovací zařízení – odvratné výhybky jsou vkládány jako logické spojky s výhybkami v hlavní koleji. Vzhledem k předešlým nařízením SŽDC s. o. se však výhybky v hlavních kolejích zřizují v zabezpečovacím zařízení jako samostatné výhybky se samostatnými ovládacími sadami, aby v budoucnu bylo případně možné

vložit pohyblivé hroty srdcovek. Tím je nutné zřídit ke každé výhybce v logické spojení s výhybkou v traťové koleji samostatnou ovládací sadu ve vnitřní technologii SZZ.

- EOVS - jedná se o nutnost zřízení elektrického ohřevu i na výhybce odvrátané, to kromě investičních nákladů znamená i velký podíl provozních nákladů. Je nutné si uvědomit, že provozní náklady EOVS na jednu výhybku 1:12 jsou v rozsahu 50 000 Kč za rok. $(9 \text{ kW} \times 45 \text{ dnů} \times 24 \text{ h} = 9720 \text{ kWh} \times 4,0 \text{ Kč} = 38880 \text{ Kč} + \text{náklady na údržbu} = 50\,000 \text{ Kč})$.
- snížení bezpečnosti – zřízení odvrátané výhybky i přes důvod svého zřízení přináší poměrně velký rozsah ohrožení bezpečnosti železničního provozu. Jedná se především o skutečnost, že dochází k jízdě formou nekontrolovaného pohybu. Není definováno místo zastavení a není definován ani průběh ostatních vlakových cest a tím i jejich kolize. Druhou skutečností je, že v případě mimořádné události nelze definovat ani rozsah jejich následků. Jak samotnou kolizi (střetem), tak ale i jízdou vlaku do odvrátané koleje dojde díky jeho kinetické energii k vybočení části vlaku, či nákladu. Toto vybočení může nastat i do průjezdného profilu hlavní koleje, čímž může dojít buď k vykolejení projíždějícího vlaku, nebo v případě vybočení nákladu k fatálnímu poškození. Ke snížení bezpečnosti nedochází pouze u vlaků jedoucích pod dohledem ETCS (jedná se o mód Plný dohled a Podle rozhledu), které v případě projetí EoA přejdou do módu TR a zahájí nouzové brždění.
- snížení spolehlivosti – v případě, že dojde k projetí místa zastavení, bude tato událost dle současných předpisů definována jako projetí návěsti „Stůj“ s celým řetězcem následného řešení události. To povede k nutnosti zastavení provozu v dané oblasti a zásah do řádného provozu. Následné řešení mimořádné události bude o to výraznější, čím vyšší bude důležitost dopravy, ve které k mimořádnosti dojde. Tímto sledem událostí dojde k omezení železničního systému a tím i jeho spolehlivosti. Kromě místních skutečností bude nutná operativní změna v řízení železničního provozu. Dojde k navýšení určité psychické zátěže a ke vzniku nestandardních situací, které mohou vést k chybám a zpětně tím dojde ke snížení bezpečnosti železniční dopravy.
- technologická omezení – zřízení odvrátaných kolejí může mít dva hlavní negativní projevy:
 - prodloužení provozních intervalů, konkrétně technologických časů pro úkon přípravy jízdní cesty vlivem přestavování vyššího počtu výměn (i v případě prediktivního stavění výměn dopředu s tím, že v závěru jsou přestavovány pouze poslední rozhodné výměny – dle současných zvyklostí jsou výměny ve spojení stavěny vždy postupně).

Postupné stavění je možné v současnosti odstranit úpravou elektronického stavědla, respektive zesílením jeho napájecí části, kdy lze zajistit jednorázové přestavení až šesti výhybek. Tato úprava však není standardním řešením stavědla a navyšuje jeho investiční náročnost.

- prodloužení úseku mezi návěstidly (zejména mezi vjezdovým a odjezdovým), což už beztak bývá obvykle nejvíce omezující úsek z pohledu stanovení následných mezidobí (oddíly na trati bývají kratší).

Dále může docházet k prodloužení obsazení traťového úseku (při odjezdu vlaku obvykle zejména prvního oddílu) vlivem jeho prodloužení (oddálení odjezdového návěstidla od tratě v případě limitních délek oddílů).

V neposlední řadě může docházet k prodloužení jízdní doby, jsou-li po takové jízdní cestě konány pravidelné jízdy kratších vlaků, zejména osobní zastávkové dopravy (typ stanic, kde není nástupištní hrana u hlavních kolejí, a kde je rychlost takového vlaku při jízdě k nástupišti na zhlaví omezována vlivem jízdy do odbočné větve výhybky).

Schémata a vyčíslení dopadů na jízdní dobu a doby obsazení jsou uvedeny v další kapitole společně pro odvraty i bezpečnostní vzdálenosti (z pohledu jízdy vlaku se jedná o obdobné případy).

Vždy však záleží na konkrétním návrhu železniční stanice a přilehlých traťových úseků, v konkrétních případech nemusí být negativní dopady žádné (např. když odsunutí výhybek na zhlaví směrem do tratě neznámá posun oddílových návěstidel na trati).

Mezi výhody lze krom výhod plynoucích z umožnění zavedení nenulové uvolňovací rychlosti zařadit:

- Oddělení části kolejiště od hlavních kolejí, což může být výhodné v dopravních se zaústěním železničních vleček a při oddělení obvodů s častým posunem.

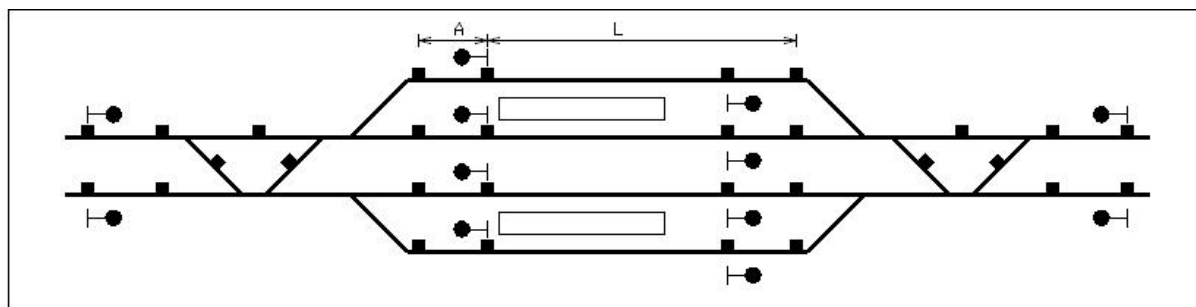
6.3.2 Zřízení bezpečnostní vzdálenosti

Zřízení jednotlivých vzdáleností nejlépe deklaruje pokyn „Zásady pro návrh technického řešení ETCS ve vazbě na kolejová řešení dopravy“, který byl vydán dne 8. března 2018 pod značkou 20009/2018-SŽDC-GŘ-O6.

V rámci tohoto pokynu dochází ke změně umístění jednotlivých odjezdových návěstidel v případě, že vlaku je udělena uvolňovací rychlost a případným průjezdem návěstidla by došlo k ohrožení vlakové cesty s rychlostí vyšší než 60 km/h. Změna vzdálenosti byla nadefinována následujícími hodnotami:

- Ochranná dráha o délce 100 m, která může být v odůvodněných případech zkrácena až na 75 m mezi EoA a místem ohrožení

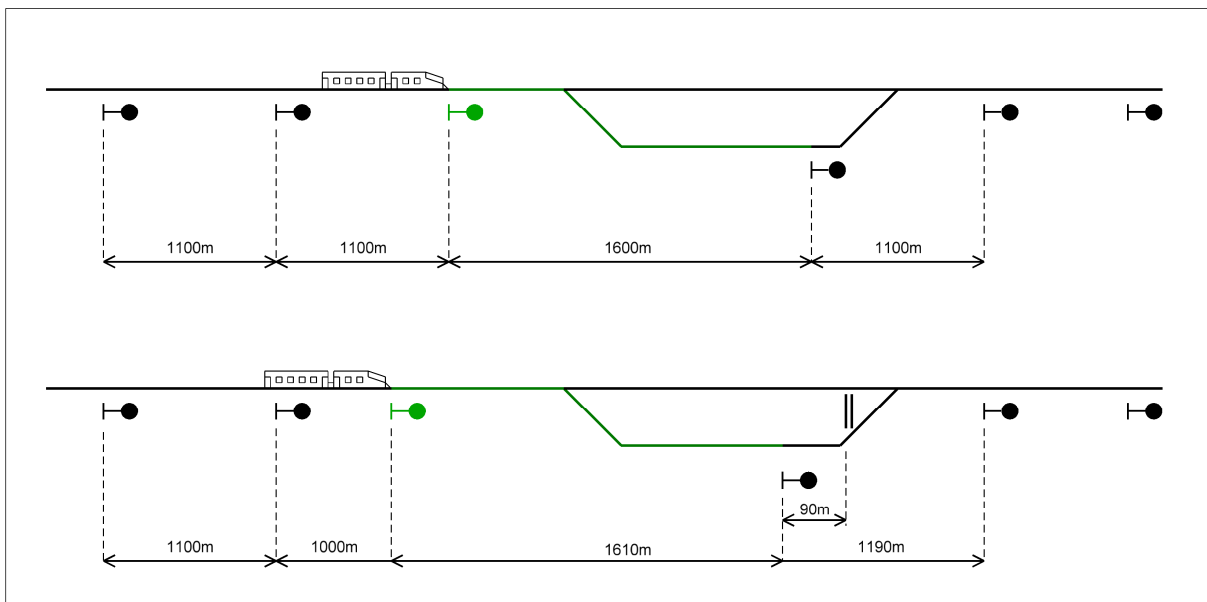
Tento požadavek vznikl na základě zkušebních jízd, při kterých se v rámci implementace na ETCS na ITŽK projevila problematika zastavení vlaku, jehož délka se přibližuje délce staniční koleje. Takovýto vlak při předčasném zastavení neumožní průjezd ostatním vlakům na zadním zhlaví.



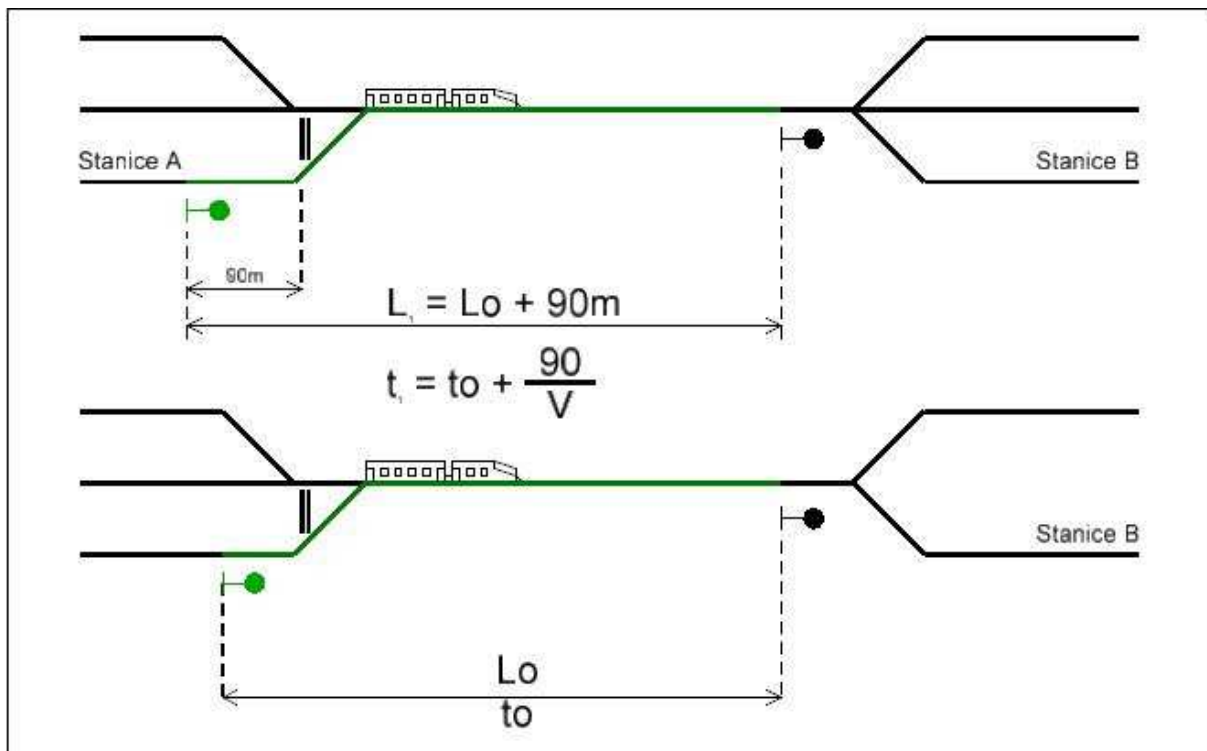
V rámci těchto posunů opět v závislosti na konkrétní situaci kromě výhod plynoucích z umožnění zavedení nenulové uvolňovací rychlosti může docházet i k negativním důsledkům, a to zejména:

- Prodloužení zhlaví a navýšení investičních nákladů o „mrtvé“ části kolejiště, které lze alespoň v jednom směru eliminovat vložením dalších úseků počítačů náprav, to však bude přinášet další otázky a bezpečnostní rizika v případě zavěšování postrků a ve stanicích, kde dochází k úvratovým jízdám (například Týniště nad Orlicí v novém stavu).
- Problematika umísťování nástupištních hran – v rámci modernizací ŽST je snaha minimalizovat docházkové vzdálenosti a nástupiště co nejvíce přibližovat ke zhlaví, které je blíže osídlení. Při platnosti těchto vzdáleností budou docházkové vzdálenosti delší minimálně o 55 m, často však o 80 m. Je nutné zde vzpomenout, že tyto jednotlivé aspekty byly v minulosti zahrnovány jako přínosy do ekonomického hodnocení.
- Technologická omezení – negativa zřízení bezpečnostní vzdálenosti přímo plynou z vlastního prodloužení dopravní – jedná se zejména o prodloužení úseku mezi návěstidly (zejména

mezi vjezdovým a odjezdovým), což už beztak bývá obvykle nejvíce omezující úsek z pohledu stanovení následných mezidobí (oddíly na trati bývají kratší).



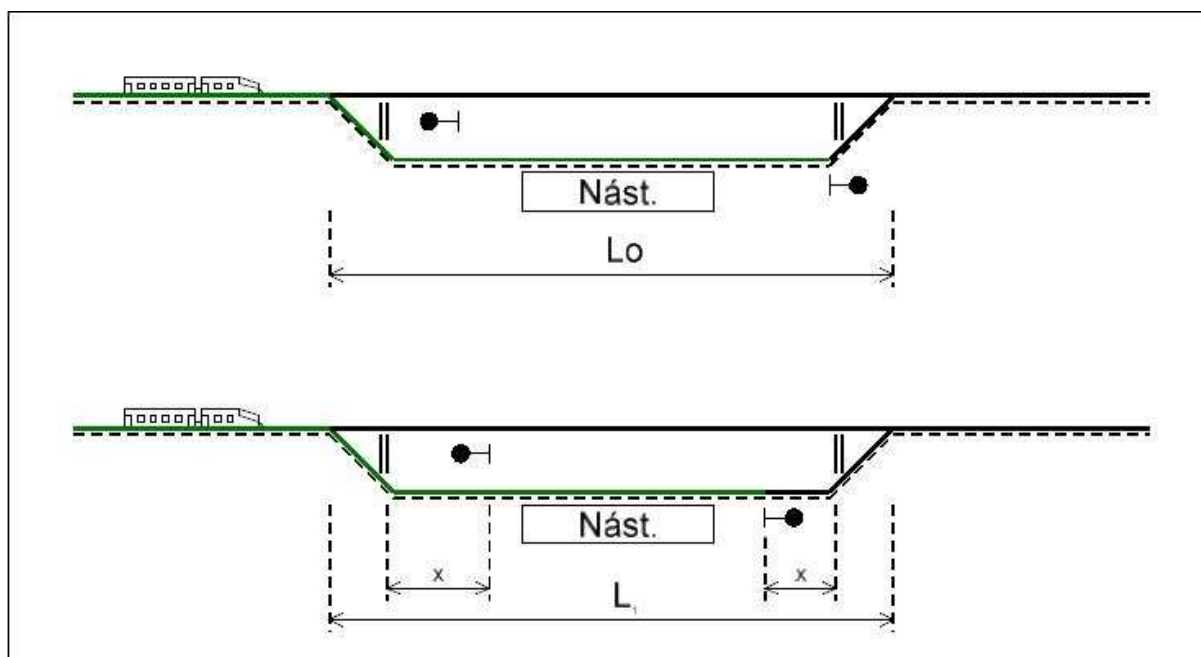
- Dále dochází k prodloužení obsazení traťového úseku (při odjezdu vlaku obvykle zejména prvního oddílu, je-li v daném traťovém úseku oddílů více) vlivem jeho prodloužení (oddálení odjezdového návěstidla od tratě).



- Prodloužení obsazení tratě v sekundách:

Délka navíc [m]	Rychlost na trati [km/h]						
	60	80	100	110	120	140	160
5	0,300	0,225	0,180	0,164	0,150	0,129	0,113
10	0,600	0,450	0,360	0,327	0,300	0,257	0,225
20	1,200	0,900	0,720	0,655	0,600	0,514	0,450
28	1,680	1,260	1,008	0,916	0,840	0,720	0,630
44	2,640	1,980	1,584	1,440	1,320	1,131	0,990
70	4,200	3,150	2,520	2,291	2,100	1,800	1,575
83	4,980	3,735	2,988	2,716	2,490	2,134	1,868
150	9,000	6,750	5,400	4,909	4,500	3,857	3,375
200	12,000	9,000	7,200	6,545	6,000	5,143	4,500

V neposlední řadě může dojít k prodloužení jízdní doby, jsou-li po takové jízdní cestě konány pravidelné jízdy kratších vlaků, zejména osobní zastávkové dopravy (typ stanic, kde není nástupištní hrana u hlavních kolejí) – platí pouze u delších kolejí, kdy vlak je omezen rychlostním omezením, resp. brzdými křivkami pro jízdu do odbočky (dosáhne této rychlosti před výhybkou, která je po úpravě více vzdálena nástupišti).



Příklady prodloužení jízdní doby vlaku vedeného do odbočky (uvedené hodnoty vyjadřují rozdíl mezi jízdní dobou v případě standardní délky koleje a délky prodloužené o bezpečnostní vzdálenost):

Rychlost vlaku 80 km/h

Délka navíc [m]	Rychlost do odbočky [km/h]					
	40	50	60	70	80	100
5	0,225	0,135	0,075	0,032	0,000	
10	0,450	0,270	0,150	0,064	0,000	
20	0,900	0,540	0,300	0,129	0,000	
28	1,260	0,756	0,420	0,180	0,000	
44	1,980	1,188	0,660	0,283	0,000	
70	3,150	1,890	1,050	0,450	0,000	
83	3,735	2,241	1,245	0,534	0,000	
150	6,750	4,050	2,250	0,964	0,000	
200	9,000	5,400	3,000	1,286	0,000	

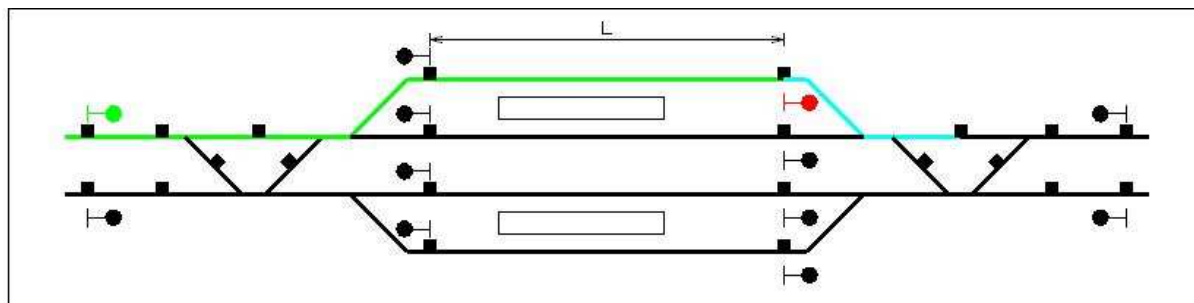
Rychlost vlaku 160 km/h

Délka navíc [m]	Rychlost do odbočky [km/h]					
	40	50	60	70	80	100
5	0,338	0,248	0,188	0,145	0,113	0,068
10	0,675	0,495	0,375	0,289	0,225	0,135
20	1,350	0,990	0,750	0,579	0,450	0,270
28	1,890	1,386	1,050	0,810	0,630	0,378
44	2,970	2,178	1,650	1,273	0,990	0,594
70	4,725	3,465	2,625	2,025	1,575	0,945
83	5,603	4,109	3,113	2,401	1,868	1,121
150	10,125	7,425	5,625	4,339	3,375	2,025
200	13,500	9,900	7,500	5,786	4,500	2,700

6.3.3 Zřízení výluk vlakových cest

Ve stejném pokynu („Zásady pro návrh technického řešení ETCS ve vazbě na kolejová řešení dopraven“) je připuštěna i možnost zřízení výluk vlakových cest.

Při jízdě na dopravní kolej dochází k vyloučení vlakových cest v pokračování postavené vlakové cesty. Situace je nejlépe patrná na přiložených situacích:



Technologická omezení – v případě užití těchto výluk může v některých případech dojít k omezení provozu po dobu trvání výluky, pokud taková výluka zasahuje do jízdní cesty jiného vlaku, a to tak, že neumožní jeho jízdu nebo vynutí jeho zpomalení.

K tomu však nemusí docházet vždy a je potřeba k tomu tak i přistupovat – výluky samy o sobě jsou přípustné, záleží na nastavení pravidel pro jejich aplikování (zkrácení doby výluky na dobu, kdy je ohrožující vlak v pohybu, neaplikování výluk v případech, kdy není nutné připouštět nenulovou uvolňovací rychlost atd.). O tomto bude podrobně pojednáno v dalších částech. Naopak je potřeba popsat případy, kdy k omezení docházet bude, tj. např. při jízdách do opačné kolejové skupiny, a zhodnotit z toho plynoucí omezení.

6.3.4 Shrnutí

V rámci výše uvedených postupů dochází ke sporným výsledkům při vynaložení značných investičních nákladů.

Zřizováním odvrtných výhybek dochází k nárůstu jak investičních nákladů, tak i provozních nákladů při zřejmém rozšíření prvků, které mohou generovat další poruchy a nutné provozní náklady.

Zřízením bezpečnostních vzdáleností dochází ke značnému nevyužití délek kolejí a nutnosti změny uspořádání stanic pro dosažení požadovaných vzdáleností. To má za následek značné množství investičních nákladů, jejichž výsledkem je odstranění pouze části kolizních cest, bez řešení kolizních cest s rychlostí 60 km/h a nižší.

Celkově lze však říci, že jednotlivá řešení nebyla dosud podrobena ekonomickému/provoznímu hodnocení a v rámci této metodiky teprve dochází k pojmenování jednotlivých negativ s vyčíslením investičních nákladů. Vzhledem k výrazným negativům jednotlivých současných řešení je nutné

hledat buď zcela jiné způsoby, nebo doplnit některé výše uvedené možnosti o řešení, eliminující buď investiční náročnost, nebo provozní omezení.

6.3.5 Dopady kolejových úprav

Pro možnost zjednodušeného pohledu na problematiku zřízení odvrtných výhybek představíme jednotlivé možnosti zřízení odvrtné výhybky v jedné předjízdne koleji s vyčíslením nákladů na jejich zřízení a dopady. Vzhledem k tomu byl navržen variantní směrový návrh kolejového řešení odboček/spojek do předjízdne koleje, a to pro rychlost 60 km/h. Výsledkem jsou typové případy s určením vzdálenosti osazení návěstidla od začátku výhybky č. 1 v hlavní koleji při zavedení ETCS. Uvažováno je nulové relativní staničení v ZV1 (km 0,000 000), kolejové řešení na železničním svršku 60E2.

VAR1 - Odbočka do předjízdne koleje pro rychlost 60 km/h tvořená výhybkou na betonových pražcích (výh. č. 1 - J60-1:12-500-I,L,I,b). Následuje pravostranný oblouk bez převýšení, bez přechodnice, který navádí osu koleje do osově vzdálenosti 4,75 m mezi kolejemi č. 1 a 3. Délka od ZV1 k námezníku je 67,047 m. Se započtením vzdálenosti 100 m pro umístění návěstidla od námezníku je toto umístěno 167,047 m od ZV1.

VAR2 - Odbočka do předjízdne koleje pro rychlost 60 km/h a s kusou kolejí č. 3a tvořená dvojicí výhybek na betonových pražcích (výh. č. 1, 2 - J60-1:12-500-I,L,I,b). Mezi výhybkami je délka mezipřímé vyplývající z osově vzdálenosti 4,75 m mezi kolejemi č. 1 a 3. Délka od ZV1 k ZV2 je 98,595 m. Se započtením vzdálenosti 20 m pro umístění návěstidla od ZV2 je toto umístěno 118,595 m od ZV1. Pokud uvažujeme potřebu délky kusé koleje 3a od návěstidla 100 m, bude zarážedlo této koleje ve vzdálenosti 18,595 m od ZV1.

VAR3 - Odbočka do předjízdne koleje pro rychlost 60 km/h a s kusou kolejí č. 3a tvořená dvojicí výhybek na betonových pražcích (výh. č. 1 - J60-1:12-500-I,L,I,b; výh. č. 2 - J60-1:7,5-190-I,P,p,b). Mezi výhybkami je délka mezipřímé vyplývající ze splnění osově vzdálenosti mezi hlavní a odvrtnou kolejí 4,75 m (lze provést současně vlakové cesty v hlavní koleji a pro odvrat z kol. č. 3 do kol. č. 3a). Za ZV2 následují dva protisměrné oblouky bez převýšení, bez přechodnic, pro rychlost 60 km/h tak, aby bylo možné se v co nejkratší délce vrátit do souběhu kolejí č. 3 a 1 s osovou vzdáleností 4,75 m. Kusá kol. č. 3a navržena na V=40 km/h. Je tvořena mezipřímou limitní délky a následným obloukem R=190m, bez převýšení, bez přechodnice. Délka od ZV1 k ZV2 je 85,673 m. Se započtením vzdálenosti 20 m pro umístění návěstidla od ZV2 je toto umístěno 105,673 m od ZV1. Pokud uvažujeme potřeby délky kusé koleje č. 3a od návěstidla 100 m, bude zarážedlo této koleje ve vzdálenosti 5,673 m od ZV1.

Dále odhadované ceny - dle MOPINu (uvedeny náklady, ne jejich navýšení oproti situaci bez ETCS). Náklady počítány pro obě koleje po návěstidlo nebo do posledního směrového oblouku, kde následuje souběh kolejí č. 1 a 3 s osovou vzdáleností 4,75 m (prostě všechno červenou barvou v návrhu – viz přílohu). Protože nemáme stávající stav, uvažujeme ho ve stejné délce jako nový. Spodek uvažujeme pro zářez (je většinou dražší kvůli kontaminaci + skládce), odvodnění ve všech ohledech průměrné.

7 Stávající rozsah parametrů vlaků a jejich využití v rámci zabezpečovacího zařízení

V rámci systému ETCS jsou značně zásadní data o vlaku jedoucím pod dohledem systému ETCS. Vzhledem k tomu je předkládán rychlý přehled o těchto údajích a jejich získávání v rámci současného staničního a traťového zabezpečovacího a jejich zpracování v rámci současných systémů ETCS v ČR. Mezi základní parametry pro možnost kontroly jízdy ať z pohledu stacionární (technologické staniční, traťové a RBC zařízení), tak mobilní části (palubní jednotka na hnacím vozidle) patří:

- Poloha vlaku
- Délka vlaku
- Rychlost vlaku
- Schopnost záporného zrychlení – brzdící procenta

Poloha vlaku – poloha vlaku je v současnosti známým a dosažitelným údajem, který se nachází jak v mobilní, tak stacionární části systému. Kontinuální poloha vlaku je ve stacionárním systému odvozována od možností staničního, či traťového zabezpečovacího zařízení a rozsahu izolace kolejíště. Zařízení definuje obsazení jednotlivých úseků, které jsou vybaveny prvky pro indikaci volnosti úseku ať již pomocí kolejových obvodů, nebo počítači náprav. Následně tyto informace jsou předávány do RBC systému ETCS. V rámci stacionárního zařízení systému ETCS je možnost dodefinování polohy vlaku po příjmu zprávy o poloze. Tuto informaci vlak předává RBC přes přenosový systém GSM-R. Lze tedy definovat, že stacionární části jsou schopny vlak lokalizovat buď v daném úseku a to jak definicí izolace kolejíště, tak po příjmu zprávy o poloze. Případně lze polohu upřesnit při průjezdu balízovou skupinou.

V mobilní části systému ETCS je tomu jinak. Vlak definuje svou polohu při průjezdu balízovou skupinou a následným měřením pomocí odometrie od posledního definovaného místa. Při průjezdu následnou balízovou skupinou dochází k upřesnění polohy a opět odměřování ujeté vzdálenosti odometrem. Lze tedy říci, že v případě mobilní části se jedná o kontinuální zjišťování polohy vlaku. Informace o poloze nejsou z vlaku předávány do RBC kontinuálně, ale periodicky v rozsahu cca 5 sekund. Nepřesnost v poloze vlaku u stacionární části je tedy definována následujícím způsobem:

Chyba odometrického měření – ta závisí na palubní části systému ETCS, která se může lišit jednotlivými dodavateli tohoto systému. Vzhledem ke značné standardizaci tohoto systému je v současnosti obecně definováno, že jakákoliv mobilní část od jednotlivých dodavatelů, se dopouští chyby v rozsahu cca ± 5 % ujeté vzdálenosti od poslední balízové skupiny.

Délka vlaku – jedná se o jeden ze základních parametrů vlaku, který je součástí vlakové dokumentace. V současné době údaj o délce vlaku vzniká při jeho sestavě (soupisu výkazu vozidel) a hodnota délky vlaku je přiřazena k danému číslu vlaku (je také spolu s brzdými parametry jednotlivých vozidel součástí brzděny). I u tohoto parametru lze definovat jeho zpracování na stacionární a mobilní části zařízení.

Aktuální rychlost vlaku – rychlost vlaku je sice základní veličinou pro zajištění bezpečnosti železničního provozu, ale v současné době s tímto údajem pracuje pouze mobilní část zařízení, respektive palubní jednotka. Do stacionární části zařízení SZZ ani TZZ není tento údaj přenášen. Jeho přenos je prováděn pouze do RBC. Údaj rychlosti vlaku si může zobrazit traťový dispečer, pokud si na pracovišti JOP vyvolá potřebnou stránku. Tím je ukončeno využití znalosti rychlosti vlaku.

Četnost přenosu informace o aktuální rychlosti je shodný s četností posílání zprávy o poloze (protože tato informace se předává ve zprávě o poloze). Zprávu o poloze posílá OBU každých 5 s, dále např. vždy při minutí balízy a při změně módu.

Schopnost záporného zrychlení (odrychlení)

Z pohledu získávání dat o budoucím průběhu brzdění vlaku existují na straně mobilní části ETCS dvě základní skupiny, a to Lambda vlaky a Gama vlaky. Toto zatřídění vlaků v ČR není v současnosti uplatňováno a i nadále jsou vlaky zatřídovány pouze dle brzdících procent, způsobu brzdění a délky (tj. Lambda vlaky).

Brzdící procenta jsou bezrozměrnou veličinou, která vyjadřuje schopnost vozidla zastavit z dané rychlosti na dané dráze (číselně jde o stonásobnou hodnotu poměru brzdící váhy vyjádřené v tunách, která neznámá hmotnost, a hmotnosti vozidla) – už z této definice je zřejmé, že tato procenta v principu nevypovídají o konkrétním průběhu schopnosti brzdění, ale pouze o dvou diskrétních bodech tohoto děje.

- **lambda vlak** – Z hlediska mobilní části ETCS se jedná o vlak, jehož schopnost brzdění je dopočítávána na základě některých dostupných údajů o něm – bez znalosti reálné brzdě křivky vlaku. Schopnost brzdění je závislá na složení vlaku, respektive na stavbách jednotlivých vozů, jejich hmotnosti a brzdě schopnosti, navíc s poměrem k rozmezí rychlostí, mezi nimiž je prováděno brzdění. Tato veličina není přesně sledována (a ani obecně známa), dochází proto ve stávajícím stavu pouze dle zadaných brzdících procent k přepočtu na pesimistický (vždy dosažitelný) průběh schopnosti vlaku snižovat rychlost prostřednictvím brzdění.

- **gama vlak** – Gama vlakem se rozumí vlak definovaný s dostatečně známou brzdnou charakteristikou (garantovanou výrobcem nebo zkušebními jízdami), jedná se především o ucelené jednotky (lze užít pro vlaky, u nichž je zajištěna kontrola integrity celého vlaku). Brzdné křivky pro takto zatříděný vlak v dané míře odpovídají reálné schopnosti drážního vozidla snižovat rychlost nebo zastavit ze stanovené rychlosti.

Následující tabulka ukazuje v metrech možné minimální odstupy druhého vlaku za předcházejícím vlakem, tak jak vychází z modelu nástroje ERA pro stanovení brzdných křivek (Baseline 3, vyjma níže jmenovaných byly použity defaultní hodnoty). Pro stanovení délky rozhodné pro získání dílčí hodnoty pro stanovení následného mezidobí byla uvažována vzdálenost mezi bodem „Perturbation“ a cílem (*obdoba okamžiku, kdy nejpozději nesmí být jízda vlaku omezena předvěstí hlavního návěstidla – v režimu ATO by mělo být reálně použít i nižší vzdálenost*).

Typ vlaku		Výchozí rychlost vlaku [km/h]						
		50	60	80	100	120	140	160
Gama	Nákladní, 650 m, režim G	300	400	650	900	1200		
	Osobní, 200 m, režim P	280	350	700	1000	1300	1600	2000
Lambda	Nákladní, 650 m, 100 brzd. %, režim G	580	680	1000	1390	1840		
	Osobní, 200 m, 120 brzd. %, režim P	300	400	800	1100	1450	1900	2500

V tomto případě nebylo uvažováno umístění balizových skupin v rámci dotčeného úseku (poslední byla umístěna 3 km před cílem) tak, aby nedocházelo k většímu zkreslení hodnot. Vložení dalších balizových skupin je v tomto případě (při stanovování následného mezidobí) potřebné spolu s rozdělením na další úseky zejména pro snižování dynamické složky (tj. délky jízdy vlaku jedním úsekem).

Z výše uvedeného je zřejmá výhoda brzdného modelu pro gama vlaků (zlepšení dynamiky vlaků, zvýšení propustnosti). V současnosti správce infrastruktury ani provozovatel dráhy nemůže po dopravcích vyžadovat provozování gama vlaků, může však dopravce k využití vlaků s lepšími brzdnými parametry motivovat např. cenami za užití dopravní cesty (lépe brzdící vlak znamená kratší obsazení prvku infrastruktury).

7.1 Užitečná délka koleje

V rámci systému ETCS dochází k definování jednotlivých veličin. Mezi základní veličiny můžeme zařadit:

- Délka vlaku – která může být definována jako vzdálenost mezi jeho začátkem a jeho koncem, která se rovná právě jeho délce.
- Délka koleje – délku koleje můžeme definovat několika způsoby:
 - Vzdálenost mezi námezníky v dané koleji – u zařízení 3. kategorie se tento údaj v běžném provozu nevyužije.
 - Vzdálenost mezi odjezdovými nebo cestovými návěstidly v dané koleji – vzhledem ke konfiguraci některých stanic nejde o jednoznačnou definici délky koleje.
 - Vzdálenost mezi nejzazším možným místem zastavení a prvkem indikace volnosti u námezníku na opačné straně – tento údaj může být nejvhodnější pro další definici.

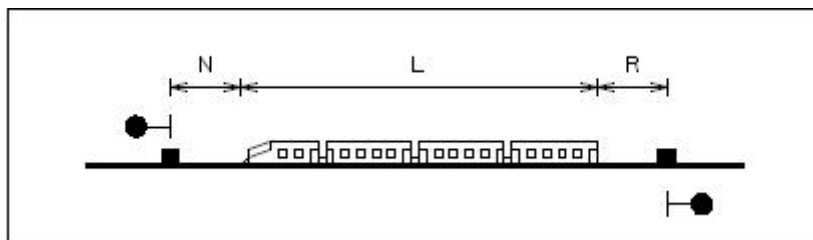
7.1.1 Užitečná délka koleje u VZ třídy A

Při vlakovém zabezpečovací třídy A není nutné zajištění viditelnosti proměnného návěstidla dle traťové rychlosti, ale především zajištění viditelnosti neproměnné značky definující místo zastavení (konce oprávnění). Mnohem význačnějším prvkem je vzdálenost, která je definována jako nepřesnost odometrie, tedy místa zastavení vlaku, kterou označujeme jako N. Nepřesnost odometrie je v současnosti definována jako $\pm(5\%+5\text{m})$ nepřesnost od místa, kdy vlak projel poslední balízovou skupinu, což může být například návěstidlo na opačné straně koleje. U koleje dlouhé například 740 m může být tato nepřesnost definována hodnotou ± 42 m a tím vzdálenost N může dosáhnout až 84 m při bezporuchovém stavu.

Délka vlaku L je definována dle zvyklostí, které byly popsány v předchozích odstavcích, a pro náš účel můžeme uvažovat s délkou $L = 560$ m.

Dle TNŽ 34 2620 je definována roztažnost vlaku, která je v hodnotách 7 m, 10 m, 15 m a nově nad rámec normy také 20 m. V našem případě by mělo být uvažováno s hodnotou 20 m. Tato hodnota definuje umístění prvku pro indikace volnosti v dané koleji, tedy jeho vzdálenost od námezníku výhybky. Má zabránit potencionálnímu ohrožení projíždějícího vlaku výhybkou, kdy vlak předchozí zastaví na koleji a vlivem roztažnosti by mohl ohrozit následující vlak svým roztažením za námezník.

Shodná vzdálenost by měla být uvažována i mezi koncem vlaku po jeho zastavení a stejným prvkem pro kontrolu volnosti koleje. Tato vzdálenost je označena indexem R a měla by být odečítána z délky koleje, aby vlivem roztažení nedocházelo k obsazení výhybkového úseku.



Při započítání jednotlivých hodnot můžeme konstatovat, že vlak dlouhý například 560m vyžaduje pro zastavení kolej dlouhou minimálně 664m.

Při provozu dle vlakového zabezpečovače třídy B, však budou stále platit minimální požadavky na viditelnost jednotlivých návěstí. Nepředpokládá se sice nutnost zajištění viditelnosti proměnných návěstí při vlakových cestách, ale toto bude nutné rozhodně při posunových cestách, respektive pro zajištění viditelnosti neproměnných návěstidel. Jedná se například o zajištění viditelnosti jednotlivých značek atd...

7.1.2 Užitečná délka koleje u VZ třídy B

Jedná se v současnosti o běžný případ, který by měl být obecně znám a dodržován v celé délce infrastruktury. Jednotlivé hodnoty by měly vycházet z národních definic, které by neměly být v rozporu s evropskou legislativou. Pro demonstraci tohoto případu, budeme uvažovat stejný požadavek, tedy zastavení vlaku o délce 560 m.

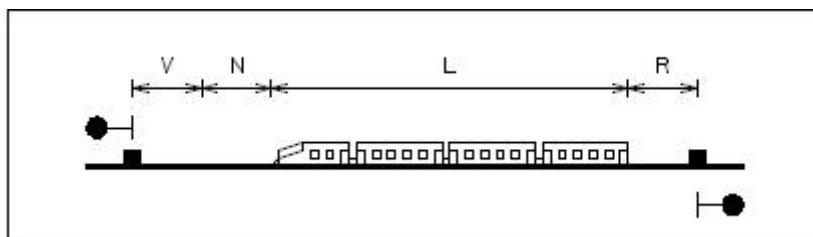
Zde budeme uvažovat s následujícími hodnotami:

V = viditelnost návěstidla

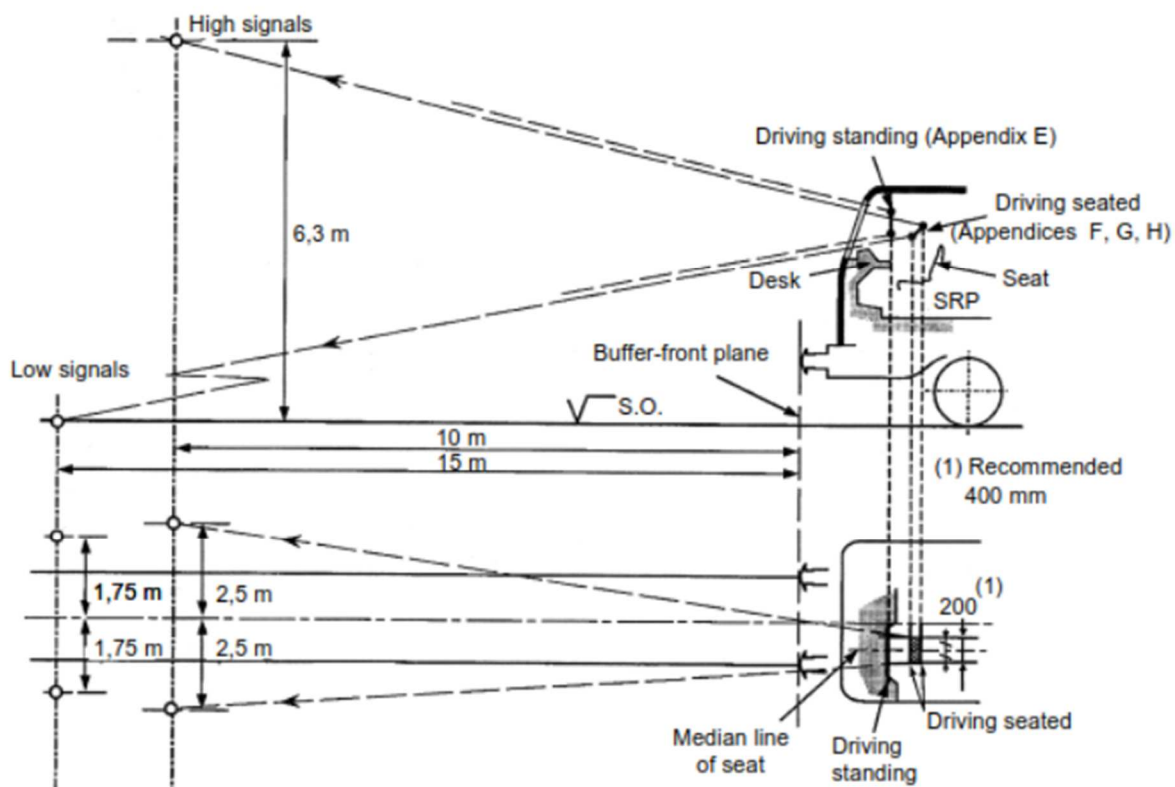
N = Nepřesnost zastavení (5 %, u 560 m dlouhého vlaku, se jedná o ± 28 m, tedy $N = 56$ m)

L = Délka vlaku = 560 m

R = Roztažnost (7 m, 10 m, 15 m, 20 m) – opět volíme 20 m



Hodnota V byla ve výčtu záměrně vynechána, vzhledem k tomu, že se jedná o jednu z hodnot, která nemusí být dobře vnímána. V minulosti se totiž utvořilo pravidlo, že viditelnost návěstidla je v hodnotách 5 m, respektive 10 m a toto pravidlo setrvalo do současné doby. Viditelnost návěstidel však byla v minulosti definována nařízením UIC 651, které definuje polohu strojvedoucího a možnost úhlu viditelnost z jeho polohy. Je odvozena dle následujícího obrázku:



Z tohoto pohledu je patrné, že vzdálenost V je závislá na umístění návěstidla, tedy zda návěstidlo je provedeno sníženou montáží, stožárové či na lávce. Zároveň jeho viditelnost je závislá i na počtu svítilen, které obsahuje. Na základě této skutečnosti pak může dojít i k definici, že pokud je návěstidlo na návěsní lávce, tak jeho viditelnost je minimálně 35 m a vzdálenost, od níž je zajištěna viditelnost, narůstá, pokud je vybaveno dalšími návěsními znaky, indikátory atd.

Při výše uvedeném můžeme definovat, že při vlakovém zabezpečovači třídy B se vyžaduje kolej minimálně dlouhá 651 m za předpokladu, že vlaková cesta je ukončena u pětisvětlového návěstidla.

7.1.3 Shrnutí

Z výše uvedeného vyplývá skutečnost, že při vlakovém zabezpečovači třídy A je nutné pro zastavení vlaku o délce 560m uvažovat s kolejí o délce minimálně 654 m. Při vlakovém zabezpečovači třídy B se pak jedná o délku koleje 651 m.

Z tohoto příkladu je patrné, že užitečná délka pro oba systémy je spíše obdobná a rozhodně nelze ani u jednoho systému výše popsaného zabezpečení uvažovat s tím, že na kolej 740 m dlouhou se vejde vlak o téže délce (740 m). Reálně se takto s délkou koleje sice často operuje i ve skutečném provozu, nicméně dochází k tomu pouze za cenu nestandardního chování ze strany řízení provozu i strojvedoucího – takové chování v principu zvyšuje riziko vzniku mimořádné události.

Systém ETCS pracuje s definicemi jednotlivých veličin a je patrné, že když se definice veličin přesunou i do národního vlakového zabezpečovače, dojde k podobným výsledkům.

Výsledky se mohou měnit dle jednotlivých případů na infrastruktuře, například tím, že hlavní návěstidlo bude umístěno na návěstní lávce, uprostřed koleje bude vložena dodatečná balíza atd.

7.2 Jak dál pokračovat

Z výše uvedeného je zřejmé, že je nutné definovat další postup při výstavbě technologického zařízení a zavádění systému ETCS v ČR. V rámci současných možností se nabízí několik variant:

1. Realizovat infrastrukturu dle pokynu „Zásady pro návrh technického řešení ETCS ve vazbě na kolejová řešení dopraven“.
2. Hledání nových možností.

U jednotlivých variant je nutné si uvědomit, že se systémem ETCS v ČR jsou nedostatečné zkušenosti a můžeme ho stále nazývat jako systémem neozkoušeným a systémem se dále vyvíjejícím. Jakékoliv závěry vynesené v tento okamžik bude možno novými zkušenostmi a jiným přístupem významně ovlivnit nebo i vyvrátit (jak v oblasti infrastrukturních staveb, tak u možností propustnosti, či dokonce u změny bezpečnosti na stávající infrastruktuře). Zde je nutné si připomenout současná fakta:

- Systém ETCS L2 je v ČR diskutován od roku 2008, kdy byla realizována stavba Pilotní projekt Poříčany – Kolín.
- Jízda pod dohledem ETCS L2 v ČR v současnosti standardně neprobíhá.
- Před zavedením systému ETCS L2 v ČR nebyl proveden dostatečný rozsah zkušebních jízd, které by odhalily jednotlivé nedostatky systému. Zároveň nebyly provedeny ani zkušební jízdy simulující zatížení systému v běžném provozu. Počet zkušebních jízd provedených v ČR za roky 2008 – 2018 lze definovat pouze v desítkách, čímž se ČR přibližuje počtu zkušebních jízd, které byly například ve Švýcarsku provedeny za jeden den! Například v rámci programu ETCS – I. Koridor úsek Kolín – Břeclav – státní hranice Rakousko/Slovensko bylo provedeno 85 zkušebních jízd a to včetně jízd pro ověření spojení atd.. Došlo pouze ke třem jízdám s lokomotivou Traxx a třem jízdám s lokomotivou Vectron.
- K aplikaci systému ETCS v ČR dochází v okamžiku, kdy tratě uvedené do provozu s ETCS L2 ve smíšeném provozu mají být v krátkém časovém horizontu převedeny na výhradní provoz, dojde tedy opět k situaci, že nebudeme mít zkušenosti s tímto způsobem řízení a provozování železniční dopravy.

7.2.1 Realizovat infrastrukturu dle pokynu „Zásady pro návrh technického řešení ETCS ve vazbě na kolejová řešení dopraven“

Zásady jsou jasně popsány a okomentovány výše. Je nutné je však i nyní vhodně implementovat na stávající stavby. Tento stav se v současnosti příliš nenaplní. Mnohé stavby jsou z důvodu ETCS upravovány a předělávány pro bezpodmínečnou možnost zajištění nenulové uvolňovací rychlosti.

Tyto úpravy se musí jasným způsobem korigovat, a to především definicí řádné dopravní technologie na uceleném rameni, která na základě relevantních podkladů o výhledové dopravě a technologii práce s vlaky stanoví, pro jaký typ provozu bude daná doprava sloužit, a to i při zvážení možných dopadů výlukových stavů a rozvojových možností. Nelze však uvažovat s tím, že v každé dopravně dochází ke změně sledu nebo křížování nákladních vlaků dlouhých 740 metrů, manipulaci s jednotlivými vozy atp.

Při dalším pokračování dle těchto pokynů je nutné si uvědomit, že většina staveb na tranzitních koridorech 1., 2., 3. a 4 je dokončena, případně běží pokročilá fáze jejich přípravy a realizace. Dá se říci, že chybí dokončit pouze lokální místa. Konkrétně:

- 1. koridor – ŽST Kralupy nad Vltavou – ŽST Nelahozeves, ŽST Pardubice hlavní nádraží, ŽST Brandýs nad Orlicí – ŽST Ústí nad Orlicí (mimo), uzel Česká Třebová, uzel Brno.
- 2. koridor – uzel Ostrava
- 3. koridor – ŽST Cheb, úsek Beroun (mimo) – uzel Praha, Výhybna Dluhonice – ŽST Prosenice (mimo)
- 4. koridor – Výhybna Nemanice – ŽST Ševětín, ŽST Soběslav (mimo) – ŽST Planá nad Lužnicí (mimo)

Tyto stanice mohou být rozšířeny o další rekonstrukce, které budou probíhat z důvodu staveb zajišťující plnou peronizaci, která bude opět řešena pouze lokálně bez kontinuálního provedení.

V současnosti však jsou připravovány stavby, které budou obnášet kontinuální obnovu jednotlivých dopraven, jako je příprava staveb v úsecích Praha – Lysá nad Labem, Ústí nad Labem – Cheb, Kolín - Havlíčkův Brod – Brno, Kolín – Všetaty – Děčín, Velký Osek – Choceň, Plzeň – České Budějovice, Praha - Beroun a další. U těchto staveb se vybízí realizace zásad dle pokynu, ale je nutné si uvědomit, že jejich kontinuální provedení bude dokončeno za minimálně 5 let a déle. Pravděpodobně nejdříve budou dokončeny stavby v úseku Praha-Lysá nad Labem, kde by mohlo dojít v roce 2023 k zavedení systému ETCS v celém úseku, který však bude v délce pouze 30 km!

Ovšem ani realizace podle pokynu nemá jednotné a jednoduché řešení. Mnoho úseků prochází místy s hustou zástavbou a prodlužování stanic není jednoduše možné. Navíc na zhlavích se nachází úrovněvé přejezdy, resp. nadjezdy, které brání dalšímu prodlužování stanic. Případné zábory a výkupy povedou k oddálení realizace staveb.

Zde je nutné si položit základní otázku, zda v roce 2023, respektive v roce 2028 (tedy 5 let po dokončení a zavedení výhradního provozu ETCS) bude nutné zkracovat kolejiště, zřizovat odvrtné

výhybky a konat další restriktivní opatření, které bude zakomponováno v infrastruktuře bez možnosti jejich odstranění.

7.2.2 Hledání nových možností

V současném stavu jsou vydány pokyny, které vznikly pro možnost dalšího pokračování při nasazení systému ERTMS/ETCS v rámci staveb v realizaci. Tyto pokyny však nelze uvažovat za konečné řešení a je nutné hledat další možnosti pro dosažení optimálního stavu. Je nutné si uvědomit, že pokyny vznikly v průběhu tří měsíců od zahájení jízdních zkoušek s dlouhými vlaky a odrážejí stávající poznání. Proto lze předpokládat, že dalšími zkouškami a úpravami systému lze dosáhnout lepších výsledků. Vzhledem k tomu jsou navrženy jednotlivé možnosti pro další pokračování v implementaci systému ERTMS/ETCS.

8 Digitální rádiový systém GSM-R

Digitální rádiový systém GSM-R (Global System for Mobile Communications – Railway) zajišťuje mobilní hlasovou a datovou komunikaci pro potřeby železničního provozu – základní hlasovou komunikaci mezi účastníky sítě, hlasovou komunikaci s jedoucimi hnacími vozidly, zasílání krátkých textových zpráv, datové služby a dále aplikace pro vytváření speciálních uživatelských skupin – posun, konference, dispečerské okruhy, apod. Realizací digitálního rádiového systému GSM-R dochází k plnému pokrytí železniční tratě rádiovým signálem GSM-R v kvalitě, odpovídající mezinárodnímu standardu EIRENE, potřebné pro nasazení jednotlivých železničních aplikací a systémů.

Rádiový systém GSM-R je interoperabilní jako součást subsystému řízení a zabezpečení, třída A – viz vyhl. č. 352/2004 Sb., o provozní a technické propojitelnosti evropského železničního systému, Směrnice 2008/57/ES respektive podle TSI – technických specifikací pro interoperabilitu týkající se subsystému pro řízení a zabezpečení.

Provoz této rádiové sítě musí být slučitelný s rádiovou komunikací používanou v mezinárodním železničním provozu. Systém GSM-R využívá kmitočtová pásma 876-880MHz a 921-925MHz (šířka kanálu je 200 kHz.). Jedná se o kmitočtové pásmo, které je pro síť GSM-R rezervováno v zemích Evropské unie a v zemích, které přistoupily k mezinárodní dohodě o implementaci systému GSM-R. Na území České republiky je pro pásmo GSM-R vydáno Všeobecné oprávnění VO – R 19/08.2005 ze dne 19.8.2005. Držitelem „Povolení“ pro celý úsek stavby je SŽDC, s.o.. Provozovatelem terminálů GSM-R mohou být právnické nebo fyzické osoby, které jsou držitelem platné licence k provozování drážní dopravy, nebo vykonávající činnosti související se zabezpečením provozu dráhy a drážní dopravy.

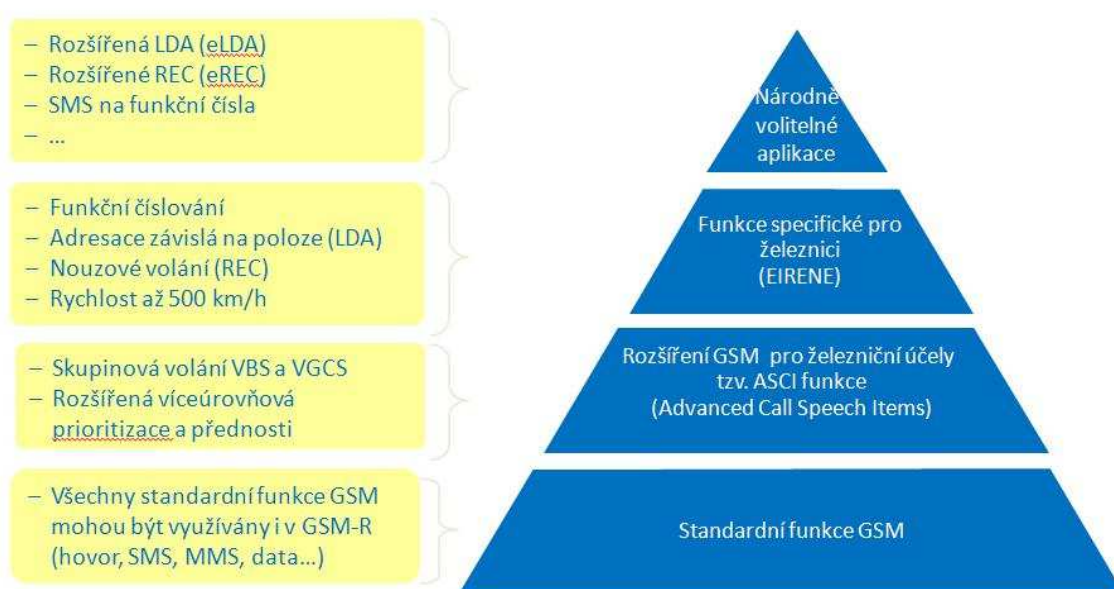
Rádiový systém GSM-R je budován na základě systémových SRS (*System Requirements Specification*) a funkčních požadavků FRS (*Functional Requirements Specification*) standardu EIRENE (*European Integrated Railway radio Enhanced Network*), které vydává a reviduje mezinárodní železniční unie – UIC (*International Union of Railways*). Aktuální platná verze je v případě SRS verze 16.0.0. a v případě FRS verze 8.0.0.

8.1 Vlastnosti a funkce systému GSM-R

Rádiový systém GSM-R je tedy základní komponentou projektu ERTMS, představující standardizovaný technický prostředek pro realizaci funkčních a systémových specifikací EIRENE zajišťující potřebnou interoperabilitu a kompatibilitu v oblasti rádiové komunikace na tratích evropského konvenčního železničního systému dle TSI CCS (technické specifikace interoperability v oblasti řízení a zabezpečení).

Specifikace systému GSM-R vychází z praxí ověřené a masově rozšířené technologické platformy veřejného digitálního rádiového systému GSM (jedná se digitální rádiový systém GSM 2. generace, z čehož vyplývají z dnešního pohledu některá omezení, jako je např. dlouhá doba navazování spojení nebo nízká přenosová rychlost pro přenos dat) doplněného o specifické drážní požadavky a vlastnosti vyžadované u rádiového systému určeného pro železniční provoz. Základními odlišujícími znaky od veřejných systémů jsou:

- Celkové koncepční zaměření na maximální dostupnost a spolehlivost hlasového i datového přenosu v prostoru představující linii železniční trati;
- V přístupu k přenosovým službám založených na přesně dané hierarchii uživatelů sítě (prioritě) vyplývající z požadavků železničního provozu rozlišovat u různých uživatelů míru naléhavosti dosažení rádiového spojení tak, aby stupeň priority volání odpovídal závažnosti jím řízené technologie z hlediska bezpečnosti.



Obrázek 1 – Možnosti rádiového systému GSM-R

Rádiový systém GSM-R kromě klasických přenosových služeb známých z veřejných sítí GSM (hlasová volání, okruhově vázané datové přenosy CSD, krátké textové zprávy SMS a datové paketové přenosy technologií GPRS) nabízí nadstavbové specifické funkce a vlastnosti pro drážní provoz, kterými jsou zejména:

- funkční adresování;
- adresování závislé na poloze účastníka sítě;
- režim posunu;

- rozšířené hlasové služby (ASCI);
- priority a upřednostnění hovorů (eMLPP);
- skupinové volání typu VGCS – obousměrné;
- skupinové volání typu VBS – jednosměrné.

Je třeba říci, že technologie GPRS je požadována až ve vyšších verzích specifikací systému ETCS úrovně 2/3.

8.2 Požadavky na úroveň pokrytí signálem GSM-R

Vzhledem k tomu, že na vybrané síti železničních tratí je záměr objednatele postupně vybudovat systém ETCS úrovně 2, je nezbytné, aby systém GSM-R byl vedle hlasových služeb schopen poskytovat i služby pro přenos dat. Z toho plyne, že pokrytí tratí rádiovým signálem GSM-R musí být zajištěno v kvalitě pro tratě vybavené ETCS úrovně 2 a 3 pro rychlost do 220 km/h dle specifikací EIRENE.

Pro správné a spolehlivé fungování celého systému ERTMS/ETCS L2 je nutné vybavit vybrané železniční tratě rádiovým systémem GSM-R (případně i potřebnou telekomunikační infrastrukturou v případě, že nedojde k jejímu vybudování v rámci souvisejících staveb), který slouží jako prostředek pro datovou i hlasovou komunikaci v celém systému ERTMS/ETCS a který je, jak již bylo zmíněno, povinným standardem.

Pro zachování spolehlivosti celého systému ERTMS jsou pro rádiový systém GSM-R a jeho pokrytí stanoveny minimální hodnoty úrovně pokrytí rádiovým signálem, které jsou definovány v technické dokumentaci UIC EIRENE:

- pokrytí s pravděpodobností 95 % vycházející z úrovně pokrytí 41,5 dBuV/m (-95 dBm) pro tratě s ETCS úrovně 2/3 s rychlostí nižší nebo rovné 220 km/h.

Následující níže uvedené hodnoty jsou doporučené:

- pokrytí s pravděpodobností 95 % vycházející z úrovně pokrytí 44,5 dBuV/m (-92 dBm) pro tratě s ETCS úrovně 2/3 s rychlostí nad 280 km/h;
- pokrytí s pravděpodobností 95 % vycházející z úrovně pokrytí 41,5 dBuV/m a 44,5 dBuV/m (-95 dBm and -92 dBm) pro tratě s ETCS úrovně 2/3 s rychlostí nad 220 km/h a menší nebo rovno 280 km/h.

Cílem je dosažení úrovně -95 dBm na všech uvedených tratích pro fungování systému ETCS L2. Tato specifikace dále stanovuje požadavky na pravděpodobnost splnění úrovně pokrytí na 95 % v každém 100m úseku trati.

Dalším významným parametrem pro spolehlivou funkci systému ERTMS/ETCS L2 je parametr QoS v rádiovém systému GSM-R. Tento parametr je dán Subsetem 093 a definuje hodnoty pro QoS:

QoS parametr	Hodnota
Connection establishmnet delay of mobile originated calls	< 8,5s (95%), ≤ 10s (100%)
Connection establishmnet error ratio	< 10 ⁻²
Maximální zpoždění přenosu konce / do / konce (datový blok 30 bajtů)	≤ 0,5s (99%)
Connection loss rate	≤ 10 ⁻² /h
Transmission interference period	< 0,8s (95%), < 1s (99%)
Error-free period	> 20s (95%), > 7s (99%)
Zpoždění registrace v síti	≤ 30s (95%), ≤ 35s (99%), ≤ 40s (100%)

Tabulka – Definované parametry QoS definované Subsetem 093

8.2.1 Požadavky na infrastrukturní část GSM-R

Při výstavbě infrastruktury rádiového systému GSM-R budou prioritně touto technologií vybavovány tratě ve vazbě na jejich důležitost. Je vhodné, aby instalace GSM-R v rámci jedné stavby byla prováděna na poměrně dlouhém úseku, protože řešení na kratších úsecích nepřináší žádný technický ani ekonomický efekt.

Je předpoklad, že touto technologií budou vybaveny v první řadě koridorové a celostátní tratě. To znamená, pokud na trati bude nasazen rádiový systém GSM-R je možné v uvedeném úseku systém TRS ponechat, nebo případně zrušit podle vybrané varianty. Hnací vozidla musí být však i nadále vybavena duálním rádiovým systémem, protože je evidentní, že dopravci budou v rámci přidělené kapacity dráhy se svými HV přejíždět do obvodu obou rádiových systémů.

Na železničních tratích se přechody mezi jednotlivými rádiovými systémy provádějí na základě pokynů a informací zveřejňovaných údajů o poloze příslušných návěstí (radiovníku) v tabulkách TTP dostupných všem dopravcům na portálu Provozování dráhy a na ŽDC příslušnou návěstí („radiovník“), aby byl strojvedoucí upozorněn na změnu rádiového systému. Na železničních tratích vybavených rádiovým systémem GSM-R se předpokládá současný provoz národního analogového rádiového systému TRS (pokud jím byly dříve vybaveny) nejvýše po dobu dvou měsíců od data zprovoznění

systému GSM-R (směrnice SŽDC č.35), aby se vytvořilo dostatečné přechodné období nezbytně nutné pro vybavení hnacích vozidel dopravců vozidlovými terminály systému GSM-R.

Z hlediska dispozice základnových BTS vychází výběr místa jednak z výpočtového návrhu, vycházejícího z digitálního 3D modelu, z výběru vhodných kmitočtů (rádiové plánování) a jednak z vlastního posouzení vybrané lokality s ohledem na vhodnost výstavby BTS a požadavek pokrytí uvedené lokality. Vzhledem k systému pokrytí, kdy je při liniové struktuře mezi BTS jen částečný vzájemný přesah, může s ohledem na konfiguraci terénu dojít k situaci, kdy je třeba nasadit opakovač pro dokrytí části území (po zkušenost z provozu je vhodné instalaci opakovačů co nejvíce eliminovat). Ze zkušeností s výstavbou pilotního projektu GSM-R a ostatních projektů GSM-R vychází vzdálenost mezi BTS v průměru na cca 6 km, což je ovšem v daném případě dáno konfigurací terénu. Dá se však počítat se vzdáleností maximálně 8 km.

Pro umístění BTS se přednostně vybírá prostor železničních stanic a to proto, že je zde požadavek provozovatele ŽDC a organizace řízení provozu nejen na liniové pokrytí trati, ale i na plošné pokrytí železničních stanic s ohledem na náhradu analogových sítí MRS v pásmu 150 MHz nejen pro posun ale i komunikaci zaměstnanců infrastruktury nebo pokrytí signálem GSM-R části stanice tzv. záhlaví směrem na odbočnou trať, kde pro strojvedoucího jedoucího z odbočné tratě do stanice pokryté signálem GSM-R musí být rádiový systém GSM-R dosažitelný pro takového strojvedoucího již u vjezdového návěstidla z této odbočné tratě. Umístění BTS v železničních stanicích je dále výhodné z hlediska umístění technologie, zajištění napájení a připojení na přenosové systémy. Pokud to možné není, je třeba vybudovat BTS ve volné trati, ale rozhodně však tak, aby se nestalo, že železniční stanice bude pokryta signálem z obou sousedních příslušných BTS. To pak způsobuje velké problémy při nastavení tzv. oblastí spojení. Strojvedoucí se pak na jednom zhlaví spojí pomocí zrychlené volby s jiným výpravčím než s tím, ke kterému má být hovor správně směřován. Připojení technologie GSM-R na přenosový systém je řešeno pomocí modemu po optickém kabelu do nejbližší žst., kde je přenosový systém, nebo napojením na optický kabel pomocí přenosového systému doplněného do BTS nebo pomocí optomodemu mezi BTS a přenosovým zařízením ve stanici. K propojení BTS a přenosového zařízení může být použit i samostatný OK budovaný v rámci výstavby BTS.

Z hlediska umístění anténních jednotek je vhodné využití samostatných stožárů (betonové, příhradové) určených pro výstavbu rádiového systému, případně je možné využití stávajících stožárů nebo osvětlovacích věží. Využití stávajících stožárů a věží je možné pouze za předpokladu, že výška stávajícího stožáru/věže odpovídá požadavku dle rádiového plánování. Umísťování anténních jednotek základnové BTS na trakční stožáry je zcela nevhodné, a to z několika důvodů:

- Vyšší náklady na provoz, údržbu a servis;
- Výška trakčního stožáru, která se obvykle v průměru pohybuje do 10 m;
- Četnější výstavba základnových BTS na trati, která povede k:
 - častému předání hovoru, což bude mít dopad na snížení QoS, které může v důsledku vést k nesplnění parametrů potřebných pro ETCS L2;
 - snížené spolehlivosti a dostupnosti z pohledu uživatele;
 - vysoké zátěži na infrastrukturní část sítě;

V samotném důsledku je pravděpodobné, že dojde k nedostatku kmitočtů při rádiovém plánování, tzn., že nebude možné zajistit rádiové pokrytí bez vzniku IMD rušení (Inter Modulation Distortion), tedy bez zhoršení kvalitativních parametrů sítě. Tato skutečnost způsobí, že při každém předání hovoru dojde ke krátkému výpadku dat (ke zvýšené chybovosti). Na tento krátký výpadek systém ETCS reaguje retransmisí a určitou dobu potřebuje pro zotavení (tj. je nutné přenést dostatečný počet správných zpráv. Časté předání hovoru, respektive při častém výpadku dat se systém nestačí zotavit, což může v konečném důsledku vést až k nechtěnému zastavení vlaku.

Instalace rádiového systému GSM-R musí být vždy prováděna tak, aby bylo zajištěno spojení s centrálními částmi systému GSM-R (ústředna MSC) v Praze a Přerově.

Problémem, který v průběhu projekčních prací vyvstal je pokrytí vstupních úseků do oblasti řízené systémem ERTMS/ETCS signálem GSM-R. V případě požadavku na automatický vstup do řízené oblasti, tzn. bez potřeby zastavení vlaku po dobu přihlašovací procedury, je nutné zajistit pokrytí signálem GSM-R i poměrně velkou část přípojné trati (cca 5 km a více v závislosti na rychlosti vlaku a dalších aspektech), tak aby bylo zavázáno spojení s RBC centrálou v dostatečném předstihu. Tento problém je nicméně řešitelný, jen je nutné s ním při rádiovém plánování systému GSM-R počítat.

8.3 GSM-R jako prostředek datové komunikace pro systém ETCS

V současné době smí být pro rádiovou komunikaci pro provozní účely řízení dopravy použit pouze jednotný rádiový systém GSM-R. Tento systém umožňuje i datovou komunikaci, která je také implementovaná do evropských standardů, na které se odkazují evropské směrnice. Níže jsou uvedeny možné datové přenosy:

8.3.1 CSD

(Circuit Switched Data) – Standardní datový rádiový přenos, z názvu je zřejmé, že se jedná o metodu přepojování okruhů. Každý datový kanál využívá jeden hlasový kanál. Obě strany si musí na začátku

komunikace domluvit rychlost spojení. V současné době se jedná o základní spojení systému ETCS od úrovně číslo 2 a výše.

Výhody – Standardní datový rádiový přenos. Pro potřeby ETCS plně dostačuje, nejběžnější použití pro ETCS je datový přenos 4,8 kbit/s, případně 9,6 kbit/s. Není zapotřebí fyzické doplňování infrastruktury, ani žádné jiné úpravy. Tento datový přenos je základním prvkem systému GSM-R a jedná se o tzv. mandatorní (povinnou) funkci dle EIRENE specifikací.

Nevýhody – Maximální přenosová rychlost je 14,4 kbit/s. Nelze přeposílat žádné větší objemy dat, jako jsou fotografie, video atd. Jeden datový kanál potřebuje jeden hlasový kanál.

8.3.2 GPRS/eGPRS

(General Packet Radio Service) – jedná se o technologii přepojování paketů – GPRS a EDGE, jejíž nastavení a provozní pravidla jsou přizpůsobená požadavkům kvality a bezpečnosti v drážním provozu. Využívá se ve funkci označované „GPRS pro ETCS“. Tato funkce je součástí nejnovějších EIRENE standardů, na které se odkazuje například i poslední platná směrnice o interoperabilitě. Obrovskou výhodou této technologie je, že ji lze spustit bez jakýchkoliv nutných zásahů do hardwarových částí již postavené infrastruktury. Není zapotřebí instalovat nové BTS, antény, napájení, případně rozšiřovat přenosovou technologii. Spuštění je možné prostřednictvím korektního nastavení v samotném softwaru centrálních částí sítě GSM-R (části NSS umístěné v Praze a Přerově) a konfigurace subsystému základnových stanic (část BSS).

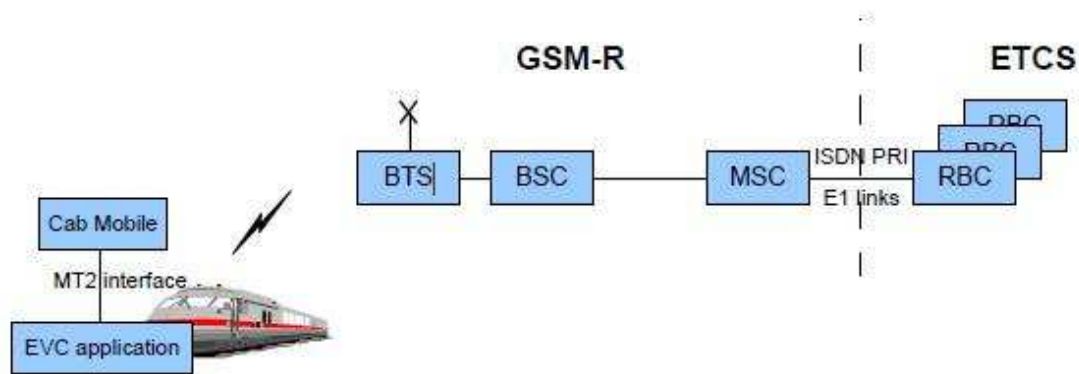
Výhody – Není zapotřebí fyzické doplňování infrastruktury, jako jsou základnové stanice (BTS) systému GSM-R. Nasazením lze navýšit kapacitu jednotlivých datových spojení čtyřnásobně (1 hlasové nebo datové spojení CSD může obsloužit 4 datové GPRS spojení). Lze použít i pro datové přenosy potřebné k ATO (Automatic Train Operation – automatickému vedení vlaku).

Nevýhody – Pro některé starší ETCS vozidlové radiostanice EDOR (zakoupené před rokem 2016) je zapotřebí provést výměnu rádiových modulů.

8.3.3 Rozhraní pro systém ETCS

Existuje celá řada rozhraní mezi rádiovým systémem GSM-R a systémem ETCS. Jedná se o následující rozhraní:

- Rozhraní mezi centrály RBC a MSC;
- Rozhraní mezi systémem ETCS EVC (European Vital Computer) a EDOR (ETCS Data Only Radio);
- Rozhraní mezi EVC ETCS a EIRENE Cab Radio pro přenos číslo vlaku.



Obrázek – Princip komunikace v systému ERTMS/ETCS

Rozhraní mezi MSC a RBC jsou redundantní E1 kanály nesoucí ISDN PRI protokol. Rozhraní mezi Cab Mobile a EVC je standardní MT2 rozhraní.

8.4 GSM-R jako prostředek pro hlasovou komunikaci

Další z funkcí rádiového systému GSM-R je čistá hlasová komunikace mezi jednotlivými účastníky železničního provozu (tj. dispečer/výpravčí, strojvedoucí atd.). Vzhledem k tomu, že pro hlasovou komunikaci není nutné realizovat pokrytí v takové kvalitě jako pro systém ETCS L2, je možné rádiový systém GSM-R využít i na tratích v současné době bez rádiového spojení, případně lze jej využít jako náhrada za stávající rádiové systémy.

Rozvoj a výstavba rádiových systémů v síti SŽDC jsou limitovány technickými specifikacemi pro interoperabilitu subsystémem řízení a zabezpečení transevropského konvenčního železničního systému, tzv. TSI CCS, k jejichž implementaci se Česká republika, resp. SŽDC zavázala vstupem do Evropské unie. V TSI je v současnosti uvedena povinnost budovat jako první rádiový systém na železnici pouze a jedině evropský rádiový systém GSM-R. Povinnost se týká jak drah zařazených do tzv. celoevropského železničního systému TEN-T (Trans-European Transport Network), tak i ostatních celostátních a regionálních drah. Tato povinnost byla potvrzena také dopisem 1. náměstka Ministerstva dopravy generálnímu řediteli SŽDC, s. o. ze dne 19. září 2016.

Jistou výjimku může tvořit výstavba místních rádiových systémů, které lze v opodstatněných případech a na základě schválení generálního ředitelství SŽDC budovat ve velkých železničních uzlech a významných železničních stanicích.

8.5 Kapacita a možnosti rádiového systému GSM-R

8.5.1 Kapacita rádiového systému GSM-R

Dále je při použití ERTMS/ETCS, resp. rádiového systému GSM-R nutné uvažovat s tím, že obdobně jako jiné systémy, má i rádiový systém GSM-R své maximální kapacitní možnosti.

V současné době, a to zejména u I. a II. TŽK obsahuje základnová BTS jeden sektor s 2 TRX, kdy první TRX vysílá TDMA (2 sig. timesloty + 6 účastnických timeslotů) a dvěma TRX vysílá 8 účastnických timeslotů což představuje 14 účastníků hovořících v jeden okamžik. Dále je nutné počítat s 1 kanálem vyhrazeným pro datový kanál GPRS. Z výše uvedeného tedy vyplývá že:

- Jednosektorová BTS obsahuje celkem 16 kanálů (tj. 2x 8 kanálů v obou TRX). Z těchto 16 kanálů je pro spojení (hovor) použitelných 13 kanálů;
- Dvousektorová BTS obsahuje dvojnásobek kanálů tj. 26 použitelných kanálů.

Příklad obsazení kanálů při jednotlivých činnostech:

- Hovor v buňce (mobil – mobil) – v rámci jedné buňky zabere relace mobil – mobil 2 kanály.
- Hovor terminál – mobil – obsadí 1 kanál. Terminál je jako pevná stanice zapojen přímo na ústřednu GSM-R.
- Skupinové volání (např. shunting režim) – se navolená skupina jeví vůči buňce jako jeden účastník a zabere tedy 1 kanál. V rámci shunting režimu se předpokládá max. počet 4-5 současné probíhajících posunů v těch nejvíce exponovaných lokalitách.
- Přihlášení vlaku do sítě – jedná se o vytáčené spojení, které obsadí trvale 1 kanál až do odhlášení. K tomu je potřeba ještě připočítat 1 kanál pro strojvedoucího po dobu hovoru s výpravčím nebo dispečerem.

8.5.2 Možnosti rozšíření rádiového systému GSM-R

Možnosti rozšíření kapacity rádiového systému GSM-R zejména ve velkých železničních uzlech, lze nalézt v rozšíření počtu sektorů (TRX) v jednotlivých základnových stanicích a tím rozšíření počtů jednotlivých kanálů. Nově instalované jednosektorové základnové BTS se již standardně dodávají s možností rozšíření až na 3 TRX, které lze rozšířit v případě vnitřního provedení BTS až na 3 sektory, v případě venkovního provedení až na 2 sektory.

V případě, že by stávající kapacita základnové BTS nebyla dostatečná, je možné pro její rozšíření provést následující:

- Pokud to stávající technologie BTS umožní je vhodné jejich rozšíření/doplnění o další sektor a tím dojde k navýšení kanálů;
- Pokud stávající technologie neumožní pouze doplnění/rozšíření bude nutné danou BTS v lokalitě vyměnit a nahradit novou, která umožní zvýšit počet kanálů v dané lokalitě;
- Současně by muselo dojít k případnému přeplánování rádiového pokrytí včetně úpravy kmitočtového spektra.

Stávající rádiový systém GSM-R je tedy možné na základě výše uvedených možností rozšířit na 39 kanálů při použití konfigurace O3 ve stávajícím systému GSM-R respektive 52 kanálů při použití konfigurace O4. Nicméně je třeba si uvědomit, že pro systém ETCS L2 nelze využít (obsadit) plný počet kanálů. Konfiguraci O4 s kapacitou 52 kanálů nedoporučujeme využívat. Tato varianta může způsobovat významné problémy zejména s frekvenčním plánováním, a i rušením okolních BTS např. ve velkých uzlech.

8.6 Stávající stav GSM-R v síti SŽDC

Systém GSM-R použitý v síti SŽDC je postaven na technologii NORTEL/KAPSCH, využívající v současnosti u MSC (Mobile Switching Center) programové vybavení ve verzi GSM21R, u BSC (Base Stations Controller) a BTS (Base Transceiver Station) verzi programového vybavení 18.0, a u IN (Intelligent Network) verzi programového vybavení SCP4.1. Uvedené verze programového vybavení mohou být v budoucnu změněny na aktuálně platné.

Digitálním rádiovým systémem GSM-R se v současné době postupně vybavují jednotlivé železniční koridory a to zejména I. - IV. TŽK. Ústředny systému GSM-R jsou umístěny v objektu CDP Přerov a objektu SŽDC v Pernerově ulici v Praze.

8.6.1 Současný stav pokrytí rádiového systému GSM-R



Obrázek – Současný stav pokrytí rádiového systému GSM-R

8.6.2 Výstavba GSM-R na regionálních tratích

Digitální rádiový systém GSM-R by na méně frekventovaných železničních tratích, především tratích regionálního charakteru, nemusel být budován s vidinou budoucí implementace evropského zabezpečovacího systému ETCS level 2, ale ve verzi nižší, resp. i bez systému ETCS. Tento režim výstavby by ve spojení s aplikací GSM-R STOP mohl vést ke zvýšení bezpečnosti na regionálních tratích a nahradit stávající národní traťový rádiový systém TRS, který již není možné nadále budovat jako základní rádiový systém.

Tento způsob řešení by spočíval ve výstavbě nižších typizovaných stožárů s menšími anténami a s umístěním výkonových vysílacích částí BTS (RRH) přímo na stožárech nebo v objektu u stožáru (venkovní skříň/technologický objekt). Na jeden řídicí digitální modul BTS (DM) by tak mohlo být připojeno až 6 rádiových bodů. Podmínkou výstavby rádiového systému GSM-R v tomto režimu ovšem zůstává nutnost přípravy napájení pro jednotlivé rádiové body a nutná přítomnost optického kabelu s dostatečnou volnou kapacitou na dané železniční trati. Každý oddálený výkonový modul RRH je nutno připojit pomocí dvou optických vláken. Druhou podmínkou pro bezpečný provoz tohoto řešení je umístění druhého DM na opačné straně tak, aby v případě přerušení optického kabelu byla umožněna funkčnost rádiového systému.

8.7 Budoucnost systému GSM-R

Předními výrobci a dodavateli technologie GSM-R byla potvrzena podpora technologie GSM-R minimálně do roku 2030. Podpora zahrnuje dodávky komponent, náhradních dílů a celkové technické podpory systému. Tato podpora byla potvrzena zástupci ROC Industry Group na 2nd UIC GSM-R Světové konferenci konané dne 15-16. 9. 2015 v Paříži. V současnosti se jedná o její prodloužení a některé státy v současné době žádají její prodloužení až do roku 2035, případně 2040.

Jelikož se předpokládá, že příprava jakéhokoliv nového systému potrvá (především legislativně) přibližně 15 let, už nyní se provádí příprava na budoucí systém. Je již znám jeho název – FRMCS (Future Rail Mobile Communications System). V současné době se shromažďují provozní požadavky na tento systém formou URS (User Requirements Specification).

Nejbližší verze – URS 4.0.0 – by měla vyjít na začátku roku 2019. V současné době jsou připravované především verze s provozními požadavky a definují se potřebné specifikace. Technický základ budoucího systému není znám, ale předpokládá se, že bude postaven na technologii 5. generace. Základním protokolem bude IP. Cílem projektu není udělat revoluci v drážním komunikačním systému, ale být připraven na budoucnost. Nebude se jednat o změny ze dne na den, scénář je zřejmý – bude zde postupná evoluce. V datových spojeních se již koná – postupný přechod z CSD na paketovou IP komunikaci GPRS/EDCE, která se v budoucnu přenesení v IP komunikaci v FRMCS.

9 Nové možnosti

Při pohledu na stávající zásady je nutné si uvědomit několik skutečností. Kromě již zmíněných se jedná o následující:

- Vývoj jakéhokoliv systému stále pokračuje.
- Systém se bude nadále rozvíjet, a to i formou výhradního provozu.
- Stavební úpravy jsou při dalších úpravách softwaru již neměnné a nevratné.

Vzhledem k tomu je možné a účelné hledat možnosti na eliminaci negativních dopadů, a to i v rozsahu, který nebyl v současnosti využit vzhledem k tomu, že docházelo k instalaci systému ERTMS/ETCS na již dokončené stavby, kdy stávající zabezpečovací zařízení bylo dokončeno a bez možnosti větších zásahů.

V další kapitole představíme možnost technického řešení eliminace negativních dopadů systému ERTMS/ETCS při využití obousměrné komunikace mezi staničním, traťovým zařízením a vlastním systémem ETCS. Zároveň využijeme možnosti již vydaných pokynů a možnosti jejich kombinací.

9.1 Volba uvolňovací rychlosti

Na základě pokynů byla definována nenulová uvolňovací rychlost v rozsahu do 20 km/h. Při její implementaci v ŽST musí být zajištěna ochranná dráha pro případ, že strojvedoucí pochybí a vlak nezastaví, což povede k projetí místa zastavení s následným nouzovým bržděním.

V současnosti je však známo, že uvolňovací rychlost může, ale také nemusí být jednotlivým vlakům přidělena. V případě, že jim nebude přidělena, není nutné realizovat dodatečná bezpečnostní opatření a jediným problémem může být nepřesné zastavení vlaku. Na základě tohoto opatření lze realizovat první část eliminace této problematiky. V rámci druhé části je pak řešen vjezd vlaku na kolej, jejíž délka se blíží délce vjíždějícího vlaku.

9.1.1 Vjezd vlaku s nulovou uvolňovací rychlostí

Na většině konvenční železniční sítě jezdí smíšená doprava. Tu kromě rozdělení na osobní a nákladní dopravu můžeme zatříďovat do jednotlivých skupin dle jejich délky. Pokud budeme předpokládat, že vlak, který vjíždí na danou kolej, má oproti užitečné délce staniční koleje délku o 250 m a více kratší, lze říci, že nemusí mít přidělenou nenulovou uvolňovací rychlost a lze definovat, že zastaví na dané koleji bez dalších důsledků (při takové délce vlaku nedojde ani k výraznému dalšímu prodloužení obsazení zhlaví oproti případu, kdy by uvolňovací rychlost udělena byla – k poklesu brzděné křivky

pod 20 km/h dojde až po uvolnění zhlaví koncem vlaku). V případě vlaků osobní dopravy a potřebě dojetí ke konci oprávnění (situování nástupiště, značná délka vlaku atp.) je možné uvažovat dojezd vlaku až na vzdálenost 100 – 150 metrů od konce oprávnění. Výše uvedené hodnoty odpovídají specifikacím Baseline 3 (dle dosavadních zkušeností s Baseline 2 jsou hodnoty vyšší a může tak dojít ke změně hodnot na základě dalších zkušeností).

V okamžiku možnosti znalosti délky vlaků a postavení vlakové cesty může zařízení rozhodnout o způsobu zajištění bezpečnosti.

Například na velmi vytížené příměstské trati v úseku Poříčany – Kolín podle ročního průměru je následující skladba vlaků:

- Poměr mezi osobní a nákladní dopravou je 82 % osobních vlaků (průměrné délky 160 metrů) vůči 18 % nákladní dopravy (průměrné délky 370 metrů)
- 82 % vlaků dosahuje průměrné délky 160 m
- 16 % vlaků dosahuje průměrné délky 370 m
- 2 % vlaků dosahuje délky vyšší jak 370 m

Z výše uvedeného lze vidět, že při takto hustém provozu osobní dopravy je potřebné délku koleje řešit pouze v méně než 10 % případech a z pohledu možného omezení provozu už samotným rozjezdem vlaku a jeho brzděním je výhodnější takový vlak předjíždět pouze minimálně a plánovaně tak, aby provoz jako takový byl maximálně plynulý pro všechny druhy vlaků. O opatřeních pro zajištění předjíždění takového vlaku bude pojednáno dále.

9.1.2 Měření délky vlaku

Dle výše uvedeného je patrné, že zjištění délky vlaku bude základním parametrem pro možnost omezení výluk současných jízdních cest a případné stavební úpravy stanic. Zjišťování délky však není nutné provádět s velkou přesností a postačuje ji definovat v určitých limitech délky, a to v konkrétních případech vůči délkám dopravních kolejí na dané trati. V případě zjišťování délky vlaku jako takové můžeme říci, že pro potřeby navrhovaného systému se můžeme pohybovat s přesností ± 50 m.

Délka vlaku je v současnosti zanesena v systému GTN, respektive ISOR. Vzhledem k tomu, že tato délka se definuje pouze na základě zadání informace od drážního personálu, bude vhodné tuto délku potvrdit technickými prostředky.

Při úvaze, že systém ETCS je implementován na tratích s dálkovým řízením, respektive je budován přenos informací stavu jednotlivých zařízení v rozsahu RBC, lze předpokládat, že technické zjišťování

délky postačuje pouze na vstupech do řízené oblasti případně v místech, kde může docházet ke změnám (zejména prodloužením) délky souprav a vzniku vlaků. Za tato místa lze předpokládat jednak kontejnerové terminály, seřaďovací stanice, stanice se vznikem vlaků osobní dopravy nebo zejména na lokálních tratích s kratšími dopravními též pravidelně obsluhované dopravní body s VNVK.

Vlastní měření délky může být provedeno několika způsoby:

- Počítačem náprav – počítačem náprav můžeme definovat počet náprav v daném vlaku, vzhledem k jeho spolehlivosti není nutné žádné dodatečné ověřování. Na základě zjištěného počtu náprav můžeme odvozovat délku soupravy formou prostého násobku náprav s konstantní délkou. Ta může být definována dle původních úvah odvozování délky vlaku v šedesátých letech, tedy jako násobky 5 m (s ohledem na prodlužování vozů osobní i nákladní dopravy se jeví jako vhodné posoudit potřebu používání násobků 6 m). Výpočet může být tedy definován jako:

$$\text{Délka vlaku (m)} = \text{Počet náprav (kus)} \times \text{Měrná délka (5 m)}$$

Tím by mohlo dojít k definici délky dle podkladu od ŽESNAD.CZ následujícím způsobem:

Vlak s vozy řady:	Délka vozu	Počet náprav	Počet vozů	Skutečná délka vlaku	Délka vlaku dle výpočtu z počtu náprav	Rozdíl
Sggrs	26,7	6	23	614,1	690	75,9
Sggns	25,9	4	24	622,6	480	-142,6
Sgmmns	13,6	4	40	544,4	800	255,6
Zaes	12,6	4	30	378,0	600	222,0
Habbins	23,3	4	20	465,3	400	-65,3
Es	10,0	2	40	400,0	400	0,0
Falls	13,5	4	40	541,0	800	259,0
Kils	14,0	2	40	560,8	400	-160,8

Z výše uvedené tabulky je patrné, že chyba nepřesahuje -20%. U chyb +20% a více dojde k tomu, že vlak se bude chovat jako dlouhý vlak a dojde k výlukám, což je sice pro dopravu omezující stav, ale z pohledu bezpečnosti je to stav bezpečný. Můžeme proto říci, že i zjednodušený výpočet umožňuje nadefinovat délku soupravy a pracovat s ní.

- Definování délek úseku před vstupem do řízené oblasti – na stávající infrastruktuře jsou zřízeny úseky pro detekci vlaku s definovanou délkou. Na základě této znalosti, můžeme při jejich obsazení vyhodnotit délku vlaku ve vztahu k délce jednotlivých obvodů. V případě, že stávající délky obvodů nebudou odpovídající, mohou být pro tyto potřeby doplněny novými

snímači. Tento způsob se nejeví příliš jako vhodný, zejména vzhledem k náročnosti získávání jednotlivých dat a porovnání je se stavem sousedních úseků.

- Samostatným zařízením definující délku vlaku – v současné době jsou známy prostředky pro indikaci délky vlaků, které jsou založeny na jednotlivých fyzikálních možnostech (například opto/infra závora, indukce, atd.).
- Informace zadávaná do palubního počítače na hnacím vozidle – v palubním počítači hnacího vozidla je zadávána informace o délce vlaku, která není však nikterak ověřována kromě možnosti ověření doprovodným personálem.
- Poslední možností je využití vlastností systému ETCS a zabezpečovacího zařízení. Vzhledem k tomu, že RBC zná rychlost vlaku lze na základě této rychlosti a obsazení snímače poměrně přesně definovat délku vlaku. Pod pojmem snímač si lze představit jak počítač náprav, u kterého bude uvažováno první a poslední obsazení. Tyto prvky by měly být zřízeny v mezistaničním úseku a kontrolovány pouze v okamžiku, kdy vlak má konstantní rychlost.

Z výše uvedeného je zřejmé, že délku vlaku lze nadefinovat. Otázkou bude možnosti přesnosti definice této délky a vliv na řízení provozu, které si představíme i na možných příkladech.

9.2 Předpokládané místo zastavení

9.2.1 Nepřesnost odometrie

Místo zastavení je definováno systémem ETCS na základě zmapování infrastruktury. Definice tohoto místa je tak přesná, jako je definice získávání podkladů. Ty však vychází z geodetického zaměření kolejí a lze říci, že nepřesnost zpracování je možná pouze lidským faktorem, který ji zadává. Obecně lze konstatovat, že plně postačuje nepřesnost definice tohoto místa $\pm 0,5$ m. Lze říci, že větší nepřesnosti jsou následně odhalovány při kontrolních přepočtech.

Při předpokladu, že místo zastavení je nadefinováno dle měření, můžeme konstatovat, že následně vstupují do nepřesnosti místa zastavení vnější vlivy. Jedním z těchto vlivů je nepřesnost měření na mobilní části, které jako základní prvek používá měření pomocí odometrie. Zde můžeme konstatovat, že obecně se uvažuje se skutečností, že vlivem tohoto měření vzniká nepřesnost zastavení/respektive měření dráhy v rozsahu cca $\pm 5\%$ od posledního místa, kde byla odometrie „kalibrována“, tedy u balízové skupiny s definovanou polohou. Nepřesnost v měření odometrie je dle TSI Subset-041 dána vztahem:

$$\text{Nepřesnost odometrie} = \pm (5 \text{ m} + 5 \% \text{ z ujeté vzdálenosti od poslední balízy})$$

Tento vztah je v současnosti obecně platný a popisuje maximální přípustnou nepřesnost odometrie při jejím bezporuchovém stavu. V definici 5 m v úvodu vztahu je započítávána i geodetická nepřesnost. Je však nutné zmínit i v současnosti probíhající testy nových zařízení, které dosahují přesnosti 2%. Jedná se o nové koncepty měření vzdáleností, které vznikají již od roku 2011 v rámci současných programů na digitalizaci infrastruktury.

Na základě výše uvedených skutečností lze definovat nepřesnost odometrie při 5% a 2% nepřesnosti následujícím způsobem:

Vzdálenost od poslední balízy (m)	Nepřesnost odometrie 5% \pm (m)	Nepřesnost odometrie 2% \pm (m)
50	7,5	6
100	10	7
150	12,5	8
200	15	9
250	17,5	10
300	20	11
350	22,5	12
400	25	13

9.2.2 Konec oprávnění k jízdě

V systému ERTMS/ETCS je oprávnění k jízdě (Movement Authority - MA) vydáváno do místa konce oprávnění k jízdě (End of Authority - EoA). V současných implementacích ERTMS/ETCS v ČR je konec oprávnění k jízdě vázán na polohu návěstidla. Ty jsou však umístěna dle stávajících provozních požadavků, které odráží v současnosti zavedené systémy národního vlakového zabezpečovače. V systému ERTMS/ETCS L2 je však konec oprávnění k jízdě definován vzdáleností od poslední vztažné balízové skupiny. Vhodným stanovením místa konce oprávnění k jízdě je tedy možné eliminovat rizika, která přináší současné systémy národního vlakového zabezpečovače, plynoucí z nedovoleného projetí konce vlakové cesty, neboť vlak jedoucí pod plným dohledem systému ERTMS/ETCS neprojede s vysokou mírou pravděpodobnosti (u systému ERTMS/ETCS zvolen na 99,9999999%) místo konce oprávnění k jízdě, resp. s touto pravděpodobností zastaví v intervalu, který je dán nepřesností v určení polohy vlaku.

Z obrázku je patrné, že v případě situování konce oprávnění k jízdě do místa dle červené křivky může vlivem nepřesnosti odometrie dojít k jeho projetí. K místu konce oprávnění k jízdě je například počítána brzdná křivka pro provozní brzdění. Vzhledem k tomu, systém s touto nepřesností pracuje a definuje EoA do nejhoršího místa, tedy do místa dle nepřesnosti odometrie.

9.2.3 Místo ohrožení

Místo ohrožení (Danger Point - DP) označuje nejbližší místo za koncem oprávnění k jízdě, kde může reálně dojít ke střetu s jiným drážním vozidlem. Jedná se tedy například o námezník nebo hrot následné výhybky na které dochází k protnutí jízdního profilu dané cesty s jinou. Danger point je volitelnou částí vydaného oprávnění k jízdě. Vozidlu jedoucího pod plnou kontrolou systému ERTMS/ETCS není umožněna jízda za toto místo. K místu ohrožení je například počítána brzdná křivka pro nouzové brzdění.

9.2.4 Nepřesnost místa zastavení

Jedná se o nepřesnost vzniklou vedením vlaku strojvedoucím nebo automatizovaným systémem ATO – strojvedoucí i automatický systém jsou v případě omezení brzdnými křivkami schopni regulovat rychlost pouze v určitých mezích v závislosti na brzdovém systému vlaku. Obecně se dá říci, že při poklesu rychlosti vlaku pod kritickou hodnotu dojde při pokusu o změnu rychlosti k jeho zastavení,

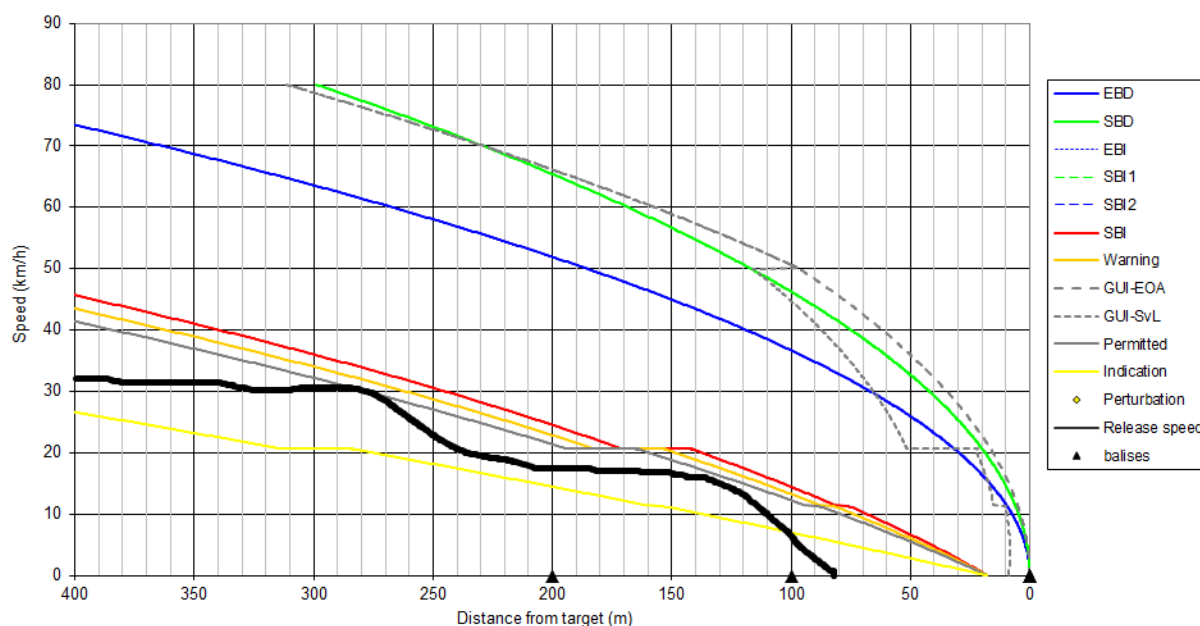
nebo k poklesu rychlosti na velmi nízké hodnoty, které přinejmenším způsobí dlouhé obsazení zadního námezníku. Tato rychlost závisí zejména na typu železničních vozidel řazených do vlaku (osobní/nákladní, dvounápravové/čtyřnápravové, nízký/vysoký jízdní odpor atd.), systému brzd na jednotlivých vozidlech (zdržové/kotoučové) a režimu brzdění, délce vlaku a systému řízení vlaku (strojvedoucím/strojvedoucím s tempomatem/plně automaticky).

Zjednodušeně se dá říci, že zatímco u vlaků nákladní dopravy dojde dosažení kritické rychlosti po poklesu pod hodnotu 20 km/h, u vlaků osobní dopravy lze uvažovat rychlost 10 km/h, v případě kratších osobních souprav a ucelených jednotek lze v případě nutnosti ve zdůvodněných případech uvažovat i s rychlostmi nižšími. Vždy je však nutné při uvažování takto pomalé jízdy zvážit všechny možné dopady (prodloužení cestovní doby, prodloužení obsazení zhlaví atd.).

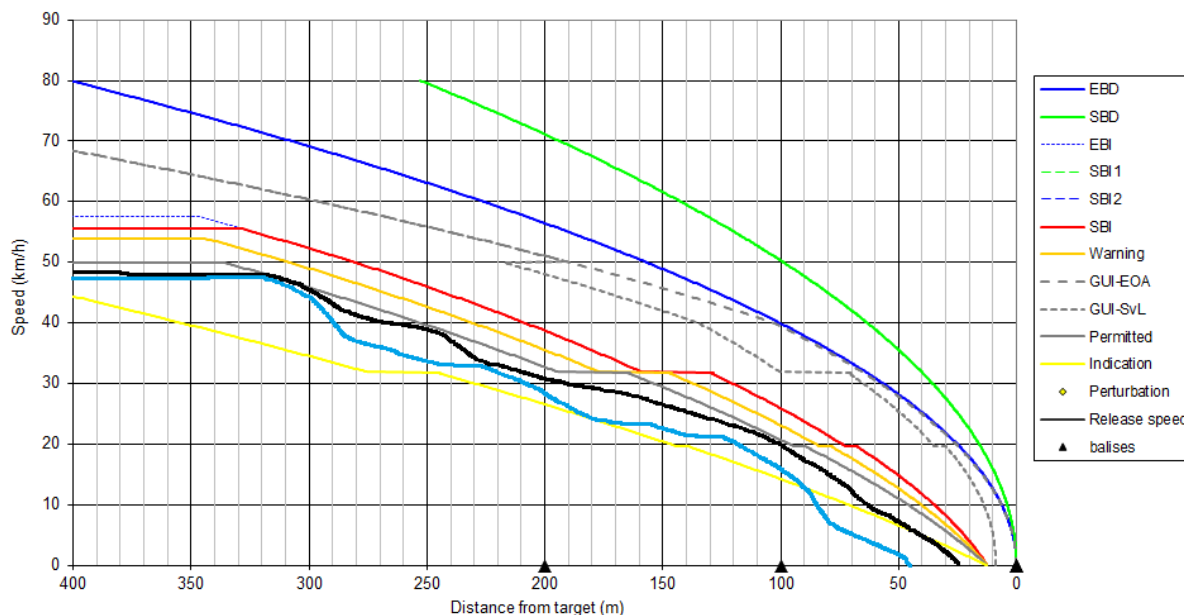
9.2.5 Místo nejzazšího dosažitelného zastavení

Následující grafy vycházejí z oficiálně poskytované pomůcky ERA (dle Baseline 3) – přidané křivky znázorňují možný průběh jízdy různých vlaků za různých podmínek na posledních 400 m před koncem oprávnění (bylo konstruováno na základě konzultací se strojvedoucími a jejich zkušeností a pokusů).

Nákladní vlak, 650 m, 100 brzdících %, režim brzdění G (černá křivka znázorňuje průběh jízdy vlaku):



Vlak osobní dopravy, 200 m, 120 brzdících %, režim brzdění P, kotoučové brzdy (černě ATO, světle modře strojvedoucí – teoreticky i strojvedoucí může dosáhnout podobného průběhu jako ATO, nicméně běžně se tak nestane):



V grafu jsou pro vedení vlaku zásadní následující křivky:

- Indication: Strojvedoucí (ATO) začne být upozorňován na nutnost regulace rychlosti.
- Permitted: Při dosažení této křivky dojde k upozornění na překročení rychlosti.
- Warning: Při dosažení této křivky dojde ke zvukovému upozornění na překročení rychlosti.
- SBI: Při dosažení této křivky dojde automaticky k zahájení provozního brzdění, dokud se vlak nedostane pod křivku.
- EBI: Při případném dosažení této křivky dojde k zahájení nouzového brzdění, a to až do zastavení vlaku.

Z výše uvedeného lze usuzovat, že palubní část ETCS vyhovující specifikaci Baseline 3 zařízení by bez využití nenulové uvolňovací rychlosti měla umožnit dojezd nákladního vlaku alespoň do vzdálenosti 100 metrů od konce oprávnění (pro případ horších podmínek bude dále uvažováno 200 metrů; tato hodnota by měla být snížena až na základě dostatečného množství zkušeností). V případě vlaku osobní dopravy lze uvažovat dojezd alespoň do vzdálenosti 50 metrů od konce oprávnění (zatím bude uvažováno 100 metrů).

9.3 Využití délky vlaku

Za předpokladu znalosti délky vlaku (ať už ze strany dispečera nebo zařízení jako takového) můžeme uvažovat s jeho využitím následujícím způsobem. **Krátký vlak** je takový, který s ohledem na jeho parametry (zejména délku) je schopen zastavit nejpozději v místě nejzazšího dosažitelného zastavení bez přidělení nenulové uvolňovací rychlosti, „Dlouhé vlaky“ jsou ty zbylé.

9.3.1 Vjezd krátkého vlaku

Při vjezdu „krátkého vlaku“ na dopravní kolej bude ponechána nulová uvolňovací rychlost. Jízda vlaku bude probíhat shodně jako v současnosti a vlak při vjezdu na kolej buď zastaví v místě EoA, nebo vlivem nepřesností zastaví před tímto místem. Strojvedoucímu je pak umožněno, že vlak opětovně uvede do pohybu pro možnost dosažení místa zastavení.

V případě, že došlo k chybnému odhadu, zda se jedná o krátký vlak, a vlak omezí projížděné zhlaví. je umožněn jeho dojezd k EoA na základě činnosti strojvedoucího. Při této situaci by mělo dojít k prověření tohoto vlaku, vzhledem k tomu, že jeho parametry budou výrazně horší než předpokládané a je tím vysoká pravděpodobnost jeho chybné činnosti.

9.3.2 Vjezd dlouhého vlaku

Při vjezdu „dlouhého vlaku“ na dopravní kolej bude existovat možnost přidělení nenulové uvolňovací rychlosti v maximální výši do 20 km/h. Jízda „dlouhého vlaku“ bude probíhat obdobně jako u „krátkého vlaku“ s tím rozdílem, že bude provedena výluka jízdních cest v pokračování jízdy „dlouhého vlaku“ pro případ projetí konce oprávnění při jeho zastavení.

Podobným způsobem lze ve zdůvodněných případech (nástupiště blíže než 100 metrů, příp. 50 metrů, od konce oprávnění) postupovat též u vlaků osobní dopravy s tím, že obvykle bude postačovat uvolňovací rychlost 10 km/h, pokud to nebude např. mít zásadní vliv na jízdní doby vlaku (např. když v mezilehlé dopravně prodloužení jízdní doby postihne pouze malou část cestujících, kteří zde vystupují).

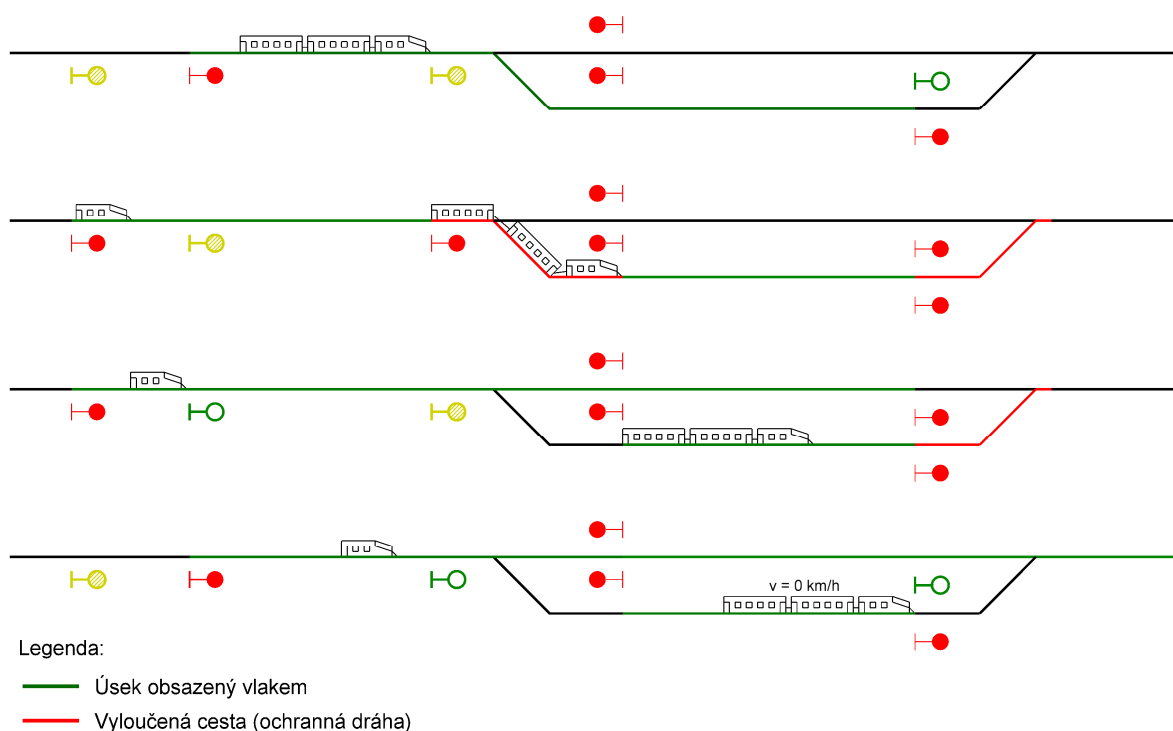
Odejmutí nenulové uvolňovací rychlosti proběhne až po zastavení vlaku v koleji a uvolnění zhlaví. Do té doby bude zajištěna pro vlak jak uvolňovací rychlost, tak i výluky v jeho pokračování.

Určení výše uvolňovací rychlosti u daného návěstidla bude vždy součástí dopravně-technologického posouzení, které zhodnotí podstatné dopady daného technického řešení s tím, že primárním cílem by vždy mělo být řešení, které bude užívání nenulové uvolňovací rychlosti minimalizovat, resp. které bude minimalizovat užití nenulové uvolňovací rychlosti.

9.3.3 Výluka jízdních cest

Výluka s dopadem na jiné vlakové cesty bude uvažována pouze v případě, kdy vzdálenost mezi koncem oprávnění a místem ohrožení bude kratší než potřebná ochranná dráha pro příslušnou hodnotu nenulové uvolňovací rychlosti.

Jízdu „dlouhého vlaku“ a systém výluk jízdních cest je znázorněn v následujícím schématu:



V situaci, kdy je přidělena nenulová uvolňovací rychlost na základě daných parametrů zvolené vjezdové koleje a známých parametrů vlaku a ochranná dráha zasahuje za místo ohrožení (námezník rozhodné výhybky), bude přistoupeno k výluce potenciálně ohrožených vlakových cest do doby, než potenciální ohrožení pomine (vlak zastaví – je indikována jeho nulová rychlost – a je odejmuta uvolňovací rychlost). Příjezdové mezidobí pak je vymezeno jednak délkou času jízdy prvního vlaku od uvolnění poslední návěsti před zhlavím do indikovaného zastavení (resp. odejmutí nenulové uvolňovací rychlosti), jednak časem jízdy druhé vlaku v posledním kolejovém úseku před zhlavím (konkrétní vzdálenost vlaku od poslední návěsti před zhlavím sice závisí na konkrétní brzdě křivce, ta je ale pro dané zpomalení při shodných sklonových poměrech shodná).

Navržené řešení je vhodné zejména pro nejobvyklejší případ na dvojkolejně trati, kdy dochází ke změně sledu vlaků – v takovém případě dochází pouze k minimálnímu nebo nulovému ovlivnění

jízdy druhého vlaku. Toto řešení však ovlivňuje současnost vlakových cest (např. současný odjezd vlaku z jiné předjízdne koleje). Domníváme se však, že dopady jsou v obvyklých případech minimální.

Dále je ke zvážení, že přidělená nenulová uvolňovací rychlost (a s ní související výluka) nebude limitována až zastavením vlaku, ale že bude vlaku odebrána po uplynutí časového limitu, který bude stanoven např. na základě délky dané koleje (o blížícím se odebrání bude strojvedoucí upozorněn textovou zprávou). Délka výluky by dále měla korespondovat s předpokládanou dobou jízdy vlaku od fyzického obsazení koleje do zastavení s tím, že průběh jízdy vlaku bude odpovídat zvolené hodnotě uvolňovací rychlosti (a skutečnosti, že strojvedoucí pojede nižší průměrnou rychlostí, než je nejvýše přípustné). Stanovení vhodné hodnoty by mělo být ověřeno zkušebními jízdami, resp. reálnými zkušenostmi. Toto řešení může být použito zejména do doby, než bude existovat možnost detekce zastavení vlaku.

9.4 Systém ETCS a ATO

Vzhledem k definování systému ETCS je nutné si uvědomit základní skutečnosti, respektive rozdíly mezi systémem ETCS a ATO.

Systém ETCS je definován jako vlakový zabezpečovač. Jedná se tedy zajištění předávání informace o další jízdě s definováním povinností, které musí zajistit strojvedoucí v rozsahu dle prvních kapitol. Systém ATO (Automatic train operation) je zařízení pro zvýšení plynulosti a hospodárnosti provozu, které slouží k automatizaci provozu vlaků.

Pro účely optimalizace energetické spotřeby, plynulosti a návaznosti spojů se nasazuje systém automatického vedení vlaku pro systém ETCS - Automatic Train Operation pro ETCS (ATO over ETCS). Systém automatického vedení vlaku ATO over ETCS bude volitelnou součástí TSI CCS patrně nejpozději v roce 2020. Již nyní jsou k dispozici návrhy příslušných specifikací – Subset 125 a 126 a připravují se další tak, aby zajistily plnou integraci do specifikací ERTMS. K tomu je nutné zajistit datový přenos z údajů z řídicí centrály na vlak traťovou částí, tzv. ATO Trackside – ATO-TS. Takový přenos je nutný také pro zajištění interoperability, aby vlaky vjíždějící do dané oblasti mohly získávat traťový a jízdní profil dálkově, tj. radiovým datovým přenosem. Jakmile je datový přenos na vlak zajištěn pomocí ATO-TS, je možné přenášet i další informace ze systémů provozního řízení za účelem síťové optimalizace. Lze předpokládat, že dopravci budou mít velký zájem o provoz vlaků s funkcí ATO. A nepůjde jen o domácí dopravce, ale i o zahraniční operátory, kteří již v současné době

jeví velký zájem o interoperabilní technologii ATO. Nasazení ATO-TS v souladu s TSI CCS se tedy bude jevit jako nutnost.

Mnoho těchto systémů je spojeno s automatickým řízením vlaků ATC (Automatic Train Control), jedná se tedy o automatickou regulaci rychlosti na základě definovaných vnějších vstupů.

Tématem této metodiky není další požadavek na definování systému ATO, ale je nutné vnímat rozdíly mezi nimi. Jedná se především o uvědomění si, že systém ETCS předpokládá činnost strojvedoucího a jeho rozhodování, kdežto systém ATO se snaží výrazným způsobem eliminovat zásahy strojvedoucího do řízení. Za systém ATO lze v české republice například prohlásit systém AVV, který však není přímo závislý na zabezpečovacím zařízení.

V budoucnu se pravděpodobně systémy ETCS a ATC spojí v jeden systém, ale nyní je nutné brát v úvahu jejich rozdíly.

9.5 Zpracování dat

V rámci projekčních prací systému ETCS, dochází ke sběru značného množství dat. Vzhledem k jejich rozsahu lze říci, že se jedná v každé stavbě o zpracování kompletní mapy tratě, která je využívána při vytváření software v RBC, tedy vytvoření stacionární části ETCS L2. Ta definuje kilometrické polohy všech rozhodujících prvků na infrastruktuře, jako jsou polohy výhybek, balíz, rychlostníků, začátků a konců mostů, tunelů, nástupišť atd.

Po dokončení projektu jsou tato data odevzdávána v rozsahu směrnice a smluvních ujednání SŽDC s. o. Jedná se o obdobné předávání dat jako při modernizaci infrastruktury.

Tento stav však není optimální – vzhledem ke skutečnosti, že tato data by měla být udržována v aktuální podobě po celou dobu existence systému ETCS L2. Data by měla být tedy pravidelně aktualizována při každé změně na infrastruktuře, která bude způsobena jak investiční stavbou, tak stavbou v rámci údržby trati. Lze říci, že i změna/oprava izolovaného styku, čištění a podbíjení železničního svršku, rekonstrukce nástupišť atd., může způsobovat změnu těchto dat a to především při nesprávné zpětné montáži. Tato změna však nebude a není promítána do dat zpracovaných v rámci staveb ETCS a dojde ke ztrátě aktuálních dat trati a tím zvýšení nepřesnosti v rámci systému ETCS.

Je zřejmé, že tento stav je zcela nevhodný a degraduje jak investiční náklady vkládané do zpracování dokumentace, tak i do úsilí pro docílení přesnosti zastavení atd.

Jako doporučení můžeme poukázat na zahraniční zvyklosti, kde existuje složka správce infrastruktury nebo jím pověřena organizace zajišťující držení, archivaci, aktualizaci a další zpracování dat. Tím je jednak docíleno řádné archivace dat, ale i její aktualizace a zároveň možnosti předávání dat při následné stavbě v úseku.

Tento stav a postup při aktualizaci dokumentace musí být co nejdříve definován, pro možnost zajištění rentability vložených investičních prostředků a práce jednotlivých společností podílejících se na získávání těchto dat.

9.6 Zkušební jízdy

V rámci ČR byly provedeny výše uvedené zkušební jízdy, jejichž výsledky lze spatřit v závěrečných zprávách Pilotního projektu Poříčany – Kolín. Je však nutné si uvědomit, že například v rámci Pilotního projektu Poříčany – Kolín byly prováděny zkušební jízdy především pro zajištění provázání stacionární a mobilní části systému ETCS.

V roce 2017-2018 probíhali a probíhají zkušební jízdy v úseku Kolín – Břeclav. Tyto zkušební jízdy však spíše probíhají v rámci možností zhotovitele, bez možnosti přímého ověřování systému. Jízdy jsou zaměřeny na správnou komunikaci vozidel se stacionární částí a jsou prováděny prostřednictvím měřících vozů jak zhotovitele, tak TÚDC. Tyto jízdy probíhají v desítkách zkušebních jízd.

Zkušební jízdy s reálným vlakem byly prováděny pouze v jednotkách za využití reálného vlaku s moderním hnacím vozidlem. Při těchto jízdách byly prověřeny i možnosti zastavení vlaku.

Rozsah zkušebních jízd a ověření systému však lze v současnosti považovat za minimální a spíše nedostatečný. Počet zkušebních jízd v ČR ve srovnání se zahraničím je minimální.

Tento stav lze nazvat za alarmující a je nutné učinit veškeré možné kroky pro zajištění změny. Je vhodné uvažovat o možnosti, aby SŽDC s.o. vlastnila hnací vozidla, která umožňují dosahovat maximální traťové rychlosti, která je a bude umožněna na síti SŽDC s.o. Hnací vozidla musí umožňovat jízdu pod jednotlivými napájecími systémy a měla by mít dostatečnou tažnou sílu pro možnost simulace reálných jízd vlaků. SŽDC s.o. v současnosti nemá možnosti jak ověřit chování systémů při vyšších rychlostech, a to není nutné mluvit pouze o systému ETCS, ale například i u trakčního vedení.

Zároveň lze konstatovat, že v současnosti nebyl ověřen systém žádnou reálnou „zatěžkavicí“ zkouškou, kdy do systému ETCS L2 bude přihlášeno několik desítek vlaků. Tyto zkoušky v mnoha zemích vedly ke komplexní změně systému, a to nejen systému ETCS, ale například i GSM-R. Jednalo se o předefinování rozsahu jednotlivých RBC, ale i o doplnění kanálových skupin ve stacionární části systému GSM-R. V systému GSM-R se však v současnosti připravuje rozsáhlejší změna, která je popsána v kapitole zabývající se GSM-R

9.7 Posouzení bezpečnosti

Při zavádění nového zařízení nebo postupů, musí dojít k hodnocení a posuzování rizik podle prováděcího nařízení komise (EU) č. 402/2013. Toto je nutné provést i u výše uvedených opatření.

Zřízení odvratných kolejí – zřízení odvratných kolejí je asi největší možnou posuzovanou změnou, která je výše uvedená. Při jízdě pod ETCS a projetí místa EoA uvolňovací rychlostí, přejde mobilní část do módu TR a zahájí nouzové brždění, lze definovat, že dojde k jeho zastavení na odvratné koleji za podmínky, že výhybka do odvratné koleje nebude přestavována (v pohybu). Lze tím definovat, že vlakem jedoucím pod dohledem ETCS by mělo být odbouráno riziko v maximálním rozsahu. V případě, že vlak není pod dohledem systému ETCS a dojde k projetí návěstidla, dojde k jeho vykolejení a na odvratné koleje je nutné nahlížet jako na nově vzniklé riziko. Toto nově vzniklé riziko tedy vzniká při smíšeném provozu.

Je však pravdou, že se i při smíšeném provozu sníží pravděpodobnost najetí vlaku z boku, ale vlivem nekontrolovatelného pohybu však i dál toto riziko vzniká. Zároveň však dojde k tomu, že stávající rozříznutí výhybky skončí vykolejením vlaku.

Při výhradním provozu je riziko projetí odvratné koleje eliminováno. Zde je však zase nutné dodat, že při výhradním provozu je každý vlak sledován a zřízení odvratných kolejí se jeví jako nevhodné, kromě případů zaústění vedlejších kolejí a vleček, posunu v koleji, jízdy vlaku bez oprávnění k jízdě (v módu FS...).

Zřízení bezpečnostní vzdálenosti – zde lze opět rozdělit možnosti při smíšeném a výhradním provozu. Při jízdě pod ETCS a projetí místa EoA uvolňovací rychlostí, přejde mobilní část do módu TR a zahájí nouzové brždění a vlak zastaví před místem ohrožení. Vlak nevybavený, tedy nejedoucí pod dohledem ETCS bude pokračovat ve své jízdě s tím, že dosáhne místa ohrožení za delší časový okamžik a může dojít ke střetnutí. K tomuto střetnutí by však došlo i v případě nezměněné polohy hlavního návěstidla a lze říci, že se nezavádí nové riziko.

Zřízení výluk vlakových cest – u tohoto řešení lze konstatovat, že dochází k výraznému zajištění bezpečnosti, a to jak při smíšeném provozu, tak k téměř 100 % při výhradním provozu. U kolizní vlakové cesty není umožněno její postavení a vzhledem k tomu dochází k odstranění vzniklého rizika. Vzhledem k tomu, lze nazvat tuto variantu jako nejbezpečnější. Rizikem však zůstává nezodpovědné chování strojvedoucího, který by se snažil minimální rychlostí přiblížit k návěstidlu, které by minul. V tomto případě však bude vlak veden do módu TR a zahájeno nouzové brždění a je pravděpodobné, že vzhledem k nízké rychlosti vlaku bude zastaven na vzdálenosti mezi balízovou skupinou a námezníkem.

„Nové možnosti“ – jak je výše uvedeno, vychází se především ze Zřízení výluk vlakových cest, čímž jsou rizika u tohoto řešení obdobná jako u výluk. V této metodě navíc však dochází k odhadu délky vlaku, čímž je zanesena změna do řešení dle výluk. Vzhledem k tomu je nutné nadefinovat, jak se

systém bude chovat v případě chyby měření. V případě chyby měření, která způsobí zkrácení vlaku vůči skutečné délce, může dojít k jeho předčasnému zastavení, tedy že přední část zastaví dříve, než je konec oprávnění k jízdě. Tím zadní část zastaví ve zhlaví stanice, čímž nedojde k možnosti postavení následných vlakových cest. Můžeme to tedy hodnotit jako bezpečný stav. V případě, že systém vyhodnotí krátký vlak jako dlouhý, dojde k zavedení výluk v pokračování vlakové cesty a po zastavení vlaku k jejich zrušení. I tento stav je bezpečný a nepřináší nová rizika.

Zhodnocení – z hlediska bezpečnosti lze seřadit jednotlivé varianty při smíšeném provozu následujícím způsobem:

1. **Zřízení výluk vlakových cest** – jedná se o nejbezpečnější stav, vždy vylučuje vlakové cesty
2. **„Nové možnosti“** – jedná se o druhý nejbezpečnější stav, metoda nevylučuje vlakové cesty krátkých vlaků, které v případě, že nebudou pod dohledem ETCS a nebudou respektovat zakazující návěst dosáhnou místa ohrožení.
3. **Zřízení bezpečnostní vzdálenosti** – jedná se o třetí nejbezpečnější stav, v případě, že vlak nebude pod dohledem ETCS a nebude respektovat zakazující návěst dosáhnou místa ohrožení.
4. **Zřízení odvratných kolejí** – jedná se o nejrizikovější stav, v případě, že vlak nebude pod dohledem ETCS a nebude respektovat zakazující návěst sice nedosáhnou místa ohrožení, ale dojde k jejich vykolejení a následné destrukci vlivem kinetické energie.

Výše uvedené řazení odpovídá jak řazení z pohledu bezpečnosti u smíšeného provozu, tak i odpovídá řazení z pohledu investičních a provozních nákladů.

V případě výhradního provozu bude situace jiná. Při výhradním provozu lze nazvat všechny výše uvedené možnosti jako stejně bezpečné. Na toto srovnání lze pohlížet pouze z pohledu zajištění ochrany vlakových cest. Při porovnání rizik z pohledu infrastruktury můžeme uvažovat s tím, že při každém rozšíření infrastruktury se zvyšuje riziko nebezpečí. Obdobně můžeme uvažovat i s tím, že pokud je riziko z vylomení jazyka výhybky či srdcovky výhybky, tak řazení bude shodné jako u smíšeného provozu s tím, že první tři varianty budou značně vyrovnané.

Při výhradním provozu je však nutné uvažovat s opatřením u vlaků, které nebudou podle MA. Tyto jízdy však bude nutné definovat jako mimořádné s definováním doprovodných provozních pravidel. Ty mohou být například taková, že není umožněn pohyb jiných vlaků.

10 Provoz pod ETCS

Jedná se opět o část obecně známou a vzhledem k tomu bude popisována zevrubně a lze její první části nejlépe definovat v přílohách této metodiky.

Provozu s ETCS však předcházelo několik fází využívání vlakového zabezpečovače, které nelze opomenout a je nutné uvědomit si některé skutečnosti, které k těmto fázím vedli a co se v nich událo. Jednotlivé fáze vlakového zabezpečovače v ČR lze pojmut velice volně, a to jako časové milníky následujícím způsobem:

První republika – provoz bez vlakového zabezpečovače. Administrativní bezpečnostní opatření. Traťová rychlost značně kolísá, ale dosahuje i rychlosti 130 km/h.

60. léta – zahájení provozu s národním vlakovým zabezpečovačem, hledání pravidel pro jízdu s vlakovým zabezpečovačem. Maximální traťová rychlost postupně zvyšována na 120 km/h.

80. léta – provoz s národním vlakovým zabezpečovačem, obnova/zdokonalení mobilní části VZ. Maximální traťová rychlost stanovena na 120 km/h bez dvoumužného obsazení hnacího vozidla.

90. léta – provoz s národním vlakovým zabezpečovačem, zahájení modernizace tratí, rychlost zvýšena na 160 km/h, ponechávání zařízení, například AB3-74. Doprovodná bezpečnostní opatření, jako jízda okolo návěsti „Výstraha“ maximálně 120 km/h. Jízda při 160 km/h na tři prostorové oddíly (na dva je již nutné zahájit brzdění v případě rozkladu zábrzdých možností na dva oddíly). Úvahy o zdokonalení VZ i formou s kombinací bodového zabezpečovače. Zároveň vstupuje myšlenka ERTMS/ETCS.

Přelom tisíciletí – pokračuje provoz národního vlakového zabezpečovače, zrušení některých bezpečnostních opatření z 90. let (kvůli potřebě zvýšení propustnosti bez investic například omezení rychlosti na 120 km/hod v místě návěsti „Výstraha“). Zavedení výluk pro vlakové cesty nad 120 km/h. Zásadní změna TNŽ 34 2620 a definice nových vyhlášek. Omezení jízdy bez vlakového zabezpečovače na 100 km/h. Jedná se o ERTMS/ETCS.

První dekáda – provoz s národním vlakovým zabezpečovačem, zrušení některých bezpečnostních opatření z 90. let. Zavedení výluk pro vlakové cesty nad 120 km/h. Zásadní změna TNŽ 34 26020. Omezení jízdy bez vlakového zabezpečovače na 100 km/h. Změna rozsahu návěstění jak proměnných, tak neproměnných návěstidel (světelné indikátory, druhé a třetí rychlostníky atd.). Jedná se o výstavbě pilotního úseku ERTMS/ETCS.

Druhá dekáda – provoz s národním vlakovým zabezpečovačem, příprava aktivace ETCS na prvním úseku Kolín – Břeclav. Problémy s viditelnostmi návěstidel, statistiky projetí návěstidel neustále

stoupají, nedostatek strojvedoucích, největší počet návěstí na síti SŽDC s. o. at' již proměnných, či neproměnných atd. Zahájení migrace na vlakový zabezpečovač ERTMS/ETCS.

10.1 Migrační období

V současné době se v ČR začíná užívat pojem migrační období a zavedení výhradního provozu na prvních tratích, který by měl být zahájen k 1. lednu 2025 (za 6 let) na vyjmenovaných tratích. Jedná se o tratě:

- Děčín – Praha – Česká Třebová – Brno – Břeclav
- Břeclav – Bohumín
- Česká Třebová – Přerov

Zde je nutné si uvědomit, že migrační období je jedno z nejsložitějších okamžiků celého přechodu na ETCS a může zde dojít k základním vícenákladům při přechodu k ETCS.

10.1.1 Smíšený provoz

V roce 2019 vstoupí první trať v ČR do smíšeného provozu. Ten bude v ČR obnášet:

- Provoz vlaků vybavených mobilní částí ETCS, tedy vlakovým zabezpečovačem třídy A.
- Provoz vlaků vybavených mobilní částí LVZ, tedy národním vlakovým zabezpečovačem třídy B.
- Provoz vlaků zcela bez vlakového zabezpečovače jak třídy A, či třídy B.

Je nutné si uvědomit, že se bude jednat o jedno z nejvíce krizových období. Význačnými změnami bude:

- Zavedení nových vlaků (jedná se o vlaky vybavené s mobilní částí ETCS), které budou reagovat odlišně od ostatních vlaků.
- Kromě zřejmých provozních změn dojde i z pohledu infrastruktury k největšímu zahuštění návěstí na celé trati od doby jejího vzniku.
- Bude se jednat o největší zátěž činnosti strojvedoucího (počet návěstí, uvědomění si pod jakým zabezpečovačem jede).
- Největší rozsah údržby. Komplexní různorodost zařízení a prvků v kolejišti vyžadující odlišný přístup.
- Významná zátěž dispečerů při řízení dopravy a uvědomění si predikce vývoje dopravy dle vybavení vlaku.

Vzhledem k výše uvedeným aspektům je **snaha každé země o zajištění co nejkratšího období smíšeného provozu**, aby došlo k maximálnímu vyvarování se mimořádným událostem. Je však jen pár železničních správ, kterým se toto podařilo v celosíťovém rozsahu, případně se k tomu blíží. U většiny železničních správ je definován jasný koncept, jak dosáhnout jednotlivých fází, tedy smíšeného provozu a následně výhradního provozu, případně definování smíšeného a následně výhradního provozu po jednotlivých traťových úsecích. U jednotlivých tratí pak je možné provést zavedení výhradního provozu následujícími způsoby:

- Zavedení výhradního provozu v trati, bez migračního období – nejčastěji je to spojeno s komplexní rekonstrukcí traťového úseku zabezpečovače (v ČR Praha-Bubny – Letiště Václava Havla).
- Zavedení výhradního provozu v trati, s migračním obdobím od národního zabezpečovače v rozsahu 1 – 5let – toho využívají železniční správy, které mají zavedený systém ETCS na části navazující infrastruktury společně s národním systémem.
- Zavedení výhradního provozu v trati, s migračním obdobím v rozsahu 1 – 5let – toho využívají železniční správy, kterým národní předpis umožňuje jízdu bez vlakového zabezpečovače (v ČR Uničov – Olomouc).

Z pohledu zkušeností jednotlivých železničních správ je nutné si uvědomit, že ČR se dostává podoba smíšeného provozu do neuspokojivé podoby, a to jak z pohledu dodržování časových rámců, tak i investičních nákladů. Základní vlastnosti systému ETCS jako je minimalizace vlastní infrastruktury, tak i prvků zabezpečovacího zařízení na infrastruktuře, se nedaří naplňovat a dochází spíše k opačnému efektu!

10.1.2 Výhradní provoz

Jedná se o cílový stav, kdy všechny vlaky jsou pod dohledem ETCS jak LS, L1, či L2. Konfigurace stanic vyhovuje plně požadavkům železničního provozu a každý vlak má definovanou jak svou polohu, tak svůj průběh jízdy. V tomto režimu není již potřeba ochranných drah či odvrtných výhybek pro vlakové cesty a v mnoha případech dochází k odlišnému pojetí i umístování prvků. Zde je vhodné opět zmínit některé železniční správy, které jdou na meze možnosti infrastruktury a prvky pro indikaci infrastruktury umísťují na samé hranice místa ohrožení. Zároveň dochází i k eliminaci všech prvků na infrastruktuře, a to včetně proměnných i neproměnných návěstidel. Při výhradním provozu však, kromě provozních a technických problémů, zůstává několik zásadních technických otázek, kterými jsou:

- Záložní systém, včetně jízdy vlaků nejedoucí pod MA
- Zajištění posunu v ŽST
- Zaústění přípojných tratí/vlečky
- Odbočné tratě/vlečky s rozsáhlým provozem

Záložní systém – zde je patrný opět rozdílný přístup jednotlivých železničních společností, který je rozdělen do několika variant:

- Záložní systém neexistuje – tato definice je u mnoha železničních správců. Svou podstatou však není tak restriktivní, jak se zdá. U většiny správců existuje možnost, jak uvést vlak do pohybu a například zajistit výstup cestujících v nejbližší stanici. Děje se tak na základě předpisových podmínek, které musí být splněny při uvedení vlaku do pohybu a odpovídá za ně jak strojvedoucí, tak dispečer. Zároveň u mnoha správců existuje redundance zařízení (datové okruhy, překlenování detekčních prvků, atd.).
- Záložní systém ETCS L1/LS – železniční správce má zřízen ETCS L2 a záložním systémem je systém ETCS L1/LS, který byl vybudován jako přechodné zařízení.
- Záložní systém národní vlakový zabezpečovač třídy B – vybraní železniční správci využívají svých předešlých národních systémů, jako záložního řešení při výpadku ve výhradním provozu pod ETCS L2 (v zajímavém provedení Švédsko), často je však tento systém držen jen na dožití (poté již záložní systém držen nebude).
- Záložní systém pomocí proměnných návěstidel – jedná se o zřízení proměnných návěstidel určených pro vlakové cesty, kterým se povoluje pohyb vlaku při výpadku systému ETCS. V současnosti se jedná o poměrně diskutované téma u některých železničních správců, kteří se rozhodli jít touto cestou.
- Záložní systém pomocí proměnných návěstidel určených pro posun – jedná se o využití návěstidel pro posunové cesty, které na základě dopravních opatření jsou platné i pro vlakové cesty, respektive se jimi řídí.

V ČR se předpokládá vytvoření záložních návěstidel určených pro vlakové cesty, jehož pojetí je více jak rozmanité dle zvyklostí dané projekční organizace a lokality stavby. Tento systém nebude možné pravděpodobně využít po probíhající novelizaci TSI OPE, kdy se předpokládá, že Stop značky budou platit pro všechny vlaky bez MA (tedy i pro vlaky nevybavené).

Zajištění posunu v ŽST – díky správcům, kteří ukončili migrační období se toto stává významným tématem. Lze nalézt následující řešení v řešení rozsahu posunových cest v ŽST:

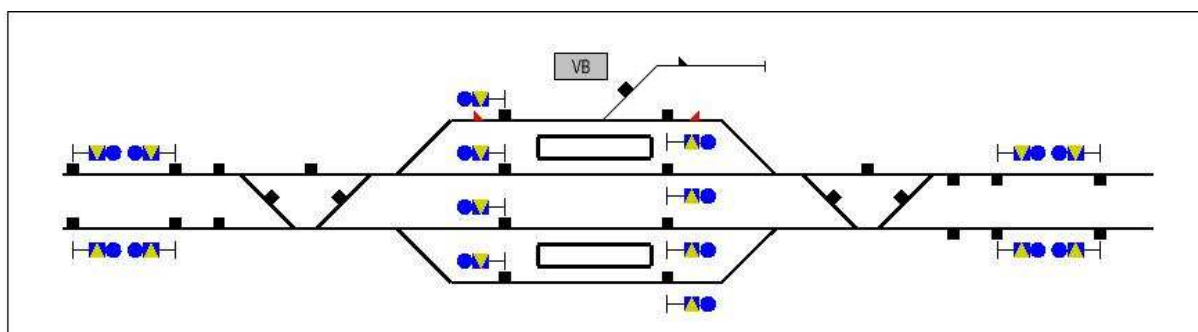
- Zrušení posunových cest – někteří správci infrastruktury přehodnocují efektivitu manipulačních kolejí v jednotlivých železničních stanicích. Probíhají programy, které definují rozsah nakládky a vykládky v ŽST včetně možných výhledů. Na základě těchto programů dochází k pobídkám, kterými je zajištěn přesun nakládky a vykládky do stanic, kde je toto umožněno. Jedná se o porovnání ekonomické efektivnosti nakládky a vykládky v ŽST vůči zajištění posunových cest v ŽST. Úspory jsou nejen při přechodu na výhradní provoz, ale i v provozních nákladech ve značném rozsahu! Změna umístění nakládkových míst nemusí snižovat počty naložených a vyložených vozů, ale může naopak znamenat vyšší počet manipulací, vzhledem k tomu, že dochází k většímu a sofistikovanějšímu vybavení těchto míst, a to jak technickým vybavením, tak zázemím těchto míst. Zároveň u těchto míst dochází ke zvýšení četnosti obsluhy. Jedná se však o proces, který musí být řádně připraven v těsném kontaktu s potencionálními zákazníky.
- Oddělení manipulačních obvodů – v rámci rekonstrukcí ŽST dochází k oddělení manipulačních obvodů od stanic. Jízda na ně je prováděna posunovou cestou při postavení odvrtné výhybky. Následný vjezd do ŽST probíhá v několika možných případech:
 - při výjezdu z manipulačního místa je vyloučeno postavení kolizních vlakových cest a je stanovena bezpečnostní doba po zastavení posunového dílu (obdoba výluka vlakových cest v následující kapitole),

v pokračování posunových cest je zřízena odvrtná kolej/druhé manipulační místo/ Předpoklady pro toto technické řešení jsou:

- Na trati dochází ke střídání 2-3 hnacích vozidel, které jsou vybaveny mobilní částí
- Podmínkou pro provozování přípojně trati je vybavenost hnacích vozidel mobilní částí na styku tratí.
 - a, (obdoba boční ochrany v následující kapitole),
 - výjezd z manipulačního místa je prováděno formou vlakové cesty (vybavené hnací vozidlo),
 - hnací vozidlo je vybaveno mobilní částí, která umožňuje jeho zastavení (jak formou PZB, tak ETCS).
 - v současné době lze nalézt i případy, kdy se řeší možnosti při využití stávající infrastruktury a jako možnost se jeví využití skutečnosti, že posunový díl má svou obsluhu. To umožňuje zřízení bočních ochran (například výkolejka), která bude

sklopena pouze při obsluze manipulačního místa dle následující konfigurace, při níž nedochází k jízdě na ostatní části stanice.

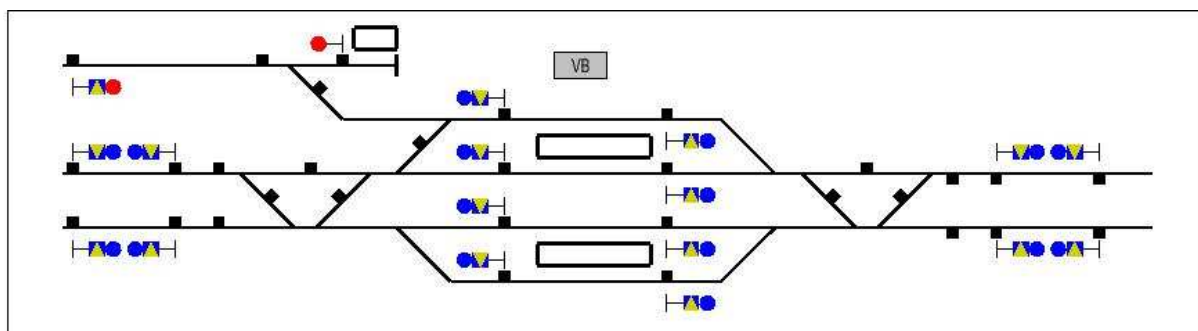
- Zajištění údržby – údržbu je nutné zajistit i v rámci výhradního provozu. Zde je nutné upozornit, že i stroje údržby bude nutné vybavit mobilní částí ETCS, aby byl umožněn jejich pohyb. Vlastní údržba a pohyb údržby v místě bude nutné provádět za stejných pravidel jako nyní, tedy na odpovědnosti pracovníků. Údržba bude tedy probíhat na vymezených místech, které dispečer musí vyznačit a na základě nich bude omezeno stavění vlakových cest v obvodu dopravní.



Jednotlivé případy technického řešení výše uvedené nejsou v ČR v žádném ohledu připravovány a stanou se překážkou při efektivním zřízení výhradního provozu na daných tratích.

Zaústění přípojných tratí/vlečky – obdobný problém jako u posunových cest se vyskytuje u zaústění vedlejších tratí, které je nutné rozlišovat na přípojně a odbočné tratě. V případě přípojných tratí, kdy jízda vlaků je ukončena v ŽST a vlaky nenajíždějí na hlavní trať, je nutné předpokládat, že se jedná o vlaky nevybavené mobilní částí ETCS. Tím je nutné zajistit bezpečnost provozu mezi jízdami vozidel z přípojně trati/vlečky a hlavní trati, kde bude zřízen výhradní provoz.

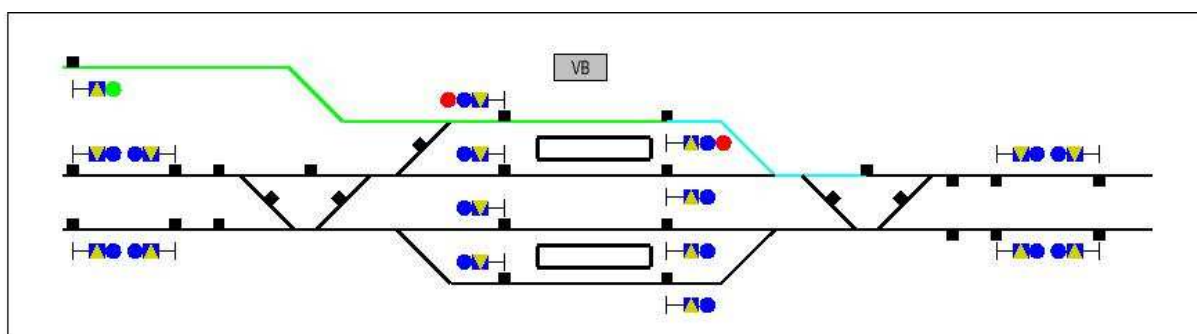
Pokud bude přípojná trať/vlečka zaústěna do samostatného obvodu, který je oddělen od hlavní tratě, lze nalézt vhodná technická řešení.



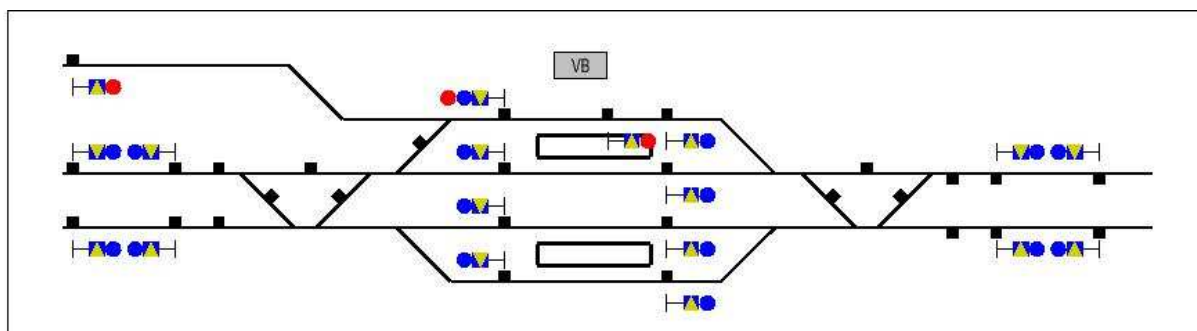
Pokud bude trať zaústěna do předjízdnych kolejí bez přímé boční ochrany v jejím pokračování, bude nutné hledat jiná řešení způsobu ochrany mezi vjíždějícím vlakem z přípojně tratě a vlakem na hlavní trati. Jako známá řešení lze definovat:

- výluka vlakových cest – jedná se o alternativu, kdy v okamžiku vstupu vlaku z vedlejší trati dojde k výluce vlakových cest na daném zhlaví v hlavní trati. Toto opatření lze zavést v okamžiku, kdy vlak mine bod, od kterého bude zakázáno postavení vlakových cest v hlavní trati pro zamezení střetu v místě ohrožení. Bod bude definován z pohledu času, kdy vlak na hlavní koleji může být při své jízdě ohrožen vlakem z vedlejší trati.

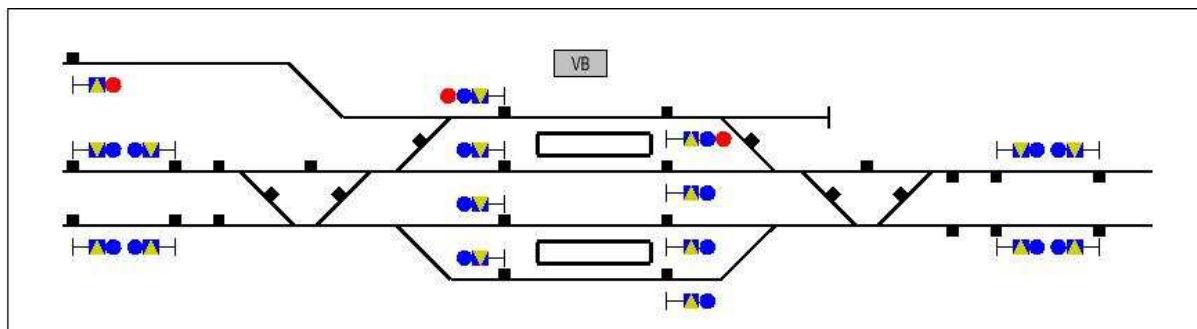
Druhou možností je toto provést od okamžiku definitivního závěru vlakové cesty, přičemž však dojde ke značnému omezení na hlavní trati. Výluka vlakových cest bude následně ukončena po obsazení předjízdny koleje nevybaveným vlakem a uplynutí bezpečnostní doby.



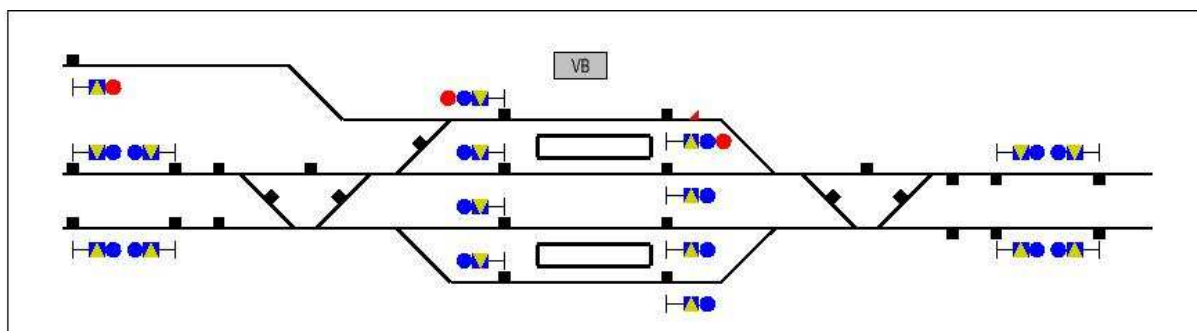
- „cestové“ návěstidlo – je vhodné zřídit cestové návěstidlo, u něž bude ukončována vlaková cesta z přípojně tratě. V případě, že nevybavený vlak z přípojně tratě neukončí svou jízdu u tohoto návěstidla a dojde k projetí, bude to vyhodnoceno jako mimořádná událost a dojde ke zrušení vlakových cest na tomto zhlaví. Vzdálenost cestového návěstidla od místa ohrožení bude odvozena od doby jízdy vlaku v traťové koleji mezi vjezdovým návěstidlem a místem ohrožení a doby jízdy od cestového návěstidla k odjezdovému.



- boční ochrana – variantou je i zřízení přímé boční ochrany v přímém pokračování přípojně trati v rozsahu, která byla definována pokynem SŽDC k ETCS. Přímá boční ochrana však s sebou přináší značná negativa (viz minulé kapitoly).



- boční ochrana/výkolejka – v případě, že v dopravní koleji není vyšší rychlost jak 50 km/h, lze uvažovat o zřízení přímé boční ochrany a to jak v podobě odvrtné výhybky, tak například výkolejky, nebo obdobného zařízení. Tato výkolejka by byla v základním stavu sklopena. Naklopení výkolejky by probíhalo pouze v případě vjezdu vlaku z přípojně trati a při následném obsazení koleje. Výkolejka by se sklopila/uvedla do základní polohy teprve v okamžiku uvolnění dané koleje, nebo postavením vlakové cesty přes tuto výkolejku.



- vybavení vozidel mobilní částí ETCS – jedná se o variantu, kdy dojde k vybavení jednotlivých vlaků mobilní částí ETCS a vlaky budou do stanice vjíždět shodně jako vlaky ve výhradním provozu. Jedná se o nejvhodnější variantu technického řešení. Je však závislá na počtu vlaků na přípojně trati (například zřízení mobilní části ETCS na třech drážních vozidlech je ekonomičtější než úpravy infrastruktury).

Odbočné tratě/vlečky s rozsáhlým provozem – u odbočných tratích se předpokládá, že dochází k přechodu vlaků mezi hlavní tratí a odbočnou tratí. Vzhledem k tomu by měla platit podmínka o vybavenosti hnacích vozidel mobilní částí ETCS při přechodnosti na síť SŽDC s.o.. Obdobně se toto

týká i rozsáhlých vlečkových provozů (například elektrárny/doly/hutě atd.), kde dochází k přechodu vlaků mezi jednotlivými provozy. V případě, že nelze garantovat vybavení hnacích vozidel, je nutné postupovat obdobně jako u přípojných tratí.

11 Prvky na infrastruktuře

Jednotlivé prvky na infrastruktuře, které budou umístovány, by měly být v maximálním rozsahu shodné stejně jako jejich význam. Vzhledem k tomu je vhodné vycházet ze současných zvyklostí v Evropě a není nutné se odlišovat, a to i vzhledem k tomu, že systém ETCS by měl sjednocovat infrastrukturu.

11.1 Návěstidla

11.1.1 Neproměnná návěstidla ETCS

Systém ERTMS/ETCS úrovně L2 pro svoji běžnou funkci nevyžaduje zřizování proměnných návěstidel (kromě posunových cest). V případě systému úrovně L2 (systém úrovně L3 je ve fázi návrhu a nejsou pro něj tedy návěsti definovány) jsou v ČSN EN 16494 definována následující návěsti:

- „Stop značka ETCS“. Návěst označuje místo, které vlak, jedoucí pod omezeným dohledem ERTMS/ETCS, nesmí projet v případech, stanovených provozními předpisy pro provoz ERTMS/ETCS. V současnosti se připravuje novelizace TSI OPE a jejich příloh. Z návrhu vyplývá, že Stop značka ETCS by měla platit pro všechny vlaky bez MA, tedy i vlaky nevybavené. Tím se může dojít k závěru, že stávající systém záložního systému v ČR je chybný.
- „Lokalizační značka ETCS“. Návěst označuje místo, před kterým musí strojvedoucí v čele vlaku potvrdit, že kolej mezi čelem vlaku a tímto návěstidlem je volná, je-li k tomu zařízením ERTMS/ETCS vyzván. Podrobnosti stanoví provozní předpisy pro provoz ERTMS/ETCS.
- „Změna úrovně ETCS“. Návěst označuje místo na trati, kde začíná oblast, ve které se zajišťuje jízda vlaků pod dohledem ERTMS/ETCS jiné úrovně, a informuje o tom, že přepnutí úrovně zapnuté mobilní části ERTMS/ETCS je zajištěno samočinně.

Nad rámec uvedené harmonizované normy jsou v České republice definovány následující neproměnné návěsti upravující provoz v systému ERTMS/ETCS:

- „Předvěst změny úrovně ETCS“. Návěst přikazuje strojvedoucímu vlaku se zapnutou mobilní částí ERTMS/ETCS postupovat v souladu s provozními předpisy pro provoz ERTMS/ETCS a informuje strojvedoucího o tom, že nejméně na zábrzdnou vzdálenost bude následovat návěstidlo s návěstí „Změna úrovně ETCS“.
- „Vstup do oblasti ETCS úrovně 2“. Návěst označuje místo na trati, kde začíná oblast, ve které se zajišťuje jízda vlaků pod dohledem ERTMS/ETCS úrovně 2, pokud není zajištěno samočinné přepnutí zapnuté mobilní části ERTMS/ETCS již na vstupní hranici oblasti úrovně 2. Návěst přikazuje strojvedoucímu po zastavení přepnout mobilní část ERTMS/ETCS do úrovně 2,

pokud bude vedoucí drážní vozidlo jako vlak nebo posun dále pokračovat v jízdě v oblasti ERTMS/ETCS. Traťová část ETCS zajistí samočinné přepnutí do úrovně 2 uvnitř oblasti úrovně 2, pokud jsou pro přepnutí splněny podmínky.“ Jedná se o princip, který traťová část používá při návratu z výluky ETCS.

- „Výstupní hranice oblasti ETCS“. Návěst označuje místo na trati, kde končí oblast, ve které se zajišťuje jízda vlaků pod dohledem ETCS a informuje o samočinném přepnutí mobilní části ETCS vlaku do úrovně národního vlakového zabezpečovače, je-li jím vozidlo vybaveno, nebo do ETCS úrovně 0.

11.1.2 Proměnná návěstidla - výhradní provoz

Jak již bylo uvedeno výše, systém ERTMS/ETCS úrovně L2, potažmo úrovně L3, nevyžaduje pro svoji běžnou funkci proměnná návěstidla. V případě, že dojde k poruše systému, není jak strojvedoucího informovat o postavené vlakové cestě a je nutné přijmout příslušná dopravní opatření. V případě mezistaničního úseku se bezpečnost vlaku dá zajistit pouze zavedením provozu mezistaničně, to znamená, že v mezistaničním úseku se bude nacházet pouze jeden vlak. V případě železničních stanic se pak navrhuje v obvodu stanice zřídit proměnná hlavní návěstidla, která umožní za určitých dopravních opatření jízdu vlaku kolem návěstidla „Stop značka ETCS“. Tuto situaci lze přirovnat k situaci jízdy na přivolávací návěst, jak ji známe z konvenční sítě. Zároveň však bude nutné vyřešit možnosti posunu v případě, že bude na dopravní koleji umožněn. Zde je možné vyjít několika směry.

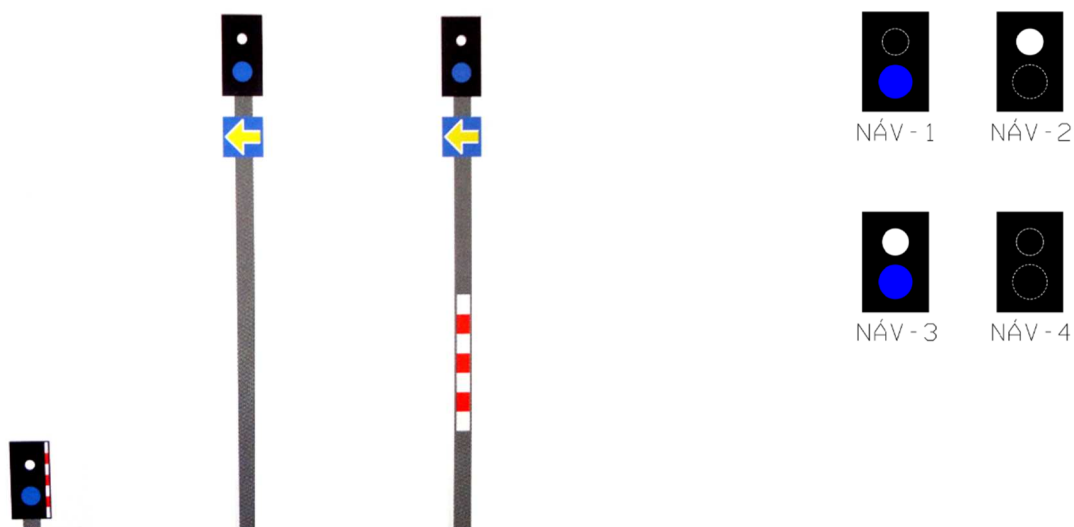
Švýcarský model, uvažuje jak s možností přímé boční ochrany, tak bez ní. Vytváří „záchytné úseky“ respektive „opatření pro boční ochranu jízdnic bez přímého odvratu“ (jedná se o volné překlady).

Tím se definuje vzdálenost návěstidla/značky od námezvníku, která je odvozována od vzorce $d_{\min} + 10\text{m}$. Vzdálenost d_{\min} je zatím otevřený bod a jsou zatím stanoveny pouze přechodná pravidla do doby dokončení metodiky "SmartRail 4.0". V rámci přechodných pravidel je vzdálenost definována od místa ohrožení dle dané rychlosti na hlavní trati. Tyto hodnoty jsou například na 200m při rychlosti nad 160km/hod a na 100m při rychlosti rovné, nebo menší jak 160km/hod. Dále jsou přesněji dodefinovány. Z toho pak vyplývá, že výše uvedené hodnoty jsou platné pro posunové cesty, pro vlakové cesty jsou pak odvozeny další závislosti různými předpoklady a výpočty. Zde je třeba nutné zmínit, že SBB rozeznávají námezvník fyzický a teoretický (de se říci, že srdcovka), rozdíl v jejich poloze může být i 10m. Tím jsou následně vytvořeny podmínky pro umístění Stop značek například 40m od teoretického námezvníku při rychlosti 160km/hod, ale posun 100m, nebo vzdálenost Stop značky 10m od fyzického námezvníku při rychlosti 80km/hod (posun ale třeba 40m) atd..



Na obrázku je patrné, jak bude vypadat návěstidlo po přepnutí do výhradního provozu (bílý kříž) a jak vypadá při smíšeném provozu. Na pravém obrázku je jeho umístění (vhodné si všimnout námezníku a balíže).

Pro nás zajímavý přístup byl představen u Lucemburských železnic, které se vydali sice ETCS L1/LS1, ale způsob návěstění nám může něco připomínat....



- Návěst 1 - stůj pro vlaky
- Návěst 2 - souhlas k jízdě pro vlak
- Návěst 3 - provoz při stavebních pracích v kolejišti – posun
- Návěst 4 - porucha signalizace

11.1.3 Proměnná návěstidla – smíšený provoz

V současnosti je zřejmý rozsah tratí, na kterých bude zaveden provoz ETCS. U většiny těchto tratí je definován i rok výstavby. Vzhledem k tomu je jak technicky, tak ekonomicky vhodné u přípravy staveb na infrastrukturu uplatňovat určité redukce.

11.1.3.1 Návěstní konstrukce

Redukce na těchto stavbách by měly být především v eliminaci, respektive v úplném zrušení stavebních objektů, které zajišťují viditelnost návěstidel – jedná se zejména o prvky jako jsou návěstní lávky a návěstní krakorce. Tyto konstrukce by neměly být na stavbách jednokolejných a dvukolejných tratí vůbec zřizovány, a to za následujících pravidel.

- Viditelnost návěstidla stožárové konstrukce je zajištěna při rychlosti vlaku $v = 100$ km/h.
- Lze návěstidlo umístit vlevo koleje za předpokladu souhlasu komise pro situování neprenosných návěstidel.

Zřízení těchto konstrukcí by mělo být umožněno za podmínek:

- Viditelnost návěstidla na návěstní lávce bude provedena v souladu s TSI 1302/2014, resp. UIC 651/2002. Jedná se o skutečnost, že z viditelnosti pětisvětelného návěstidla umístěného na návěstní lávce či krakorci musí dojít k odečtu cca 35 m.
- Náklady na zřízení této konstrukce budou ekonomicky efektivní vůči předpokládanému rozsahu dopravy a době, do kdy bude zaveden provoz pod ETCS L2 – ekonomické hodnocení pro danou konstrukci. V nákladech musí být započítány jak provozní náklady konstrukce, tak jeho demontáž při zavedení provozu pod dohledem ETCS (nikoliv výhradní provoz).
- Jedná se o tří a více-kolejnou železniční trať.
- Nelze konstrukci zrušit při změně konceptu traťového zařízení



Návěstní konstrukce si kromě vlastního zřízení vyžadují jak úpravy trakčního vedení, odvodnění, tak nutnost úprav GPK pro jejich vytvoření.

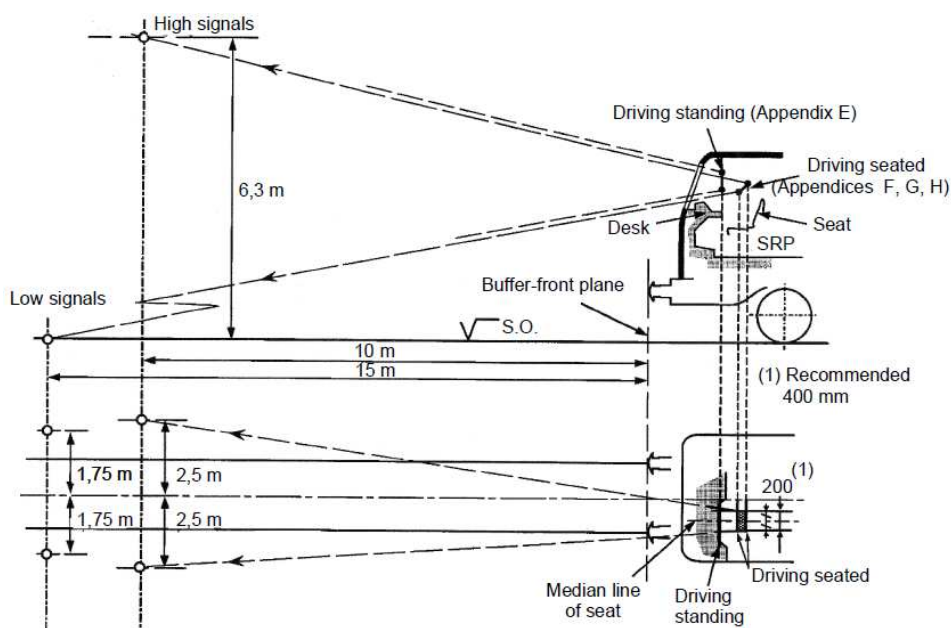
11.1.3.2 Redukce rozsahu návěstění

Na stavbách, které v současnosti jsou ve fázi dokumentace pro stavební povolení a nižší, by mělo dojít k prověření nutnosti zřizování rychlostních indikátorů. Indikátory dochází k značnému rozšíření návěstidla jak o vlastní indikátor, tak i o rezervní svítilnu, která je nařízena od nové TNŽ 34 2620. Jednoduchým indikátorem dojde k rozšíření návěstidla o 610 mm, čímž dojde k náročnější údržbě. Alarmující je zřízení předvěstních indikátorů „12“ a výše u předvěstí. Ke zřízení světelných indikátoru v novém stavu by tedy mělo docházet jen ve výjimečných případech:

- Hlavní návěstidlo před rozvětvením tratí, nebo traťových kolejí (ŽST Poříčany), kde k užití dochází pravidelně.
- Hlavní návěstidlo umístěné u traťové koleje, které umožňuje pravidelnou jízdu do samostatného obvodu (vlečka, obvod ŽST).
- Ostatní zdůvodněné případy.
- Viditelnost hlavního návěstidla s indikátory bude provedena v souladu s TSI 1302/2014, resp. UIC 651/2002 (z viditelnosti je nutné odečíst cca 10 m – dle sestavy návěstidla).

11.1.4 Viditelnost návěstidel

Viditelnost návěstidla je vzdálenost, ze které je návěstidlo vidět ze stanoviště strojvedoucího vedoucího drážního vozidla. Prostor, ve kterém je nutné uvažovat pohyb strojvedoucího (resp. jeho očí) je v TNŽ 34 2620 definován ve výšce 2 m až 3,5 m nad temenem kolejnice v prostoru mezi levým a pravým obrysem vozidla, pro rychlost větší než 120 km/h v prostoru o 0,5 m užším z obou stran. Výhled z kabiny strojvedoucího je pak řešen v TSI 1302/2014, resp. UIC 651/2002 viz následující obrázek.



Obrázek 2: Viditelnost návěstidel dle UIC 651/2002

Ve vyhlášce 177/1995 Sb. je paragrafem §7 požadováno, aby návěstidla byla z vozidla jedoucího nejvyšší dovolenou rychlostí viditelná nejméně po dobu 12 s, resp. za určitých podmínek 7 s. Mezi tyto podmínky mimo jiné patří zajištění přenosu návěsti na vedoucí drážní vozidlo. Viditelnost návěstidel je však nutné řešit i z pohledu stojícího a jedoucího vozidla. V případě stojícího vozidla je důležitá minimální vzdálenost čela vlaku od návěstidla, ze kterého je zajištěna viditelnost návěstidla (viz výše).

V případě, kdy se vlak pohybuje plně pod dohledem systému ERTMS/ETCS, jsou na vozidlo přenášena pomocí radiového systému GSM-R oprávnění k jízdě v úrovni ETCS L2, případně ETCS L3. Tato oprávnění obsahují veškeré potřebné informace pro bezpečné vedení vlaku a strojvedoucí má za povinnost se řídit pokyny předávanými v tomto oprávnění. V případě poruchy systému ERTMS/ETCS to znamená, v situaci kdy na vozidlo není zajištěn přenos návěsti na vedoucí drážní vozidlo, je v České republice legislativně omezena maximální rychlost na 100 km/h. Například na Slovensku je však jízda

bez vlakového zabezpečovače povolena až do rychlosti 120 km/h a i u nás byla do roku 1995 (před účinností vyhlášky 177/1195) povolena jízda bez vlakového zabezpečovače stejnou rychlostí.

Viditelnost proměnných návěstidel se doporučuje zajistit po dobu minimálně 12 s pro rychlost 100 km/h. Uvedenou dobu je možné i podle stávající legislativy snížit minimálně na 7 s v případě, že před návěstidlem budou umístěna vzdálenostní upozorňovadla, informující strojvedoucího, že se vlak blíží k návěstidlu.

11.1.5 Problematika viditelnosti

Při zpracování umísťování prvků u jednotlivých železničních správ se v minulosti naráželo na jejich viditelnost, která je popsána v předešlé kapitole. Vzhledem k tomu, jednotlivé železniční správy přijali hodnoty, nebo vzdálenosti předepisující jejich viditelnost obdobně jako v ČR. Při přípravě provozních a technických požadavků dochází však kolikrát k převzetí určitých částí od jiných železničních správ, bez zapracování ostatních částí. Vzhledem k tomu je vhodné i v této části upozornit na rozpor, který vzniká.

Dle výše uvedeného umísťujeme návěstidla na viditelnost 12s, respektive po splnění podmínek na 7s. Zároveň „bylo“ definováno, že na návěstidle mohou svítit pouze 3 světla, aby byla zajištěna přehlednost návěstního znaku a zajištěno vnímání návěstního znaku strojvedoucím.

Obdobný výklad způsobu návěstění lze nalézt i u jiných železničních správ, ale s dalšími doplněními. Tato doplnění se týkají právě schopnosti vnímání návěstního znaku po stanovenou dobu. V těchto předpisech pak lze nalézt následující dovětky ve znění:

- Dvě po sobě jdoucí (proměnná) návěstidla mohou být na vzdálenost minimálně 300m
- Dvě po sobě jdoucí (proměnná) návěstidla mohou být na vzdálenost minimálně předepsané jejich viditelnosti

Tato ustanovení se týkají jak proměnných, tak neproměnných návěstidel a berou v úvahu schopnost strojvedoucího vnímat jednotlivá návěstidla po danou dobu, či vzdálenost. Tím dochází k zákazu umísťování návěstidel za sebou jdoucích v limitních vzdálenostech, a to při zřizování dalších proměnných/neproměnných návěstidel. Jsou například požadavky, aby byl brán ohled na skutečnost, že strojvedoucí provádí nějakou činnost (například zajišťuje brždění k omezujícímu rychlostníku) a teprve za ním dochází k jeho reakci na další návěst.

Tímto způsobem je a má být dosahováno snížení projetí návěstidel a řádného vnímání všech návěstí. Nesmí dojít k narušení této bezpečnosti vytvářením dalších návěstí, jako je například „Rychlost 100 km/h a očekávejte rychlost 120 km/h“.

Uvědomění si, že strojvedoucí musí mít dostatečný čas pro vnímání návěstních znaků a v tomto čase by neměla být narušována jeho pozornost je zvláště důležité při smíšeném provozu, kdy dojde ke zřizování dalších proměnných i neproměnných návěstidel pro provoz pod ETCS, ale za stálých jízdy nevybavených vozidel.

Doporučení – i v ČR je nutné zavést doporučení ohledně umístování jak proměnných, tak neproměnných návěstidel. Vhodným řešením je využití současných požadavků na umístění návěstidel, tedy:

- Proměnná i neproměnná návěstidla určená pro vlakové cesty budou umístována minimálně na vzájemnou vzdálenost odpovídající jízdě při traťovou rychlostí po dobu 7s.
- Proměnná i neproměnná návěstidla určená pro posunové cesty budou umístována minimálně na vzdálenost 100 m.

11.1.5.1 Umístování návěstidel

Všechna návěstidla musí být dle TNŽ 34 2620 situována pro každou kolej tak, aby nebyla možná jejich záměna s návěstidly pro jiné koleje a současně byla zajištěna jejich požadovaná viditelnost. Současně se návěstidla umísťují vpravo vedle koleje, pro kterou platí s určitými výjimkami.



Obrázek 32: Příklad návěstidla na trati při smíšeném a výhradním provozu.

11.2 Zařízení pro spolupůsobení drážních vozidel

Technické prostředky, které zajišťují spolupůsobení zabezpečovacích zařízení s drážními vozidly, se dělí na prostředky pro:

1. kontrolu volnosti úseků – vyhodnocují nepřítomnost drážních vozidel ve sledovaném úseku,
2. kontrolu průjezdu drážních vozidel – vyhodnocují průjezd drážních vozidel kontrolním místem na základě zjištění přítomnosti drážního vozidla v kontrolním místě a následného uvolnění oblasti kontrolního místa nebo úseku, ze kterého vozidla kontrolním místem projela.

Kontrola volnosti úseku se pak zajišťuje:

- a) technickým prostředkem, který bezpečně kontroluje nepřítomnost drážních vozidel ve sledovaném úseku (např. paralelní kolejový obvod nebo indukční smyčka, která pokrývá celý sledovaný úsek),
- b) vyhodnocením činnosti technických prostředků, které zjišťují, že všechna drážní vozidla, která vstoupila do sledovaného úseku, jej také opustila (např. počítač náprav),
- c) využitím technických prostředků, které sledují pohyb všech souprav vozidel (včetně těch, které tvoří jediné vozidlo) ve vymezené oblasti a vyhodnocením, že všechny soupravy jsou celé a jsou mimo úsek, jehož volnost se kontroluje (nepřímé vyhodnocení volnosti).

Jak již bylo výše uvedeno je v závislosti na úrovni systému ERTMS/ETCS uplatňován rozdílný přístup ke kontrole volnosti úseků. V případě ERTMS/ETCS L2 je volnost úseku kontrolována detekčními prvky, tzn. prvky dle výše uvedených bodů a) a b). V případě systému ERTMS/ETCS L3 je pak volnost úseku odvozována z polohy vlaku, přičemž musí být současně zajištěna kontrola integrity vlaku. To odpovídá prostředku kontroly volnosti úseku dle výše uvedeného bodu c).

Protože systémy zajišťující kontrolu integrity vlaku se stále vyvíjejí, bude v této kapitole věnována pozornost pouze kolejovým obvodům a počítačům náprav, které se standardně používají ke kontrole volnosti i v zahraničí.

11.2.1 Kolejové obvody

Kolejový obvod jsou liniové prostředky, které fungují na principu průchodu elektrického proudu přes kolejnici, dvojkolí drážních vozidel a kolejový přijímač (např. relé), jehož výstup je zapojený do navazujícího zabezpečovacího zařízení. K bezpečné detekci volnosti koleje se používají výhradně paralelní kolejové obvody, protože při poruše hlásí bezpečnější stav „obsazeno“. Mezi obecné výhody kolejových obvodů je při dodržení vhodných provozních podmínek (minimální svodová admitance, místa neomezeného připojení, limity rušivých proudů, apod.) považována schopnost detekce úplného lomu kolejnicového pásu (detekce havarijního stavu), což je nezaručované v případě

neohraničených KO, a automatické nastavení informace o stavu volnosti úseku po obnově napájení. Jeho nevýhodou je pak omezený dosah a náchylnost vůči rušivým elektromagnetickým vlivům. Dále jsou pak kladeny vyšší nároky na čistotu železničního svršku a styk kolo – kolejnice.

Neohraničené tónové kolejové obvody mohou mít délku až 2 000 m a obvykle využívají rozsah frekvencí 1,2 – 2,6 kHz. V místech překrytí kolejových obvodů se pro odlišení používá rozladění frekvencí (1600 Hz/2300 Hz). Lze nasazovat i KO s rozsahem frekvencí 2 – 4,0 kHz (pro úseky délky do 2 000 m) a 9,0 – 21,0 kHz (pro úseky do 400 m). KO s vyšší frekvencí mají také omezenou vzdálenost kabeláže od centrály na maximálně 4 km, zatímco KO s frekvencí do 2,6 kHz, resp. 4 kHz dosahují vzdáleností 7 – 10 km.

Uvedené KO typicky fungují se šuntovým odporem 2,5 Ohm typ. Měrný odpor kolejového lože typ. 2,0 Ohmkm, min. 0,7 Ohmkm.

Technická řešení KO umožňují i aplikaci redundantních verzí, které dosahují vysokých hodnot MTBF na úrovni až 300 000 h.

Pro oddělení kolejových obvodů je třeba používat izolátor, který eliminuje vzájemné ovlivňování KO v jednotlivých úsecích.

U neohraničených KO nelze očekávat jejich využití pro detekci lomu kolejnice, podobně jako u počítačů náprav. K tomu musí sloužit jiné diagnostické a údržbové metody.

Je třeba zdůraznit, že neohraničené kolejové obvody nejsou v České republice zavedeny.

11.2.2 Počítače náprav

Počítače náprav naopak využívají bodových prvků (čidel) ke zjištění průjezdu drážního vozidla a na základě informací z čidel umístěných na začátku a konci kontrolovaného úseku logika počítačů náprav vyhodnocuje volnost úseku. Mezi obecně známé výhody počítačů náprav patří neomezená délka kontrolovaného úseku, vyšší odolnost vůči rušivým elektromagnetickým vlivům. Běžně dodávané systémy také nemívají významně omezenou instalační vzdálenost vůči centrální části.

Mezi nevýhody pak patří zejména nutnost nastavení informace o stavu volnosti úseku po obnově napájení. V případě poruchy napájení tedy možné jednoduše bezpečně určit zda je úsek volný. Tyto situace jsou pak řešeny resetem počtu náprav, zavedením jízdy nižší rychlostí daným úsekem a vizuální kontrolou volnosti úseku. Podobně je provozním problémem situace, kdy dojde k chybě počítání náprav při opuštění úseku vozidlem/vlakem a úsek je počítačem označen jako obsazený,

přestože vše nasvědčuje tomu, že vozidlo/vlak opustily úsek a zůstaly celistvé. Pak je nutné také resetovat počet náprav na základě provozního opatření, obvykle nutnosti vizuální kontroly volnosti úseku. Další nevýhodou je pak ovlivnitelnost čidel při použití elektromagnetické brzdy. Nevýhodou je i nekorektní činnost s nutností následného resetu v případě zastavení kola v prostoru snímače.

Při výběru typu PCN (uvažovaného typu senzoru) je nutné ověřit jak povolenou maximální rychlost pro standardní velikosti okolků dle TSI, pro níž je PCN certifikován, tak garantovanou odolnost vůči rušení elektromagnetickou brzdou.

11.2.3 Volba zařízení pro spolupůsobení drážních vozidel

Výše je pouze obecně popsána funkce jednotlivých prvků. Činnost obou základních prvků by se dala rozepsat ještě do mnoha kapitol, ale to není předmětem této studie. Je však nutné zvolit cílové řešení na naší železniční infrastruktuře. Kolejový obvod má několik výhodných parametrů, jako například je jeho okamžitá dostupnost a funkčnost po restartu systému, ale má i některé nevýhody. Vzhledem k tomu lze doporučit pro další sledování počítače náprav jako zařízení pro cílové řešení. Důvodem k upřednostnění počítačů náprav je:

- Vyšší možnost variability řešení.
- Možnost omezení kabelizace.
- Omezení – zrušení izolovaných styků.
- Odstranění prvků s frekvencí menší jak 100 Hz.
- Zjednodušení ukolejnění.
- Zjednodušení napájecích systémů.
- Skutečnost, že ani počítač náprav a ani kolejový obvod není prvkem pro kontrolu celistvosti kolejnice v celém rozsahu atd. (Dle ČSN nerozvětvené kolejové obvody určitých vlastností umožňují kontrolu celistvosti koleje).

Rozhodnutí o preferenci počítačů náprav před kolejovými obvody však neznamená ukončení nasazování kolejových obvodů. Bude nutné definovat určité migrační období dle infrastrukturních staveb, které lze v současnosti odhadnout na více jak 10 let a další opatření, které je nutné nadefinovat. Jednotlivá opatření a doporučení jsou:

- Definovat způsob a prostředky pro zjišťování kontroly celistvosti kolejnice.
- Definovat změny a úpravy jak v ČSN 34 1500 ed. 2 tak i v podmínkách KSÚ+TP.
- Definovat další uplatnění kolejových obvodů.

Dále může dojít k posouzení počítačů náprav vůči neohraničeným kolejovým obvodům, které jsou v ČR minimálně zastoupeny, respektive po pominutí ASE zcela pomíjeny. Toto však nemůže rozhodnout tato metodika, která může jen konstatovat, že v zemích využívající ohraničené kolejové obvody došlo spíše k migraci k počítačům náprav. Neohraničené kolejové obvody však mohou být zřizovány dodatečně například pro zajištění kontroly celistvosti koleje atd..

11.2.4 Zřizování kolejových obvodů

Kolejové obvody bude nutné navrhovat v místech, kde je v současnosti kontinuální zajištění národního vlakového zabezpečovače třídy B, tedy LVZ. Tyto úseky jsou patrné z přílohy. Není možné vypnutí LVZ uprostřed uceleného úseku a je nutné jeho kontinuální zajištění. Z toho plyne následující opatření:

- Kolejové obvody budou navrženy jak pro přenos vlakového zabezpečovače třídy B, tak pro zjišťování kontroly volnosti koleje v mezistaničních úsecích, které si vyžadují výstavbu automatického bloku.
- Kolejové obvody budou navrženy pouze pro přenos vlakového zabezpečovače třídy B v mezistaničních úsecích, které nebudou vybaveny automatickým blokem. Pro kontrolu volnosti koleje budou v těchto úsecích zřízeny počítače náprav.
- Kolejové obvody budou navrženy pouze pro přenos vlakového zabezpečovače třídy B v obvodu dopraven v kolejích, které jsou přímým pokračováním traťové koleje. Pro kontrolu volnosti koleje budou v těchto úsecích zřízeny počítače náprav.
- Kolejové obvody v dopravních budou zřizovány pouze v dopravní koleji a na každém záhlaví včetně zhlaví.
- V celém obvodu jednotlivých dopraven budou zřízeny počítače náprav.

11.3 Balízy

Zřizování a umístění balíz je v současnosti dané a případná doporučení pro jejich změnu jsou patrná výše.

Nové umístění balíz bude nutné ještě prověřit zkušebními jízdami, které budou pro tento účel optimalizovány.

Balízové skupiny budou standardně umístěny u hranic kolejových úseků, jejichž stanovení bude koordinováno dle dopravně-technologických požadavků. Ty budou vycházet z výhledového modelu dopravy a stanoví délky úseků tak, aby byly při různých rychlostech časy průjezdu jednotlivými úseky podobné (pro typické vlaky a obvyklý způsob organizace provozu). Důraz tedy bude kladen především na zhlaví a záhlaví dopraven, delší staniční koleje – obecně pak místa, kde dochází k pomalejší jízdě vlaků.

V současnosti lze říci, že by mělo dojít k umístění těchto nových (doplňkových) balíz (navrhované doplnění platí, pokud není blíže jak 200 m od navrhované polohy umístěna již jiná balízová skupina):

- Na staniční koleji:
 - U kolejí od 300 do 500 m bude vkládána balízová skupina do jejich středu.
 - U kolejí nad 500 m budou vkládány balízové skupiny 200 m před EoA v daném směru. V případě, že na koleji začínají pravidelné vlaky, nebo dochází k pravidelným úvratovým jízdám, je vhodné umístit tuto balízu tak, aby byla mimo hnací vozidlo (pod vlakem).
 - V případě, že nástupištní hrana je příliš vzdálena od odjezdového návěstidla (dále než 200 m) a v koleji je povolena vyšší rychlost jak 50 km/hod, bude u nástupištní hrany vložena dodatečná balíza pro načtení rychlosti v koleji.
- U změny rychlosti:
 - ve směru snížení rychlosti:
 - nejvýše o 40 km/h: 200 metrů před místem indikace snížení rychlosti obvyklého vlaku
 - o více než 40 km/h: další balízová skupina v polovině vzdálenosti k místu omezení rychlosti
 - ve směru zvýšení rychlosti pro možnost okamžitého zrychlení: za místem změny rychlosti dle délky obvyklého vlaku (v případě silného provozu osobní dopravy i dlouhých nákladních vlaků zvážit doplnění další balízové skupiny, nebude-li takové místo vykryto balízovou skupinou pro zpomalení)

Rozhodující u balíz je i jejich uchycení, které lze realizovat následujícími způsoby:

- Přímou na pražec
 - pomocí připevňovacích pásek (OB1) – dlouhá doba montáže
 - upevňovacími přírubami (OB2) – vhodné spíše u dřevěných pražců
 - přímou montáží na pražec (OB3) – preferováno jak na betonových, tak dřevěných pražcích
 - přípravou v pevné jízdni dráze (OB4)

Namísto popisů jednotlivých způsobů představíme jejich provedení v reálném provozu.



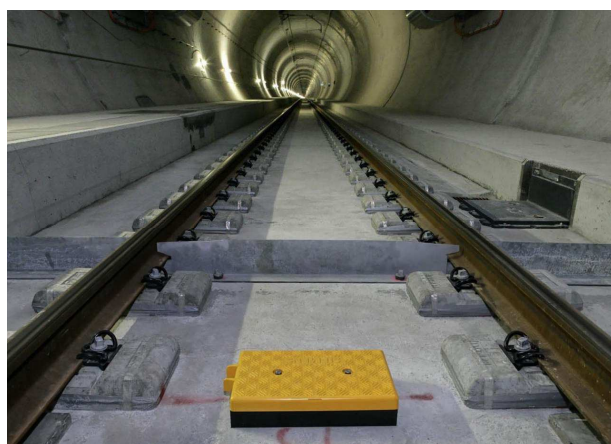
OB1



OB2

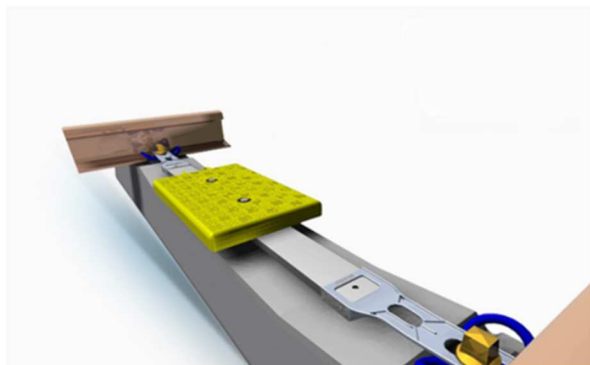


OB3

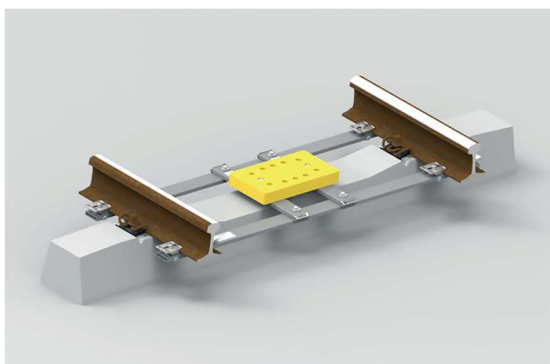
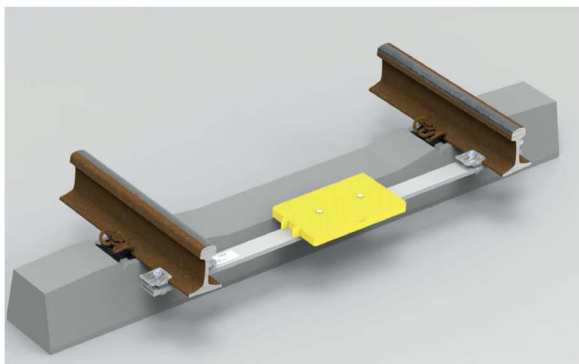


OB4

- Upevňovací sadou Vortok – zde nedochází k narušení pražců a upevnění se děje pomocí stávajícího upevnění kolejnic. Zřízení balízy, tedy její montáž, by měla být provedena za 2 minuty, stejně jako její demontáž.
 - Základní systém Vortok – upevnění šroub a Vossloh (OB5)
 - Vortok – Clamp Beam (OB6)



OB5



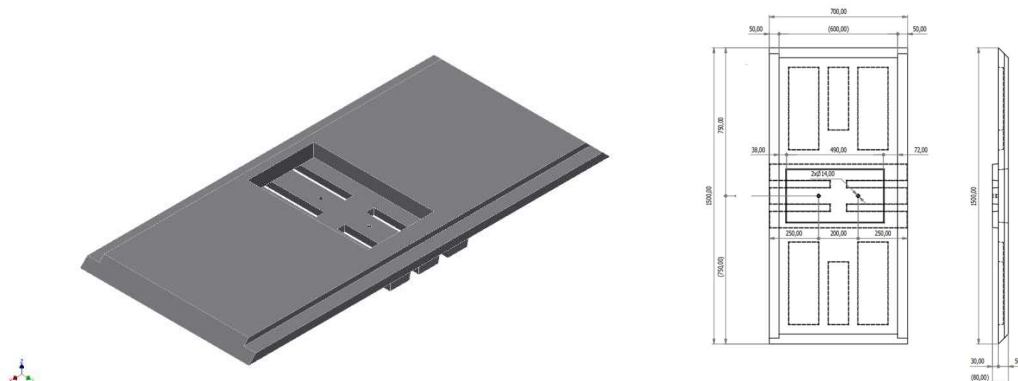
OB6

11.3.1 Využití v ČR

V ČR se v současnosti využívá systém OB1 a OB5. Upevnění kotvícími šrouby na pražce není zatím povoleno. V současnosti však v ČR dochází k poškození balíz, které je nutné řešit. Bohužel k vyhodnocení nyní teprve dochází a v současnosti není zřejmý ani zdroj jejich poškození. Je však vhodné si představit současné možnosti, které se nabízí. Jednou z možností je dovybavení balíz jejich ochrannou, která je známá a dodávána též firmou Vortok:



Vzhledem k finanční náročnosti originálního řešení vzniká na OŘ Hradec Králové jiné řešení dle níže uvedeného.



Ohledně uchycení balíz je však nutné zmínit i skutečnosti z jiných železničních správ, kde se poškození balíz také projevovalo. U většiny železničních správ bylo vyhodnoceno, že základní upevnění, tedy upevnění přímo na pražce je nejspolehlivějším řešením a v případě, že je možné zajistit časový prostor pro montáž, je postupováno tímto způsobem, a to v případě pevné jízdní dráhy. Od roku 2017 se prověřuje možnost uchycení Single clamp beam (Obr6 vlevo).

Doporučení – s ohledem na zkušenosti i od jiných správců, musí dojít k posouzení všech poškození balíz v ČR a definování jeho vzniku. Je zřejmé, že poškození může vznikat dvěma vlivy, a to:

- Vandalismus – ochrana vůči vandalismu není možná. Jedinou ochranou je řádné zákonné ošetření s klasifikací činu jako obecné ohrožení, a tyto činy tak i trestat.
- Neupevněné předměty na vlaku – zde je nejvhodnější stav nalézt přímou příčinu. Jsou známy případy, kdy poškození způsoboval jeden typ vozu a po jejich úpravě poškození ustalo. Zároveň je i v současnosti debatována správná výška balíz a přechod na upevnění dle OB6. Plošné opatření u všech balíz nelze doporučit!

- Ostatní – v současnosti jsou známy i jiné důvody poškození balíz, jako je borcení GPK. Tento důvod poškození však je minimální.

12 Vliv ETCS na elektronická stavědla

12.1 Změna koncepce zabezpečovacího zařízení

Jak již bylo uvedeno, některé železniční správy využívají realizaci ETCS a následně výhradní provoz za zlom v koncepci zabezpečovacího zařízení, ale i za zlom v legislativní oblasti. Jejich koncept a program je v mnoha případech překvapující. V textu jsou především uvedeny programy jako "Digitale Schiene" nebo "SmartRail 4.0", které jsou v současnosti značně medializované vzhledem k jejich cílům.

Nás značně překvapil program "SmartRail 4.0", respektive jeho cíle, a to vzhledem k tomu, že tento program navazuje na běžící programy nebo programy, které zajišťovaly přechod na výhradní provoz v celé síti. Vzhledem k tomu je vhodné nadefinovat cíle, které jsou tímto programem stanovené a podobné s programem "Digitale Schiene". Jedná se zejména o:

- | | |
|--|----------------------|
| • Snížení venkovního zařízení o: | 70% |
| • Zvýšení dlouhodobého zisku o: | 450 milionů CHF p.a. |
| • Zvýšení dostupnosti zařízení o: | +50% |
| • Snížení pravděpodobnosti mimořádné události o: | -90% |

Na základě těchto programů je patrné, že pokud bude snaha v ČR v opačném trendu, než je výše uvedeno, jedná se o trend nesprávný a je ho nutné eliminovat!

12.2 SZZ/TZZ ve smíšeném a výhradním provozu

V rozdílném pojetí smíšeného a výhradního provozu lze spatřovat rozdíly, které je vhodné si představit.

12.2.1 Smíšený provoz

Ve smíšeném provozu se předpokládá, že SZZ i TZZ bude splňovat veškeré náležitosti, které jsou v současnosti uvedeny v jednotlivých provozních a technických požadavcích. Mezi tyto požadavky lze zařadit požadavek na přenos návěstních znaků mezi jednotlivými návěstidly s definicí omezujících prvků ve vlakové cestě a s následnou úpravou návěštění (odbočné výhybky, rychlostní soustava atd). Ve smíšeném provozu je i požadavek na jednotlivé výluky nad 120 km/h a další opatření jako je „Přivolávací návěst“, posunové cesty atd.

V rámci traťového zařízení, a to zejména automatického bloku, se jedná o komplexní přenos návěstí na základě obsazení jednotlivých úseků a přenos předvěst mezi vjezdovým návěstidlem a posledním oddílovým návěstidlem.

12.2.2 Výhradní provoz

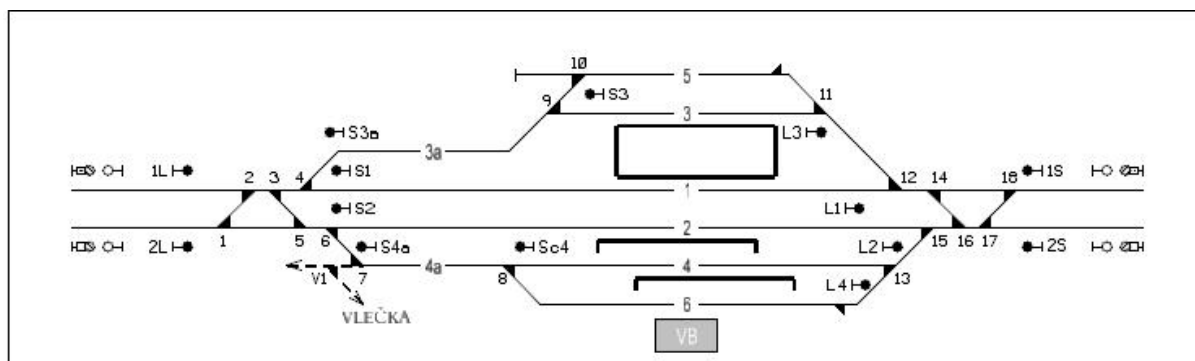
Ve výhradním provozu však dochází k zásadním změnám v rozsahu zařízení. Zde můžeme i říci, že čím větší rozdíl u zařízení ve výhradním provozu vůči smíšenému provozu, tím efektivnější přechod se realizoval.

Při přechodu do výhradního provozu by mělo dojít jak k eliminaci venkovního zařízení, tak i jednotlivých vnitřních závislostí v zařízení. Mělo by dojít i k maximálnímu provázání mezi staničním zabezpečovacím zařízením a systémem ETCS, respektive RBC. V současnosti se v rámci jednotlivých programů začíná uvažovat/testovat, že RBC bude zajišťovat veškerou bezpečnost v železničním provozu a staniční zařízení bude pouze prováděcí částí, která bude zajišťovat sběr dat/informací a povelovat jednotlivé prvky bez jakékoliv závislosti. Jedná se o komplexní změnu v pohledu na staniční zabezpečovací zařízení, která je značně odůvodněná.

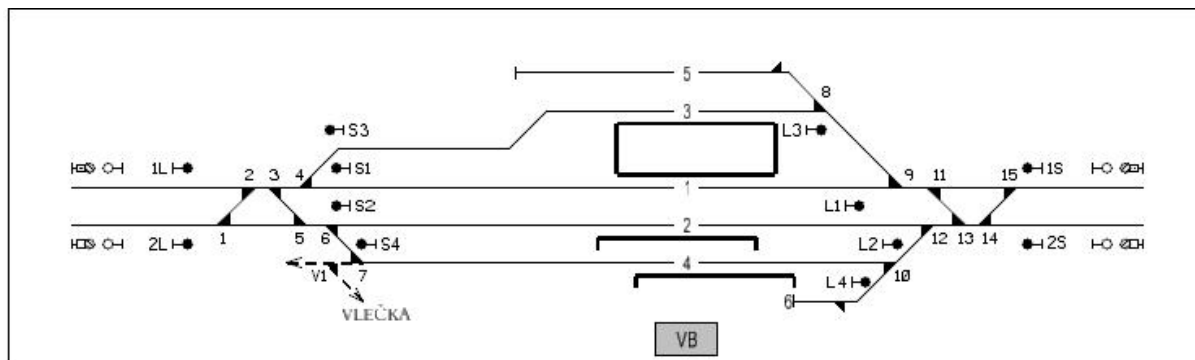
Výhradní provoz zároveň znamená zásah jak do jednotlivých vyhlášek, tak norem, které jsou pro zabezpečovací zařízení zásadní. V příloze dokládáme zásahy, které je například nutné provést v TNŽ 34 2620.

12.2.2.1 Úvaha o výhradním provozu

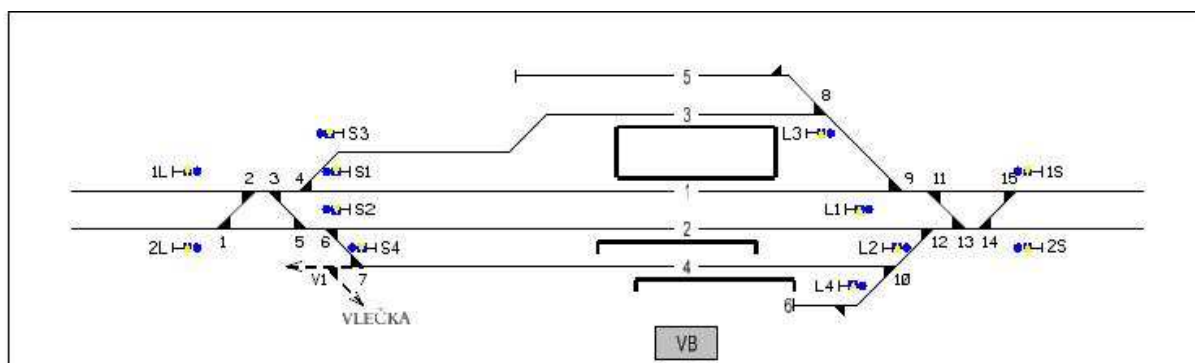
Pro představu o komplikovanosti přechodu na výhradní provoz, si můžeme udělat představu u modelové stanice, která se v současnosti připravuje k realizaci na trati Děčín – Praha – Česká Třebová – Brno – Břeclav. Ta může mít podobu dle níže uvedeného.



Vzhledem k zastaralému zařízení a úpravě dojde do roku 2025 k výměně zabezpečovacího zařízení a kolejová konfigurace stanice se změní do podoby dle následujícího obrázku.



Vzhledem k tomu, že v trati Děčín – Praha – Česká Třebová – Brno – Břeclav je požadavek na zavedení výhradního provozu do 1. ledna 2025, bude stanice upravována. Rozsah úpravy bude závislý na rozsahu požadavků. Rozhodně bude nutné upravit jednotlivá návěstidla, traťové zařízení a další části. Tím vznikne shodná konfigurace jako je výše.



Zároveň vznikne otázka v řešení posunů v této stanici a otázka při využití kolejí č. 5 a 6, které svým účelům slouží ve většině stanic sporadicky. Tím se náročnost přechodu do výhradního provozu bude dále zvyšovat a bude docházet k rozsáhlým úpravám software. Rozsah zařízení se bude měnit poměrně významně a lze uvést pouze strohé statistiky:

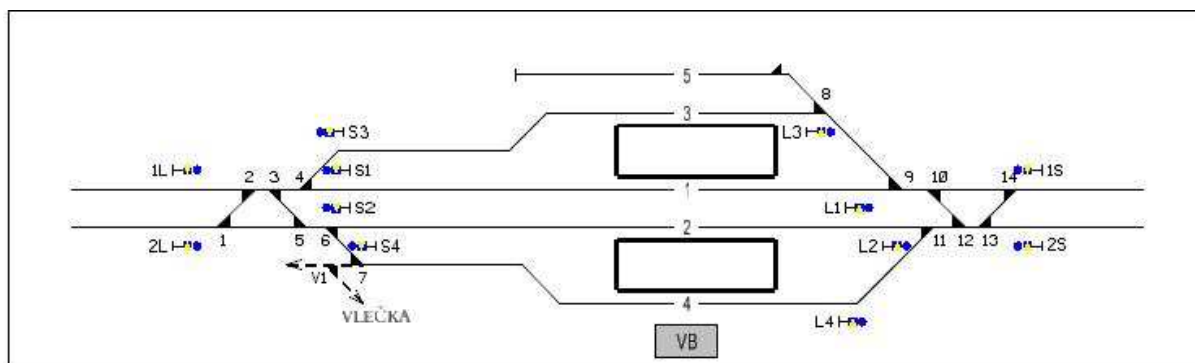
- Stanice ve stávajícím stavu, tedy v roce 2018 má 124 aktivních návěstních světel, mezi nimiž jsou i světelné indikátory a návěstidla mají elektrickou pevnost menší jak 4 kV.
- V rámci rekonstrukce SZZ musí dojít k výměně návěstidel a zřízení návěstidel s elektrickou pevností 4 kV. Při rekonstrukci dochází ke snížení na 100 aktivních světel. Zároveň však dochází k dodání právě nových návěstidel, a to včetně rezervních svítilen a uspořádání, které je nyní požadováno. Rekonstrukce proběhne například v roce 2021.
- Při výhradním provozu dojde ke zrušení stávajícího návěstění a zavedení návěstění dle výhradního provozu, tedy dvě svítilny v místě hlavních návěstidel. Zároveň dojde k přeřazení traťového zařízení, které bude maximálně zjednodušeno a z automatického bloku se de facto změní v automatické hradlo s několika úseky na trati. V ŽST bude ponecháno 40 aktivních

světél na sousedních mezistaničních úsecích žádné. V ŽST se dostáváme na 1/3 původního počtu v TZZ na nulové hodnoty. Výhradní provoz je požadován od 1. ledna 2025 v celé délce Děčín – Praha – Česká Třebová – Brno – Břeclav což představuje cca 60 dopraven, které by na výhradní provoz měly být upraveny do té doby.

Na základě tohoto příkladu nebereme v úvahu časový rámec, ale pouze vliv na zařízení při jednotlivých stavech a změnách v průběhu stavu. Zároveň následně vznikají otázky, zda tento stav je vhodný a jak bude postupováno při zřízení výhradního provozu. Jedná se zejména o:

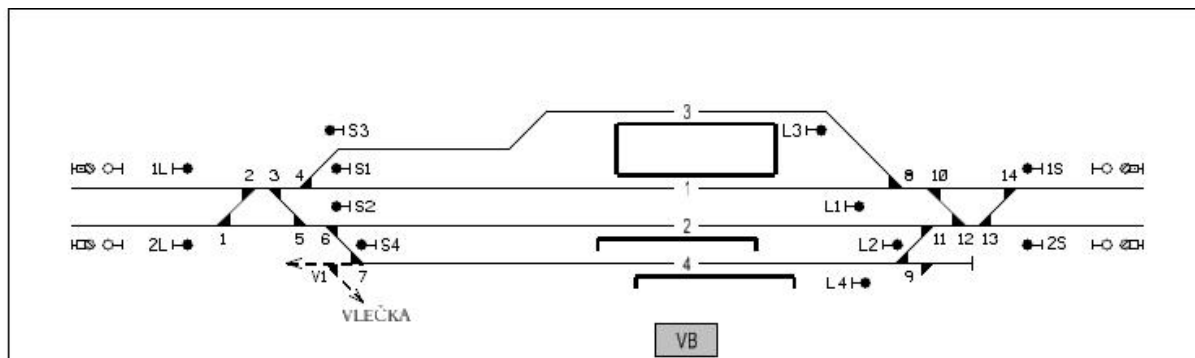
- Bude po výhradním provozu ponecháno stávající TZZ, tedy automatický blok bez návěstidel?
- Budou ponechána jednotlivá návěstidla v dopravních a na nich aktivní dvě svítilny?
- Budou využívány světelné označníky?
- Jaký rozdíl bude mezi seřadovacím návěstidlem a hlavním návěstidlem?

Doporučení k těmto otázkám zatím ponecháme bez komentáře a v časové ose ohledně možných změn v modelové dopravě dodáme ještě jednu, která v současnosti je velkým tématem. Jedná se o možnost zvýšení kapacity trati. Na modelové dopravě je patrné, že bude vhodné uvažovat o plné peronizaci, kterou dojde jak ke zvýšení bezpečnosti cestujících, tak ke zvýšení kapacity v hlavních kolejích vzhledem k mnoho vyššímu využití předjízdne koleje č. 4. Aby nedošlo k výrazné konfigurační změně stanice a tím i k úplné degradaci zařízení do tohoto okamžiku realizovaného, nabízí se využití bývalé koleje č. 6. Konfigurace dopravní pak může být následující.

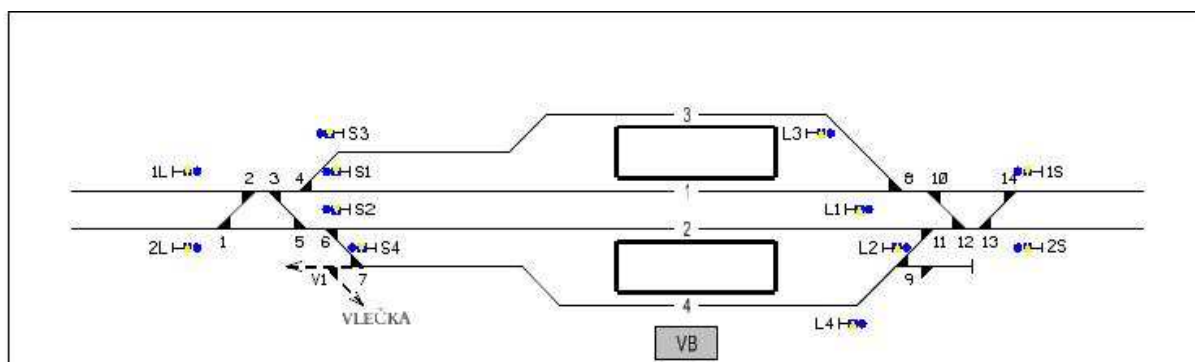


Po této úpravě tedy dojde k opětovné úpravě kabelizace, technologického zařízení, vypnutí a zapnutí provozu a dalších souvisejících úprav. Výsledkem bude zřízení konečné konfigurace s plnou peronizací, zaústěnou vlečkou a manipulačním místem VNPK v dopravně, které vzhledem k nákladům na jeho zabezpečení v řádech milionů Kč snad bude řádně využíváno. Rozsah nákladů, opětovných výluk, přezkušování zařízení a změn software není nutné komentovat, zároveň není nutné komentovat efektivnost investic vůči době její návratnosti. Podstatou této úvahy je demonstrování vlivu výhradního provozu a konečného řešení konfigurace v ŽST, ke které se nyní vrátíme. V případě,

že by při prvním zásahu bylo rozhodnuto o tom, že ŽST bude ve výhledovém stavu plně peronizována, což by na I. koridoru mělo být bráno neustále na zřetel. Může se konfigurace stanice hned při první úpravě změnit na následující stav.



Tento stav odpovídá konečnému stavu jako u předchozího řešení následujícím způsobem.



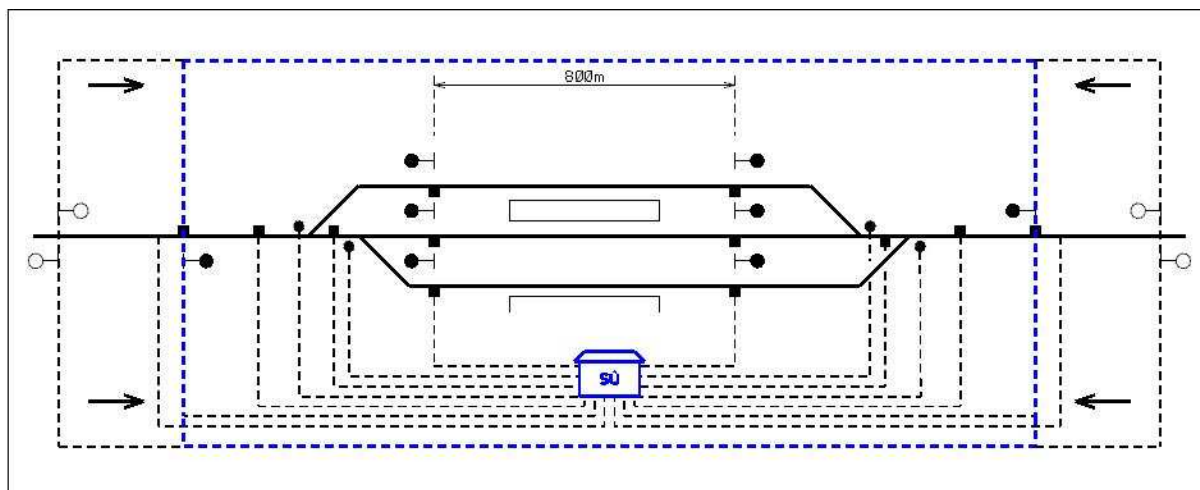
Rozdíl mezi tímto konečným stavem a předešlým je zřejmý. Manipulační místa v dopravně se nacházejí v sudé skupině stanice. Přejíždění mezi lichou a sudou skupinou při posunových cestách není potřebné. Pohyb posunujícího dílu (vozy) se odehrává pouze v koleji č. 4 a jízda po koleji č. 2 může být provedena pouze hnacím vozidlem bez vozů vyžadující sunutí. Tím se může konstatovat, že je zajištěna bezpečnost i při manipulacích s vozy, se kterými nemusí být prováděn manipulace v záhlaví stanice. Zároveň technologické zařízení je od prvního okamžiku uzpůsobeno pro konečný stav, který lze s velkou pravděpodobností očekávat v čase životnosti jak vlastního technologického zařízení, tak systému ETCS. Zároveň definováním výhledového stavu je zabráněno v průběhu rekonstrukcí ke zbytečným úvahám o manipulační koleji č. 6, která může být hned při první úpravě konfigurace stanice přemístěna do definitivní polohy, nebo v případě jejího nevyužívání zcela zrušena.

Jedná se pouze o demonstrativní případ, který však lze promítnout do všech dopravních s cílem otevřít otázku o nutnosti a účelnosti jednotlivých manipulačních míst v dopravních, případně jejich sloučení, jak je uvedeno v odstavci „Zajištění posunu v ŽST“.

12.2.2.2 Technologické zařízení – možný výhled

Současný stav a trend v přechodu na výhradní provoz pod systémem ETCS povede na nový trend v rozsahu zabezpečovacího zařízení a jeho řízení. Není vhodné realizovat rozsáhlá zařízení a realizovat množství kabelových tras, které jsou zdrojem neustálých úprav a změn. Tento stav je patrný i z kreseb v předešlých kapitolách a především u dvou posledních. Vzhledem k tomu si dovolíme v této studii jisté zamyšlení nad stávající koncepcí technologického zařízení.

Jeho koncepce vychází z vlastností reléového zařízení, kdy docházelo k soustředění prvků v prostoru DK v reléových místnostech a byla zahájena centralizace zařízení. Ta vycházela ze základní logiky, že je vhodné eliminovat jednotlivá zařízení a jejich ovládání centralizovat do místa, které musí být vždy obsazeno, a to dopravní kancelář v místě nástupištních hran. Byl to vývoj naprosto zřejmý a jediný možný, který umožňoval soustředění zařízení při využití reléového zařízení. Tím vznikla konfigurace, kterou je možné zobrazit následujícím schématem.



Tento koncept však z pohledu dnešního stavu přináší několik úskalí a změn v principu. Jedná se především o:

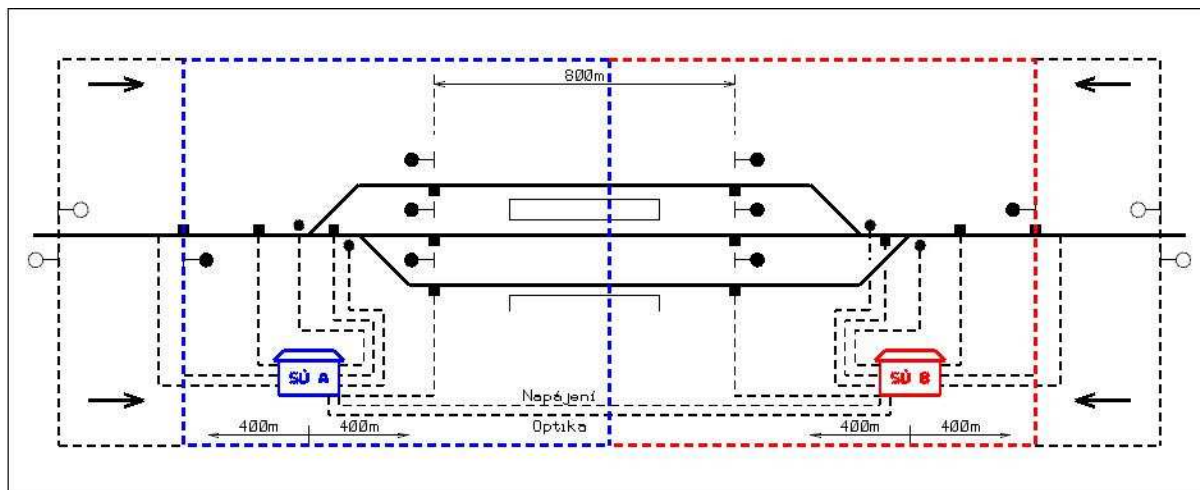
- U technologického zařízení jsou sníženy dosahy zařízení, tedy vzdálenost mezi prvkem a stavědlovou ústřednou, což je v současnosti markantní u elektromotorických přestavníků.
- Traťové zařízení se plně soustřeďuje do stavědlových ústředí.
- Provádí se příprava na jednotnou napájecí soustavu, což přináší potřebu bodování kabelizace typu TCEKPFLEZE.
- Došlo k odprodeji pozemků, vedení kabelových tras je čím dál více problematictější.
- Dochází k výstavbě kabelovodů, jejichž investiční náročnost se stále zvyšuje.

- Při budování bezbariérových nástupišť dochází ke značným zásahům do technologického zařízení a to jak kabelových tras, tak konfigurace zařízení.
- Při obnově zařízení se potýkáme z nedostatkem vhodných prostor ve výpravní budově a dochází k nutnosti budování provizorních zabezpečovacích zařízení, které umožní rekonstrukci budovy s následným zpětným umístěním zařízení do budovy.

Vzhledem k těmto skutečnostem byla hledaná jiná možnost technického řešení, která by vycházela ze současných možností zařízení a odrážela i současný stav. Zároveň je zohledňována jak provozní stránka zařízení, tak její investiční výstavba, a to včetně možných změn jak z pohledu doplnění infrastruktury, tak právě výhradního provozu. Vzhledem k tomu byly brány v úvahu následující skutečnosti:

- Nové technologické zařízení na dálkově řízených tratích, bude od počátku dálkově řízeno.
- Nové zařízení nevyžaduje dopravní kancelář, vzhledem ke skutečnosti, že bude jednak dálkově řízeno a jednak bude následně zřizován i výhradní provoz pod ETCS.
- D1Prostor u nástupištních hran patří k nejvíce stísněným prostorům, kde vedení prostorově náročných kabelových tras musí být řešeno rozsáhlým stavebním řešením, jehož náklady se v současnosti definují v desítkách milionů korun.
- Technologické zařízení dosahuje nižší životnosti, než je životnost stavební části, rozdíl v životnosti u stavební části je minimálně dvojnásobný, nežli u technologického zařízení.
- Vzhledem ke střídavé trakci je nutné kabelizace TCEKPFLEZE, a to minimálně u kabelu delších jak 400 – 500 m (dle situace).
- Centralizované zařízení z trati je vedeno přes celý obvod ŽST.
- Vzhledem k výhradnímu provozu bude nutná úprava TZZ a případně i úprava na zhlaví

Část těchto skutečností lze odstranit formou decentralizace zařízení, kterým se vydala část železničních správ, nebo jeho jiná úprava. Vzhledem k tomu, že v současné době nelze změnit koncept technologického zařízení bez rozsáhlého přeschvalování a ověřování, vychází navržený koncept v současnosti ze schválených zařízení na síti SŽDC s. o. a z části již ověřeného konceptu, který byl již realizován. V rámci tohoto konceptu se vracíme zpět k teorii, že technologické zařízení je nejvýznamněji zastoupeno na zhlaví a jeho metalické spojování s ústřednou je nejvíce náročnou částí. Nejlépe je to patrné v rozdílu dle předchozího obrázku a následujícího:



Při tomto technickém řešení dochází k několika možnostem využití decentralizace:

- Koncept lze úspěšně navrhovat ve stavbách, kde je řešeno technologické zařízení, či jeho obnova.
- Kabelizace mezi nově vzniklými RD a prvky nepřesahuje většinou 400 m a tím ji není nutné pokládat jako kabelizaci TCEKPFLEZE, čímž dochází ke značné úspoře.
- Vzhledem k malým vzdálenostem, odpadají u 2 – 6-kolejných stanic kabelové objekty a kabelizace je svedena přímo do RD.
- Je minimalizováno zařízení v místě nástupištních hran a je tím i umožněna jejich rekonstrukce či doplnění.
- Kabelizace z trati je ukončena hned na zhlaví a není vedena v širokých kynetách, či kabelovodech přes stanici.
- Při změně TZZ v trati, například zrušení automatických bloků s kolejovými obvody a jejich nahrazení novým zařízením s počítači náprav, není narušen střed stanice s cestující veřejností a úpravy se odehrávají na zhlaví.
- SÚ na zhlaví je umístěno v prefabrikovaných RD a je možná jejich rychlá výstavba, stejně jako jejich výměna po dožití zařízení atd.

Rozsah decentralizace je při tomto řešení minimální a v současnosti se ukazuje tento koncept přínosný i u silnoproudého zařízení, a to díky významnému rozsahu zařízení s velkým příkonem na zhlaví, a to především elektrického ohřevu. Vliv decentralizace nemá ani významný vliv na údržbu, a to vzhledem k rozsáhlé diagnostice zařízení, která se projevuje snížením rozsahu údržby. Zároveň je výhodné, když u tohoto konceptu řešení je využito pochozích kabelových tras, které z důvodu možných ústupků mohou být řešeny s malým krytím, například štěrkodrtí. To umožní následnou

výměnu a změnu například u výhradního provozu, což bude základním požadavkem především u traťového zařízení.

Tento koncept je v současnosti v počátku a je se SŽDC s. o. diskutován a projednáván ve vztahu se stávajícími požadavky na zřízení systému ETCS a následného výhradního provozu.

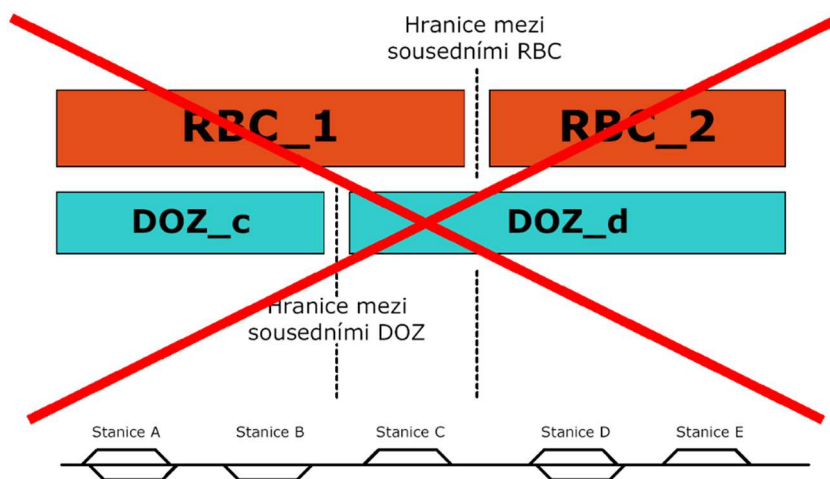
12.3 Souvislosti mezi ETCS a rozvojem dálkového ovládání zabezpečovacího zařízení

Systém ERTMS/ETCS je nutné vnímat i v souvislosti s dálkovým řízením zabezpečovacího zařízení DOZ. Jak bylo uvedeno v kapitolách výše, je to způsobeno skutečností, že systém ERTMS/ETCS a systém DOZ vyžadují obdobný sběr dat od jednotlivých typů zařízení. Liší se pouze v rozsahu jeho ovlivnění. Systém ETCS/ETCS téměř vůbec nepoveluje zabezpečovací zařízení, kdežto dálkové řízení je realizováno s požadavkem na plné povelování zabezpečovacího zařízení.

12.3.1 Definování vzájemných hranic systémů DOZ a ERTMS/ETCS

Oba systémy umožňují definovat jednotlivé řízené oblasti. U systému DOZ jsou hranice mezi řízenými oblastmi definovány z pohledu provozního, kdy je snaha do řízené oblasti zahrnout traťový rozsah s obdobným rozsahem železniční dopravy, která má v příslušné řízené oblasti buď svůj zásadní vznik, nebo je zde její ukončení. U systému ERTMS/ETCS jsou však hranice definovány s ohledem na maximální možný počet současně přihlášených vlaků s mobilní částí ERTMS/ETCS. Tento počet je v současnosti definován násobky 30, maximálně však 120 současně přihlášených mobilních částí ERTMS/ETCS (obvykle 90).

Zatímco při definování oblastí DOZ je vhodné definovat řízenou oblast přes okolí velkých center s hustou příměstskou dopravou a s jejím rozdělením do jednotlivých směrů, u RBC se spojují do velkých oblastí traťové úseky s menší intenzitou provozu a traťové úseky s velkou intenzitou je spíše snaha dělit do více ústředen RBC. Vzájemné závislosti obou systému však vyžadují definovat shodné hranice u jednotlivých systémů. Nelze tedy uvažovat s dělením oblastí dle níže uvedeného obrázku. Je však možné uvažovat s tím, že v jedné řízené oblasti je více ústředen RBC s tím, že hranice krajních ústředen RBC jsou shodné s hranicí řízené oblasti.



Vztah mezi hranicemi RBC a DOZ

Dalším kritériem pro návrh hranic je, aby hranice mezi jednotlivými oblastmi nebyly přímo v obvodu železniční stanice a ani u vjezdových návěstidel. V současnosti se doporučuje, aby tyto hranice byly vzdáleny od hranic dopravní cca 48 s při jízdě soupravy maximální traťovou rychlostí. Tento požadavek je způsoben nutností přehlašování/přihlašování do radioblokové ústředny, které se předpokládá v českých podmínkách nejdéle za uvedených 48 s. V případě nedodržení tohoto požadavku mohou nastat problémy se selháním při přehlašování/přihlašování vlaku k RBC. Vzhledem k tomu se doporučuje, aby tato hranice byla ve středu mezistaničních úseků, kde je většinou i hranice soustředění automatického bloku. Pokud toto místo není možné zajistit s ohledem na délku mezistaničního úseku (při 160 km/h ujede vlak za 48 s dráhu 2,133 km), je nutné nadefinovat příslušná dopravní opatření v případě nepřihlášení vlaku do sousedního RBC v takovém rozsahu, aby došlo k minimálnímu omezení dopravy.

Nelze opomenout, že v okamžiku pohybu vlaku v místě handoveru, dochází při přehlašování vlaku k jeho pohybu s neaktualizovaným MA, což může být bezpečnostní problém při náhlých změnách podmínek jízdní cesty.

12.3.2 Umístění zařízení systému DOZ a ERTMS/ETCS

Jak bylo výše uvedeno, tak pro systém DOZ je nutné zajistit shodný sběr dat od jednotlivých zabezpečovacích zařízení jako je tomu u systému ERTMS/ETCS. Systém DOZ však zajišťuje navíc i povelování tohoto zařízení. Vzhledem k tomu lze definovat systém ETCS L2 jako nadstavbový systém vůči DOZ.

Tratě TEN-T se ovládají z budov centrálního dispečerského řízení (CDP). Ta jsou v České republice definována dvě. Budova CDP Přerov a CDP Praha. V budově CDP jsou umístěny jak jednotlivé skříně DOZ, tak i jednotlivá dispečerská pracoviště pro řízení jednotlivých řízených oblastí DOZ. Vzhledem k tomu se jeví jako velmi výhodné umístit radioblokové ústředny také do této budovy a tím minimalizovat potřebu budování dalších přenosových cest pro výměnu dat a budování dalších vhodných prostor. Tento koncept byl již zvolen u prvních staveb ETCS.

Zařízení RBC, které je tvořeno sestavou několika skříní (většinou 3 – 4), se umísťují do prostor se shodnými požadavky jako u systému DOZ. Lze tedy uvažovat, že obě zařízení budou umístěna do shodných prostor. Je však nutné řádně definovat nejen zabezpečení těchto prostor, ale i klimatické podmínky vzhledem ke značným tepelným ztrátám elektronického zařízení.

12.3.3 Vazba mezi systémy ERTMS/ETCS , DOZ a infrastrukturou

Systém ERTMS/ETCS pro svoji řádnou funkci vyžaduje podrobnou mapu železniční infrastruktury. Ve spojení se systémem DOZ pak umožňuje řešení, která nejsou na první pohled patrná. V současnosti je tato problematika obtížně řešitelná. Jako příklad je v kapitole níže uvedeno využití znalostí o infrastruktuře potřebné pro systém ERTMS/ETCS a systému DOZ.

12.3.3.1 Problematika lokalizace polohy vlaku v dlouhých tunelech

Při přípravě jednotlivých staveb se zpracovává tzv. požárně bezpečnostní řešení stavby, v rámci kterého jsou pojmenovány kritické stavy neboli mimořádnosti, které mohou na infrastruktuře vzniknout. Tyto mimořádnosti jsou uvažovány zejména u dlouhých tunelových staveb, estakád a na ostatních rizikových místech na železnici.

V rámci systému DOZ je zajištěn celkový přehled o infrastruktuře a pohybu vlaků na ní. Lokalizace těchto vlaků je prováděna na základě prostředků pro vyhodnocování volnosti koleje, které jsou rozmístěny dle poloh jednotlivých návěstidel, které jsou většinou umísťovány na zábrzdnou vzdálenost, tedy obvykle na 1000 m a větší. Při řešení PBŘ tunelových objektů je však určení polohy s přesností na 500 m nevyhovující a dle požadavků hasičského záchranného sboru je nutné vlak lokalizovat s odchylkou maximálně 100 m. Zajistit tuto přesnost pomocí klasických prostředků pro zjišťování volnosti by bylo značně náročné a zároveň i problematické (navýšení kabelizace, která by se musela ochraňovat proti požáru atd.).

Při úvaze zřízení systému ERTMS/ETCS je možné polohu vlaku určit s vysokou mírou přesnosti na základě komunikace s mobilní částí systému ERTMS/ETCS, neboť hnací vozidla musí být v tomto případě vybavena odometrií s vysokou mírou přesnosti měření ujeté vzdálenosti. Do systému DOZ je

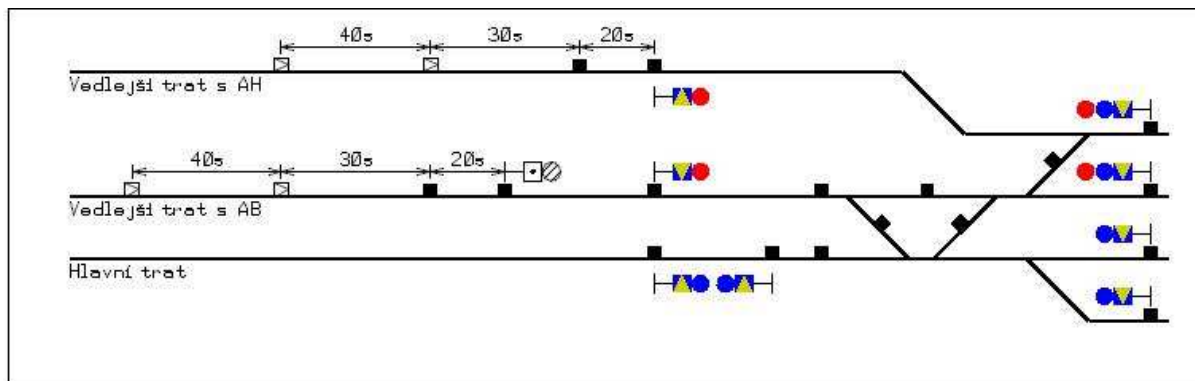
pak možné zavázat informaci o aktuální poloze vlaku, a tím tak vyhovět požadavkům na požárně-bezpečnostní řešení tunelových objektů a současně zajistit efektivitu jejich výstavby.

Zde je možné uvažovat o uplatnění ETCS L2, kterým lze nadefinovat polohu vlaku s tímto systémem vybavenou. Tuto polohu, která je založena na odometrii a definici neproměnných balíz v kolejišti, lze přenášet do systému DOZ a v závislosti na získaných datech nadefinovat polohu vlaku s požadovanou přesností. Díky tomuto způsobu lze vyhovět požadavku požárních sborů a zároveň zajistit efektivitu výstavby tunelových objektů. Nelze však opomenout možnost rizika, že nemusí být hlášení z mobilní části ETCS vždy dostupné.

12.3.4 Vazba mezi systémy DOZ, ERTMS/ETCS a vedlejšími tratěmi

V současnosti je zřejmé, že dříve nebo později bude nutný celkový přechod na systém ERTMS/ETCS u všech tratí, na kterých se předpokládá jízda rychlostí vyšší než 100 km/h, a je tedy vyžadováno zřízení vlakového zabezpečovače. V ČR totiž neexistuje žádný odpovídající vlakový zabezpečovač splňující požadavky evropských norem. Vzhledem k této skutečnosti je nutné se řádně připravit a definovat nutný rozsah úprav jednotlivých technologických zařízení s vizí ukončení provozování národního vlakového zabezpečovače.

Vstup do oblasti řízené systémem ERTMS/ETCS z vedlejší trati je v zásadě možný dvěma základními způsoby. Prvním způsobem je tzv. manuální vstup, který je využíván zejména u méně významných tratí, kdy přihlášení do systému ERTMS/ETCS probíhá přímo na staniční koleji řízené stanice před pokračováním jízdy vlaku. V případě významnějších tratí bývá většinou vyžadován tzv. automatický vstup. V tomto případě probíhá přihlášení do systému ERTMS/ETCS již v předstihu před hranicí řízené oblasti. Hranice řízené oblasti se zpravidla stanovuje do úrovně vjezdového návěstidla v případě, že je mezistaniční úsek vybaven traťovým zabezpečovacím zařízením typu automatické hradlo, nebo do úrovně posledního oddílového návěstidla v případě, že je mezistaniční úsek vybaven traťovým zabezpečovací zařízením typu automatický blok. V případě automatického vstupu je pak nutné zajistit pokrytí signálem GSM-R v kvalitě potřebné pro přihlášení do systému ERTMS/ETCS ve vzdálenosti minimálně 90 s před hranicí řízené oblasti (tomu musí odpovídat příslušná vzdálenost, a to včetně zohlednění možného výhledového zvýšení rychlosti).



Na vybrané železniční infrastruktuře je tato problematika definována touto studií. Lze tedy určit dopady, které sebou tato skutečnost přinese. Považujeme však za nutné se zde alespoň částečně zmínit, že přechod na systém ERTMS/ETCS sebou přinese jak přínosy, tak negativa dopadající i na vedlejší tratě.

12.3.4.1 Problematika zapojení vedlejších tratí do tratí TEN-T

Pokud si odmyslíme finanční stránku nasazování systému ERTMS/ETCS, je nutné mezi přínosy zařadit především zvýšení bezpečnosti a funkcionality vlakového zabezpečovače. Dalším zásadním přínosem bude zvýšení kapacity trati v případě provozu všech vlaků pod ETCS. Z technologických výpočtů však vyplývá, že pokud se v úseku budou pohybovat i vlaky nevybavené mobilní částí ERTMS/ETCS, dojde ke snížení kapacity trati jako celku. Bude tedy vhodné tyto vlaky eliminovat alespoň v dobách největšího zatížení trati, tedy v dopravních špičkách, a to například příslušným zdražením poplatku za využití dopravní cesty.

V dopravních špičkách totiž dochází v železničních uzlech ke sjezdu jednotlivých vlaků osobní dopravy a následně k jejich rozjezdu do jednotlivých směrů. Mezi těmito vlaky, se však nacházejí i vlaky, které jsou vedeny většinou v nezávislé trakci a na koridorovou (vybranou) síť zajiždějí z vedlejších tratí. Zvláště na tyto vlaky se bude nutné zaměřit, neboť jsou potencionálním rizikem. Pro demonstraci tohoto problému uvedeme tři příklady, které jsou uvažovány jako dopravní koncepty po roce 2020 a většina jich je však v provozu již nyní.

- **Traťový úsek Kadaň předměstí – Chomutov -Děčín.** V tomto úseku je vlak veden po vedlejší trati v délce 6 km (Kadaň předměstí-Kadaň Prunéřov) a zbylý úsek po hlavní trati. Po elektrizaci trati Kadaň - Kadaň Prunéřov, je požadován hodinový takt na lince S1-S24 ústeckého kraje – cílovým stavem má být páteřní linka Kadaň - Děčín hl. n., tedy poměr

vedlejší trati 6 km (Kadaň -Kadaň Prunéřov) vůči 107 km (Kadaň Prunéřov-Děčín) na trati TEN- T (poměr 5,3 % vůči 94,7 %).

- **Traťový úsek Mladá Boleslav – Praha Vršovice.** Vlak je veden po vedlejší trati v délce 66 km a po trati TEN-T je veden v délce 9 km (poměr 88 % vůči 12 %). Jedná se o vlaky pouze kategorie Os v hodinovém taktu, vlaky kategorie R jsou vedeny minimálně do Turnova ve dvouhodinovém taktu doplněném spěšnými vlaky rovněž na hodinový alespoň ve špičkách. Na této trati je také v provozu linka S34, která je vedena z Prahy-Čakovice do Prahy Masarykova nádraží v hodinovém taktu (poměr 68 % vůči 32 %, v případě, že by úsek Praha Vysočany – Odb. Skály v délce 6 km se měl započítat do vybrané trati, bude poměr de facto obrácen na 36,5 % vůči 63,5 %).
- **Traťový úsek Lanškroun – Česká Třebová.** V tomto případě je vlak veden po vedlejší trati v délce 4 km a po trati TEN-T je veden v délce 14 km (poměr 22% vůči 78%). Jedná se o vlaky pouze kategorie Os, které jsou vedeny v hodinovém taktu doplněném ve špičkách na půlhodinový takt.

Obdobný výčet, který je výše uvedený, lze však nalézt u každé větší aglomerace. Takovýto způsob provozování linek je logický a je na něm založen taktový grafikon s průjezdným modelem velkých uzlů pro minimalizaci přestupních vazeb a jízdních dob (a tím nejen i minimalizace počtu nutných souprav a vlakového personálu, ale také minimalizace zatížení uzlu). Je tedy nutné uvažovat s tím, že tento způsob vozby bude požadován i nadále a nová technologie musí s tímto způsobem provozování drážní dopravy uvažovat.

12.3.4.2 Nutné rozhodnutí provozovatele infrastruktury

Vzhledem k výše uvedenému způsobu vozby bude nutné jasné a stále rozhodnutí provozovatele infrastruktury. Toto rozhodnutí může mít pouze dvě roviny:

- Nerespektovat požadavek objednavatele dopravy. Toto rozhodnutí znamená, že nebude umožněna přechodnost vozidel mezi vedlejší tratí a hlavní tratí, pokud vozidlo nebude vybaveno mobilní částí ERTMS/ETCS. Tím bude zajištěna předpokládaná kapacita trati, ale i úroveň bezpečnosti. Nelze totiž opomenout, že tyto trati nejsou většinou vybaveny žádným vlakovým zabezpečovačem a bezpečnost pohybu drážního vozidla je plně ponechána na strojvedoucím tedy lidském činiteli. V jednotlivých odbočných a přípojných ŽST bude při tomto rozhodnutí nutné zajistit přestupní vazby, a tím dojde k prodloužení jízdních dob obvykle minimálně 5 minut a cestování v dané relaci ztratí na atraktivitě (přestup jako takový obtěžuje, navíc vnáší do spojení prvek nejistoty). Aby došlo k zajištění bezpečnosti, tak by tyto vlaky měly vjíždět na samostatná nádraží v minulosti nazývaná jako místní, která byla na

„velkou“ dráhu napojena pouze v jednom bodě. Takovým typickým příkladem dodnes zachovalým může být například ŽST Čáslav, Zaječí, ŽST Zadní Třebáň atd. Kolejová konfigurace přípojných stanic musí být uzpůsobena tak, aby nedocházelo k přejíždění vlaků určených pro provozování dopravy na vedlejší trati příčně přes kolejové skupiny, či dokonce přes všechny koleje, neboť by tak přípojná stanice nedosahovala požadované bezpečnosti.

Z tohoto je patrné, že rozhodnutí nerespektovat požadavek objednavatele dopravy, nebude pravděpodobně akceptováno vzhledem k velkým provozním ztrátám jak v čase cestujících, tak k finanční náročnosti úprav na straně infrastruktury.

- Respektovat požadavek objednavatele dopravy. Toto rozhodnutí znamená, že dojde k zajíždění vozidel na hlavní trať. V tomto případě bude nutné, aby vzal provozovatel infrastruktury na vědomí následující rizika:
 - Na hlavní tratě mohou zajíždět vozidla z vedlejších tratí bez mobilní části ETCS a z pohledu manažera dopravní infrastruktury se přijímá snížení kapacity a bezpečnosti
 - Na hlavní tratě mohou zajíždět vozidla z vedlejších tratí, ale pro dosažení požadované propustnosti a bezpečnosti bude nutné zajistit jejich vybavení mobilní částí ETCS.

V případě přijetí prvního rizika to znamená, že v některých úsecích hlavní trati TEN-T bude v osobní dopravě více vozidel nevybavených mobilní částí systému ETCS, než vozidel vybavených tímto systémem. Například u prvního případu traťového úseku Kadaň předměstí – Jirkov – Děčín (viz. kapitola 12.3.4.1) je dle objednavatele dopravy (Ústecký kraj) ve výhledu uvažováno s vlaky v relaci Kadaň předměstí – Oldřichov u Duchcova – Teplice – Ústí n. L. – Děčín v hodinovém taktu a v úseku Litvínov – Oldřichov u Duchcova – Teplice – Ústí n. L. také v hodinovém taktu. To znamená, že mezi Oldřichovem u Duchcova a Ústí n. L. vznikne půlhodinový takt vlaků bez mobilní části systému ERTMS/ETCS a hodinový takt rychlíkové dopravy. V případě přijetí prvního rizika je tedy nutné zvážit zřizování systému ERTMS/ETCS, neboť ve své podstatě přijímáme fakt, že je akceptovatelné zajištění bezpečnosti lidským faktorem.

Obdobné rozhodnutí musí padnout i u dopravních modelů, které jsou patrné v příkladu Lanškroun – Česká Třebová. Zde je patrné, že pokud vlak jede více jak XX % po trati TEN-T, výrazně zasahuje do bezpečnosti provozování této železniční trati, což je nepřijatelné. Procentuální podíl, který je zde nazván jako XX, bude nutné definovat buď ve zmíněných procentech, nebo délce trati dané kategorie trati. Kategorii trati však bude nutné dodefinovat rozsahem dopravy v daném úseku trati TEN-T vzhledem k příkladu trati Mladá Boleslav – Praha-Vršovice.

U tratí příkladu Mladá Boleslav – Praha Vršovice bude rozhodnutí mnohem složitější. Jedná se o trať, která propojuje v několika bodech vybranou síť a zároveň o trať, která do jedné z nejzatíženějších stanic a traťových úseků (Praha hl. n., Nové spojení) přivádí dálkovou osobní a příměstskou dopravu. Rozhodnutí nevybavovat hnací vozidla na této trati mobilní částí ETCS, bude znamenat jak změnu propustnosti, tak bezpečnosti v pražském uzlu.

Z výše uvedeného tedy vyplývá přesvědčení zpracovatele metodiky, že systém ERTMS/ETCS bude nutné rozšiřovat i mimo hranice tratí TEN-T. Otázkou však zůstává, zda je nutné realizovat ERTMS/ETCS na dalších tratích ve stejném rozsahu jako na tratích TEN-T, nebo je na těchto tratích možné realizovat technologii, která umožní zajistit dostatečnou bezpečnost a současně umožní jednoduché vybavení vedlejších tratí odpovídajícím vlakovým zabezpečovačem, který svou mobilní částí umožní komunikaci i na tratích TEN-T a tím udržet parametry vybrané železniční infrastruktury.

Pro tuto studii to však znamená, že při řešení problematiky ERTMS/ETCS tratí TEN-T, nesmí být opomenut vliv vedlejších tratí. Při dimenzování kapacity radioblokové ústředny musí být uvažováno i s intenzitou dopravy z vedlejších tratí. Také je zřejmé, že regionální linky budou výrazně ovlivňovat bezpečnost a propustnost tratí TEN-T a ovlivňovat technologii ETCS na těchto tratích.

Dalším samostatným problémem, respektive jeho řešením je údržba železničních vozidel. Na síti dochází k přesunu poměrně značného množství vozidel, z důvodu zajištění jejich vyzbrojení, případně údržby v jednotlivých depech. To se stalo na základě centralizace této údržby a servisu. Tímto rozhodnutím provozovatele dochází k přejezdům jednotlivých železničních vozidel mezi místem výkonu a místem údržby a to mnohdy po tratích, které jsou již nyní vybaveny systémem ETCS a jsou na hranici své kapacity.

12.3.4.3 Návrh na změnu NIP

Jak je uvedeno, zaústění některých tratí a vleček může být velmi problematické v okamžiku zavedení systému ETCS na hlavní trati. Na jednotlivých vedlejších tratích, které jsou zaústěných do tratě vybavené s ETCS je nutné uvažovat, jak bude jízda do ŽST uskutečňována, a to jak při smíšeném provozu, tak především při výhradním provozu. Zároveň je pak nutné uvažovat i se skutečností, respektive s faktem, jaké investiční náklady je nutné vložit do tohoto řešení. Současně s tím, je nutné uvažovat, v jakém rozsahu se budou vozidla z vedlejší tratě pohybovat na hlavní trati, tedy s ohledem, zda jízdu ukončí v přípojně/odbočné stanici, nebo budou pokračovat dále po trati s ETCS.

Na základě těchto skutečností se dojde k závěru, že při uvedení ETCS na hlavní trati, je vhodné uvést systém ETCS okamžitě i na vedlejší trati, a to jak z pohledu investičních nákladů, tak i z pohledu efektivity provozu, vzhledem k tomu, že většina vlaků na vedlejší trati bude vybavena mobilní částí systému ETCS.

Na základě této úvahy, lze z jednotlivých příloh vyvozovat nutnosti změny NIP, respektive jeho rozšíření a tím i rozšíření úprav pro ETCS na vedlejších tratích. Obdobně to bude i z pohledu systému DOZ, GSM-R a ostatních. Jednotlivé tratě, které je vhodné dovybavit i systémem ETCS lze rozdělit z pohledu důvodu:

- Odbočné tratě, u kterých se předpokládá, že budou pojížděny vybavenými vozidly mobilní částí systému ETCS (městské linky). Jedná se o:
 - Kadaň – Kadaň-Prunéřov
 - Oldřichov u Duchcova – Litvínov
 - Lysá n.L.-Milovice
 - Praha-Smíchov – Rudná u Prahy – Hostivice
 - Nymburk – Poříčany
 - Kutná Hora město - Kutná Hora hl.n.
 - Solnice – Týniště n.O.
 - Ostrava -Svinov - Opava východ
 - Atd.
- Odbočné tratě, u nichž dochází k výraznému přechodu souprav, které na trati s ETCS vykonají výrazně vyšší část své cesty než v délce přípojně trati
 - Kadaň – Kadaň-Prunéřov
 - Oldřichov u Duchcova – Litvínov
 - Děčín hl. n. - Děčín východ
 - Lysá n.L.-Milovice
 - Praha-Smíchov – Rudná u Prahy – Hostivice
 - Nymburk – Poříčany
 - Kutná Hora město - Kutná Hora hl.n.
 - Ostrava -Svinov - Opava východ
 - Studénka - Mošnov, Ostrava Airport
 - Atd.
- Přípojně tratě, u nichž se předpokládá zřízení automatického vstupu. Při zřízení automatického vstupu dochází ke zřízení pokrytí signálem GSM-R. U některých tratích však

dojde k tomu, že lze tímto signálem pokrýt celou trať, a to včetně její koncové dopravní. V těchto případech je pak vhodné zahrnutí celé tratě do systému ETCS čímž není nutné uvažovat s dodatečnými úpravami v přípojné stanici, kde je nutné regionální vlaky oddělit od trati s výhradním provozem. Jedná se například o tratě:

- Lanškroun - Rudoltice v Čechách
- Most nové n. - Louka u Litvínova
- Jirkov - Odb. Dolní Rybník
- Letohrad – Častolovice

Do této skupiny, ale mohou patřit i tratě:

- Moravany – Borohrádek
- Rokycany – Nezvěstice
- Atd.

V současnosti je tedy zřejmé, že systém ETCS bude nutné, a to i z ekonomického hlediska rozšířit na více tratí, jak je uvedené v NIP. Společně s tím bude nutné uvažovat i o změnách v rozsahu řízení z CDP. Zde je vhodné poznamenat, že u jednotlivých železničních správ došlo k rozhodnutí o celoplošném využití systému ETCS, před realizací oddělených částí infrastruktury.

12.4 Dimenzování systému ERTMS/ETCS na základě výhledové kapacity

Při realizaci ERTMS/ETCS je nutné uvažovat s tím, že shodně jako jiné systémy má systém ERTMS/ETCS své maximální kapacitní možnosti. Kapacitní možnosti, které jsou nejvíce omezující, jsou zejména:

- Omezená kapacita jednotlivých základnových stanic systému GSM-R: Možnosti rozšíření kapacity systému GSM-R, lze nalézt v rozšíření počtu jednotlivých kanálů, nebo rozšíření počtu základnových stanic, respektive v řešení pomocí paketového režimu. Jednotlivé možnosti jsou popsány dále v samostatné části této metodiky.
- Omezená kapacita radioblokových ústředí: RBC jednotlivých výrobců v současnosti umožňují různý počet současně přihlášených vozidlových částí. Přičemž právě kapacita ústředí je jedním ze základních parametrů při návrhu rozvržení řízených oblastí. V současnosti jsou na trhu k dispozici RBC umožňující přihlášení maximálně 30, 60, 90 a 120 vozidlových jednotek. Vždy se jedná o násobek 30, kterým jsou definovány jednotlivé bloky

RBC. Při změně konceptu v GSM-R a přechodu na paketový režim se bude pravděpodobně jednat o jiné počty.

12.4.1 Požadavky na RBC v ČR

Radioblokové ústředny nasazované na tratích TEN-T v ČR musí umožnit navázání na řídicí centrály DOZ jiných výrobců a musí mít možnost dálkové údržby (zřízení diagnostiky). Dodávané RBC musí umět komunikovat se sousedními RBC a musí zajišťovat kompatibilitu pro budoucí rozšiřování. Kompatibilita musí být zajištěna jak mezi jednotlivými generacemi dodávaných RBC, tak i mezi RBC dodávanými jinými dodavateli.

RBC musí být konstruovaná tak, aby v případě výpadku jedné větve RBC umožňovala nepřerušené a neomezené pokračování provozu. Výpadkem se přitom rozumí každá odchylka od předpokládané funkcionality náhodnými vlivy, jako např. chyba hardware nebo chybný bit při přenosu rušivými vlivy.

RBC musí ve své oblasti umožňovat pohyb minimálně 90 přihlášených vlaků. V případě překročení maximálního počtu přihlášených vlaků musí RBC vlak, který se přihlašuje jako poslední odmítnout, bez přerušení či omezení vlaků do RBC v té době přihlášených.

RBC budou umístěna výhradně v CDP Praha nebo Přerov, neboť jsou zde k dosažení jednotlivá stavědla prostřednictvím systému DOZ a pro přenos informací mezi ŽST a RBC je vyčleněn 1 pár optických vláken, který je zaokružován a 1 pár optických vláken bez zaokružování.

Kromě výše uvedených podmínek musí RBC splňovat veškeré podmínky plynoucí z povinných evropských specifikací v aktuálním znění a další podmínky, definované na základě zkušeností z pilotního projektu ETCS v ČR a vyjádřené v technických podmínkách zadávací dokumentace.

13 Projektování systému ERTMS/ETCS ve vazbě na konverzi trakčních soustav na cílovou trakční soustavu 25 kV, 50 Hz

V této kapitole jsou uvedeny základní předpoklady a zásady pro projektování systému ERTMS/ETCS v souvislosti s připravovanou konverzí na jednotnou trakční soustavu 25 kV, 50 Hz.

13.1 Nasazení GSM-R

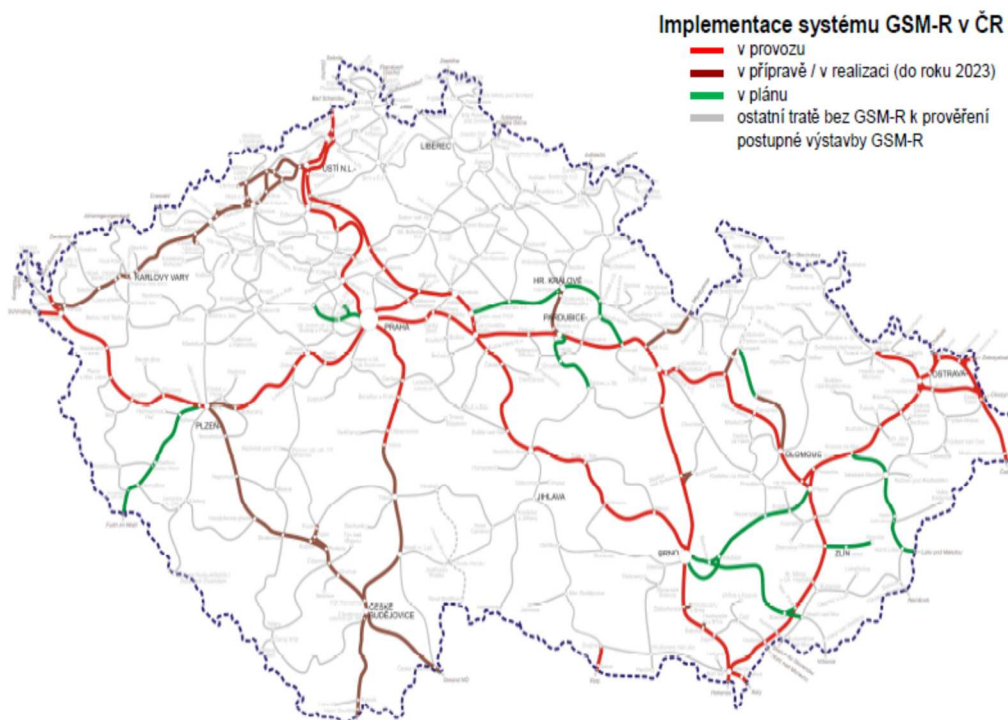
V rámci této kapitoly není nutné se podrobně zabývat systémem GSM-R. Radiový systém GSM-R je v současné době na tratích, kde má být v budoucnu realizována konverze trakční soustavy na 25 kV, 50 Hz, převážně již nasazen.

Systém GSM-R není mimo kabelového propojení bezprostředně závislý na modernizaci železniční infrastruktury, což platí plném rozsahu i pro konverzi trakční soustavy na 25 kV, 50 Hz.

Jeho implementace je možná v těchto fázích:

1. Před konverzí trati na 25 kV, 50 Hz
2. Během konverze tratě na 25 kV, 50 Hz
3. Po konverzi tratě na 25 kV, 50 Hz

V národním implementačním plánu nasazení ERTMS je navržen následující postup implementace systému GSM-R v České republice.



Další naplánované etapy implementace systému GSM-R od roku 2017

Ad 1. Pokud došlo, příp. dojde k nasazení GSM-R před konverzí trati na 25 kV, 50 Hz je nutné pouze ošetřit použitá kabelová vedení pro spojovací cesty. V případě použití metalických kabelů, je nutné v rámci konverze zajistit jejich ochranu proti vlivům střídavé trakce 25 kV, 50 Hz.

Ad 2. Tento postup je možný, ale je nutné navrhnout vzájemnou koordinaci obou akcí z hlediska časového a technického. Vhodnou koordinací může dojít k úspoře investičních nákladů na prováděné kabelizaci.

Ad 3. Tento postup je rovněž možný, ale pokud k němu dojde doporučujeme, aby potřebná kabelová propojení, pokud nejsou k dispozici stávající, byla realizována již v rámci konverze na 25 kV, 50 Hz.

13.2 Nasazení ETCS

Podmínky pro nasazení ETCS jsou odlišné. Pro implementaci systému ETCS level 2 je podmínkou jeho nasazení funkční datový kanál GSM-R. Ten je u všech tratí uvažovaný podle NIP ERTMS pro nasazení ETCS již realizován, případně jeho realizace časově předchází.

Zcela odlišná je situace u ostatní železniční infrastruktury. V podstatě je nutné vyřešit minimálně dva okruhy problémů:

- Stav nasazeného zabezpečovacího zařízení
- Kolejové řešení dopraven na tratích s ETCS

Ne každé zabezpečovací zařízení je vhodné pro nasazení ETCS level 2. Ve stanici by to mělo být minimálně zabezpečovací 3. kategorie s počítačovým rozhraní, na trati soustředěný automatický blok, případně elektrické zařízení nového typu přímo komunikující s RBC. Z toho důvodu nasazení ETCS na některých úsecích převážně I TŽK předchází stavby „Úpravy zabezpečovacího zařízení pro DOZ a ETCS“.

Z výše uvedené shrnutí je zřejmé, že nasazení systému ETCS level 2 je bezprostředně závislé na modernizaci železniční infrastruktury, což platí ve značném rozsahu i pro konverzi trakční soustavy na 25 kV, 50 Hz.

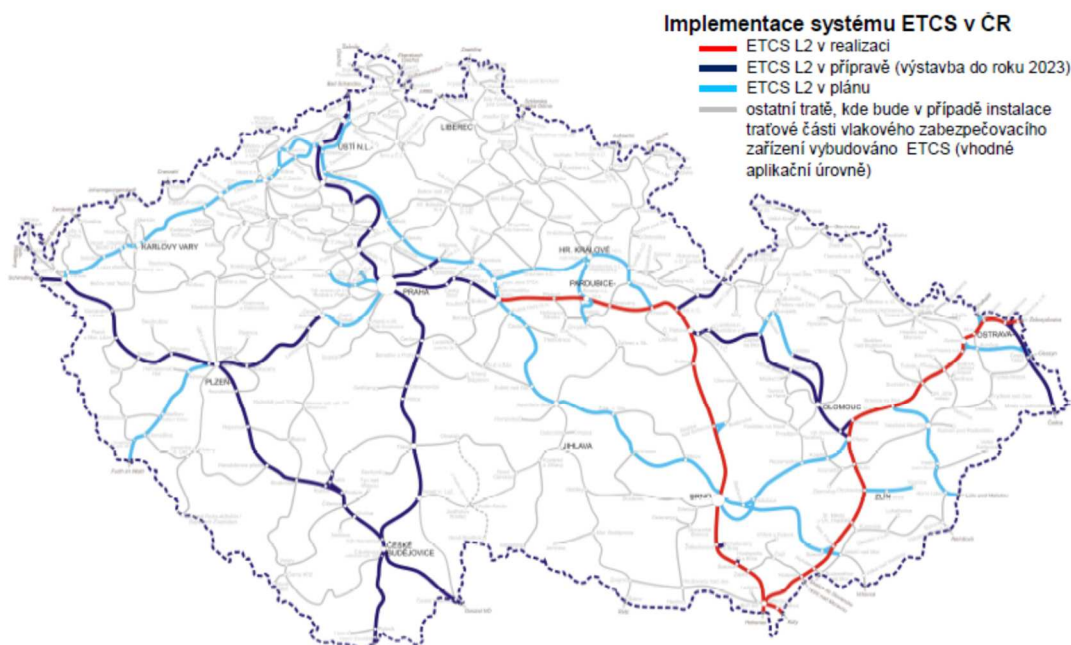
Jeho implementace je možná v těchto fázích:

1. Před konverzí trati na 25 kV, 50 Hz
2. Během konverze tratě na 25 kV, 50 Hz
3. Po konverzi tratě na 25 kV, 50 Hz

V národním implementačním plánu nasazení ERTMS je navržen následující postup implementace systému ETCS v České republice.

Národní implementační plán ERTMS

Česká republika



Postup implementace systému ETCS v České republice.

Ad 1. Pokud by došlo, příp. dojde k nasazení ETCS L2 před konverzí trati na 25 kV, 50 Hz je nutné prověřit stav nasazeného zabezpečovacího zařízení. Pokud je technická úroveň staničního a traťového zabezpečovacího zařízení na takové úrovni, že v rámci konverze nedochází k jeho výměně, je nutné v rámci konverze zajistit ochranu metalických kabelů proti vlivům střídavé trakce 25 kV, 50 Hz. Tyto úpravy nekladou nároky na úpravu SW na RBC.

Pokud v rámci konverze je navržena výměna zabezpečovacího zařízení, případně jeho konfigurace a dojde k novému situování balíz, je nutné uvažovat s úpravou SW na RBC.

Ad 2. Realizovat současně nasazení ETCS a konverzi na 25 kV, 50 Hz je technicky možné. Toto řešení klade značné nároky na koordinaci prací, především z hlediska zachování jízd vlaků v elektrické trakci a současné činnosti zabezpečovacího zařízení. Dále je nutné si uvědomit, že tyto investice budou prováděny v převážné míře na tratích, kde bude současně probíhat modernizace železniční infrastruktury. Podrobný postup přesahuje rámec této metodiky, ale základní zásady a postupy budou následující:

- Konverze bude probíhat minimálně mezi dvěma trakčními napájecími stanicemi (TNS)

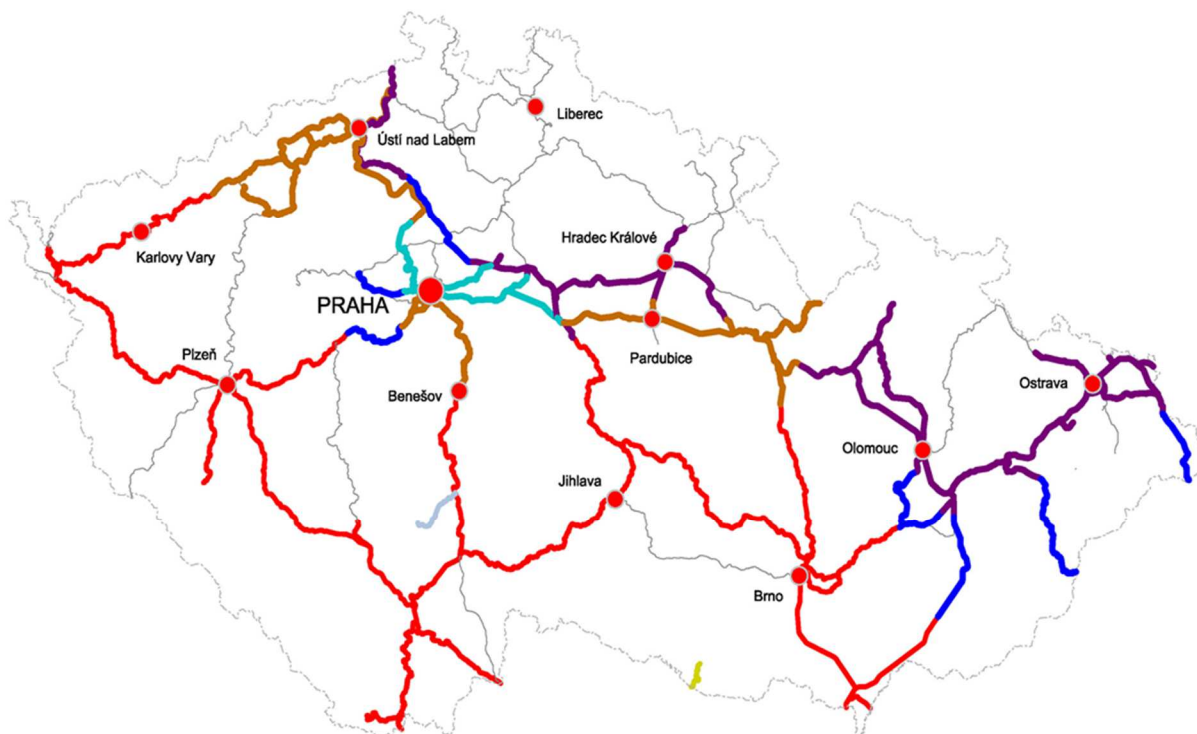
- To vyžaduje v předstihu rekonstruovat TNS a upravit trakční vedení na novou izolační hladinu
- Na stejném úseku bude vhodné aktivovat i ETCS L2 včetně odpovídajících RBC
- To vyžaduje mít k dispozici zabezpečovací zařízení umožňující nasazení ETCS L2
- Aktivaci ETCS L2 a konverzi na 25 kV, 50 Hz musí nutně předcházet případná modernizace železniční infrastruktury
- To vyžaduje zachovat v maximální možné míře v provozu stávající zabezpečovací zařízení, které bude využito jako provizorní zabezpečovací zařízení
- Pokud to nebude technicky možné, je nutné navrhnout takové provizorní zabezpečovací zařízení, které umožní nerušené přezkušování a aktivaci systému ETCS
- Rovněž stávající napájení trakčního vedení 3 kV ss by mělo být udrženo v provozu po dobu provizorního zabezpečovacího zařízení s ohledem využívání stávající kabelizace v maximálně možné míře
- Aktivace ETCS, nového zabezpečovacího zařízení včetně nové kabelizace by měla bezprostředně předcházet aktivaci napájení 25 kV, 50 Hz
- Výše uvedený postup by mohl být využit rovněž při aktivaci výhradního provozu

Ad 3. Tento postup je rovněž možný, ale pokud k němu dojde doporučujeme, aby potřebná náhrada nevyhovujícího zabezpečovacího pro nasazení ETCS L2 byla provedena v rámci investiční akce na konverzi na 25 kV, 50 Hz. Současně je nutné realizovat výměnu kabelizace za novou odolnou proti vlivům střídavé trakce 25 kV, 50 Hz. Nově nasazené zařízení by prošlo úpravami následně při aktivaci ETCS L2 a při zavádění výhradního provozu.

13.3 Časový plán postupu přepínání na 25 kV 50 Hz

V rámci Studie „Koncepce přechodu na jednotnou napájecí soustavu ve vazbě na priority programového období 2014-2020“ byl zpracován první návrh postupu „konverze“ na síti SŽDC.

Mapa postupu přepínání na 25 kV 50 Hz je uvedena na následujícím obrázku.



Legenda:

- Výstavba do roku 2025
- Výstavba do roku 2030
- Výstavba do roku 2035
- Výstavba do roku 2040
- Stávající 25kV AC

Mapa postupu přepínání na 25 kV 50 Hz – ze Studie „Koncepce přechodu na jednotnou napájecí soustavu ve vazbě na priority programového období 2014-2020“

Studie byla schválena centrální komisí MD ČR v prosinci 2016 a uložila SŽDC s. o., aby ji respektovala při přípravě a realizaci investičních akcí. V současné době je připraven k realizaci první úsek Nedakonice – Říkovice, shodou okolností na trati, kde v současné době probíhá realizace ETCS L2.

Celkově lze říci, že původní předpoklady ze studie byly optimistické a projekt nepostupuje tak rychle jak se předpokládalo. Na druhou stranu je třeba konstatovat, že ve téměř všech připravovaných investičních akcích je s přípravou na konverzi uvažováno.

Pokud nedojde k výraznému zpoždění projektu konverze, lze na základě stávajícího stupně poznání dojít k těmto závěrům:

1. Systém GSM-R v rozsahu navrhovaném podle NIP ERTMS bude na převážné části tratí vybudován v předstihu před konverzí, výjimečně může dojít k současné realizaci.
2. U systému ETCS L2 dojde ke všem třem výše uvažovaným možnostem:
 - Na tratích, kde probíhá projektová příprava tohoto systému dojde k jeho nasazení a aktivaci před „konverzí“
 - Na tratích, kde je projektová příprava nasazení ETCS L2 závislá na projektové přípravě modernizace je pravděpodobné, že jeho nasazení proběhne současně s konverzí
 - Na tratích kde bude z provozních důvodů požadováno urychlení konverze (například napojení na ŽSR) je možné, že konverze bude realizována před nasazením systému ETCS L2.

14 Projektování systému ERTMS/ETCS

Na základě výše uvedených kapitol a již proběhlých staveb je zřejmý postup při projektování systému ERTMS/ETCS tratí jak vybavených národním vlakovým zabezpečovačem, tak i tratí, které nejsou vybaveny národním vlakovým zabezpečovačem.

U staveb, které však jsou v současnosti řešeny, a to včetně výstavby nového SZZ je nutné přehodnotit rozsah technického řešení, který bude zvolen. Je nutné vycházet z jednotlivých doporučení, které jsou zde předloženy a na základě jejich odsouhlasení lze dopracovat tuto část.

14.1 Rozsah dokumentace systému ETCS

V rámci zpracování dokumentace systému ETCS by mělo vždy dojít ke zpracování následujících výkresů a částí, které jsou definovány aktualizací Směrnice č.11 pro smíšený provoz následujícím způsobem:

14.1.1 Určení obsahu dokumentace pro záměr projektu (ZP)

Specifikování minimálního obsahu záměru projektu v technologické části – zabezpečovací zařízení pro investiční akce obsahující systém ERTMS/ETCS.

- Textová část
- Náklady

14.1.2 Určení obsahu dokumentace pro územní řízení (DUR)

Specifikování minimálního obsahu dokumentace pro územní řízení v technologické části – zabezpečovací zařízení pro investiční akce obsahující systém ERTMS/ETCS.

- Technická zpráva
- grafický rozsah RBC
- blokové schéma dotčené oblasti
- přehledové schéma a tabulka návěstidel
- dispozice vnitřního zařízení v CDP nebo RDP
- Náklady

14.1.3 Určení obsahu dokumentace pro stavební povolení (DSP a PDPS)

Specifikování minimálního obsahu dokumentace pro stavební povolení pro jednotlivé technologické provozní soubory zabezpečovacího zařízení pro investiční akce obsahující systém ERTMS/ETCS.

1. Technická zpráva:

Technické zpráva mimo obecné požadavky a dále bude obsahovat:

- celkové řešení ETCS včetně specifikace vstupně / výstupních hranic oblasti ETCS,

venkovní část:

- balízy,
- úpravy a doplnění SZZ, TZZ, PZZ, VZPK, DOZ (pokud bude prováděno),
- kabelizace (pokud bude pokládána),

vnitřní část:

- umístění zařízení,
- indikace a ovládání zařízení
- vnitřní rozvody,
- napájení,
- diagnostiku ETCS,
- vazby na SZZ, TZZ, PZZ, VZPK a DOZ
- vazby na zařízení pro diagnostiku závad jedoucích železničních kolejových vozidel (IHL, IHO, INJ), pokud nastane
- vazby na další technologická zařízení například sdělovací zařízení, nebo zařízení elektrotechniky a energetiky anebo zařízení řízení provozu (pokud nastane),
- vzájemné vazby mezi jednotlivými oblastmi ETCS (radioblokovými centrály),
- přenosové cesty.
- požadavky na zajištění kybernetické bezpečnosti včetně popisu způsobu zabezpečení kabelových tras.

2. Výkresy:

- polohopisný výkres 1 : 1000 nebo 1 : 500 s vyznačenou polohou kabelizace. V polohopisném výkresu budou vyznačeny lomové body kabelizace a výkres bude doplněn seznamem lomových bodů se souřadnicemi (výkres bude dokladován pouze v případě pokládky nové venkovní kabelizace),
- situační schéma SZZ, TZZ s vyznačením změn a doplnění pro ETCS. Změny a doplnění musí být rozlišeny barevně (červená/žlutá) či tloušťkou čar (výkres nemusí být dokladován, pokud je schéma v rámci stavby doloženo v části D.1.1.1 nebo D.1.1.2),
- grafický rozsah RBC,
- blokové schéma dotčené oblasti,
- přehledové schéma,
- tabulka návěstidel,
- dispoziční výkresy umístění zařízení (v jednotlivých dopravních, v CDP či v RDP),

14.1.4 Problémy při zpracování a realizaci

V rámci projekčních prací a realizace dochází k několika skutečnostem, které mohou být hodnoceny jako problém při přípravě systému ETCS a zmaření části činnosti.

14.1.4.1 Potlačení skutečných rychlostí

V současnosti se ukazuje několik nedostatků při přípravě projektů ETCS. Jedním z těchto nedostatků je obtížná příprava rychlostních profilů, které vycházejí ze stávajícího stavu.

U projektů připravovaných v minulosti, ale i u současných projektů, dochází k tomu, že rychlostní možnosti geometrické polohy koleje jsou v rámci projektu redukovány. K této redukci rychlostních profilů dochází z několika důvodů, jedná se zejména o:

- Rychlostníky jsou posouvány, aby na zhlaví nedošlo k nutnosti zřizování výluk VCO. Toto se jedná zejména rychlostí nad 120km/hod.
- Rychlostníky byly osazeny z důvodu snížení rychlosti při nemožnosti přenosu na předvěstní znak
- Návěštením nelze návěstit změnu rychlosti ve zhlaví, vzhledem k tomu je návěštěna nejrestriktivnější návěst.
- Návěstí nebylo možné návěstit skutečnou rychlost na odbočné větvi výhybky.
- Rychlostníky jsou umístěny tak, aby bylo zajištěno jejich předpisové umístění vůči návěsti „Očekávejte traťovou rychlost“

Tím dochází ke změnám skutečného omezení rychlosti v řádu stovek metrů a například ke změně popisu GPK v obloucích i výhybkách v dokumentacích. Při změně tohoto popisu, dojde ke ztrátě informace, že možná rychlost v daném místě je vyšší, než rychlost definována.

Při přípravě rychlostního profilu pro systém ETCS pak následně dochází pouze přepisu stávajících rychlostních zlomu, které již nejsou definovány na základě rychlostního profilu trati, ale na základě umístění rychlostníku ve skutečném provedení.

14.1.4.2 Doporučení

Doporučení lze rozdělit na stavby dokončené a na stavby v přípravě.

Stavby dokončené – u dokončených staveb, bude nutné opětovně prověřit rychlostní profily, dle současných požadavků. Bude se jednat především o ucelené úseky, které bude nutné posoudit dle

současných zvyklostí a to i na profil V150. Toto prověření lze provést pouze na základě jednotlivých podkladů, které však od mnohých tratí chybí. Bude nutné uvažovat o opětovném geodetickém zaměření a přepočtu jednotlivých poloměrů s případným rozhodnutím o změně převýšení. Tato činnost je velmi náročná, a to jak na získávání vlastních podkladů, tak časových možností pro jejich zpracování. Vhodné je tato prověření připravovat před vlastní stavbou ETCS, aby nedošlo k jejímu zdržení, či oddálení a byl pro ni definován konečný a odsouhlasený rychlostní profil (V, V130, V150, Vk).

Stavby v přípravě – u staveb v přípravě by mělo dojít ke změně způsobu definic. Jedná se především o skutečnost, že by měly být vypisovány skutečné geometrické možnosti jednotlivých částí GPK a to jak bez ohledu na stávající praktiky v rámci zabezpečovacího zařízení, tak i bez ohledu na výstroj trati. Druhou možností je zpracování samostatných rychlostních profilů (V, V130, V150, Vk), které budou definovat maximální možné rychlostní možnosti bez ohledu na stávající požadavky zabezpečovacího zařízení a předpisu SŽDC D1. Tyto profily by byly následně zadávány do staveb ETCS, bez toho, že dojde ke změně vnější výstroje trati.

Tyto rychlostní profily by měly být provedeny do samostatných přehledových schémat, pro každý rychlostní profil samostatně, aby došlo následně k možnosti jejich odsouhlasení a případně změn bez vazby na výkresovou dokumentaci.

14.1.5 Problematika kilometrických poloh

Další problém u staveb ETCS je definice kilometrických poloh jednotlivých prvků v koleji. Současná praxe definuje, že kilometrická poloha je vztažena ke koleji č.1 a tento způsob se zachová i po vydání novely předpisu SŽDC M21, který se připravuje pro rok 2019. Tím ve stanicích, ale i na tratích dochází ke zkreslování kilometrických hodnot, respektive prvků v nich ležících. Přijala se praxe měření reálné vzdálenosti jízdou měřicího vozu. V rámci projektové dokumentace se však nic nezměnilo.

14.1.5.1 Doporučení

Tento stav je v jistém kontrastu se současnými možnostmi, a to především z pohledu možností zpracování GPK v softwarech, které umožňují jak BIM, tak ale právě přesné geodetické měření jakékoliv části koleje.

Vzhledem k tomu lze doporučit, že po dokončení projekčních prací, stavby a dokumentaci skutečného provedení, dojde k vytvoření nového výkresu/pasportu železničního svršku a rozhodných prvků. Tento pasport by měl obsahovat jednotlivé skutečné polohy v rámci měření pro každou kolej a to i staniční koleje. Kilometrická poloha by byla měřena od hrotu jazyka každé výhybky pro každou kolej v celém rozsahu stavby.

Na základě tohoto výkresu by následně došlo k definici mapy pro ETCS a zároveň by to byl výkres, na základě kterého došlo k úpravě kilometrické polohy prvků při řádné údržbě a při opravách.

V definici kilometrických poloh je zajímavá možnost využití nových softwarových produktů, které umožňují definici jakéhokoli prvku s důležitými parametry. Tyto produkty umožňují kromě dat potřebných pro systém ETCS zajištění i dat pro ostatní systémy, ale i data potřebná pro vlastní údržbu (typ prvku, datum instalace, revize atd.). V tomto kontextu lze definovat vyšší stupeň využití dat a omezit jak jejich sběr, tak evidenci různými systémy.

Na výkrese však bude nutné ponechat i kilometrickou polohu vztaženou k 1.koleji pro možnost rychlé kontroly stavu v rámci údržby.

14.1.6 Koordinace staveb

Systém ETCS je systém, který je budován na dokončenou infrastrukturu, u níž má zlepšit její využití a zajistit bezpečnost. V případě, že dochází k jeho deaktivaci, nebo omezení, tak dochází i ke zvýšení pravděpodobnosti mimořádné události. Tuto skutečnost je nutné si uvědomit při jeho nasazení a přípravě.

V současné době lze bohužel evidovat tyto nedostatky ve velké míře. V rámci staveb ETCS dochází k montáži jednotlivých prvků, a to jak software, tak i například prvků jako jsou balízy, které se namontují a zaměří. Následně dochází k situacím, kdy dojde k nutnosti jejich demontáže a opětovné montáži a zaměření balíz důsledkem opravných a investičních staveb.

14.1.6.1 Doporučení

Jediným možným doporučením je důsledná a řádná příprava staveb. Zároveň jejich realizaci v ucelených úsecích, aby v případě jejich nedokončení, byl dokončen alespoň celistvý úsek s kompletní obnovou.

vazby na výkresovou dokumentaci.

14.1.7 Výhradní provoz a dokumentace

Při výhradním provozu bude dokumentace shodná, jak je výše uvedené. Ve výhradním provozu však je vhodné některé části zjednodušit a do například situační schéma. To by bylo ponecháno ve shodném rozsahu, ale vzhledem k úbytku prvků ve výkresech je vhodné uvažovat o zmenšení vlastního měřítka, které je nyní 1:100 a při výhradním provozu provádět výkres v měřítku maximálně 1:50.

14.2 Závěrem

Výše uvedené skutečnosti mohou zlepšit vlastnosti systému ETCS. Předpokladem však je, vytvoření systému na uchování a aktualizaci dat a s tím i odpovídajícího personálu, který bude zajišťovat správnost a korektnost dat. Tento systém může zajišťovat jak vlastní SŽDC s.o., tak jím pověřená organizace. Je však nutné si uvědomit, že pokud nebude dosaženo těchto nástrojů a uspořádání, je vhodné zachovat stávající systém i za cenu opětovných ztrát dat.

15 Zhodnocení a doporučení

Před shrnutím jednotlivých doporučení a zhodnocení stavu se vrátíme k již zmíněným programům, které byly uvedeny pod názvy "SmartRail 4.0" a "Digitale Schiene". Cíle a požadavky těchto programů jsou více jak ohromující. V těchto programech lze nalézt i skutečnosti, že ačkoliv byly zavedeny v zemích se silnou ekonomikou, tak významně řeší jednotlivé detaily, a to jak neproměnná návěstidla na tratích, tak i ostatní prvky. Kromě požadavku na zavedení systému ETCS obnáší i hlavní mota, proč toho daná železniční správa chce dosáhnout. Je nutné zopakovat minimálně požadavky těchto programů na snížení počtu vnějších zařízení, snížení nákladů na provoz a údržbu, ale také zvýšení kapacity a rentabilnosti vložených investic. Tyto požadavky musí být hnací silou při zřizování systému ETCS a skutečnost, že pokud některý systém nevyhovuje a je nutná jeho přestavba, je vhodnější jeho náhrada za nový, a to i za předpokladu technických či provozních změn!

Dopracování NIP v ČR - v rámci NIP jsou definovány jednotlivé roky pro výstavbu systému ETCS v daných tratích. Je nutné dodat, že v celém NIP pak nejsou zmínky, případně odkazy, co tento závazek znamená po finanční stránce a v jakém rozsahu bude tento závazek financován. Jedná se o rozdílný postup, který lze nalézt v jiných NIP, kde tyto údaje jsou, případně jsou definovány odkazy. Při pohledu na NIP německých drah lze přesně definovat úseky, které budou vybaveny systémem ETCS (včetně rozdělení v uzlech) a včetně definování investičních nákladů, které například pro ETCS definují náklady do roku 2023 (ETCS L1 LS 145,6 mil. €, ETCS L2 104,2 mil. €, stavební technika 64,3 mil. €). Na základě těchto hodnot lze definovat rozsah úspěšnosti plnění.

Dalším problémem NIP je jeho nedostatečná přesnost, případně odkaz na studie, co tuto přesnost zajistí. Například se jedná o skutečnost, že NIP zavádí ETCS/výhradní provoz na celém I. TŽK, II. TŽK a spojovací větví mezi těmito koridory (Česká Třebová – Přerov). Chybí však řešení odbočných tratí, kdy se v mnoha případech plánuje příměstská doprava v krátkých odbočných ramenech jako jsou Hrušovany u Brna – Židlochovice, Šakvice – Hustopeče u Brna, Lanškroun – Rudoltice v Čechách, Studénka – Mošnov, Ostrava Airport. Vzhledem k tomu, že v mnoha případech dochází k modernizaci a k elektrizaci těchto tratí, mělo by dojít k zahrnutí do výhradního provozu/ETCS i zde.

Zároveň lze říci, že v rámci NIP nejsou brány v úvahu vstupy do oblastí s ETCS, při jejichž zahrnutí do jednotlivých spojnic se naskytá otázka, zda tyto spojnice nezahrnout do oblasti komplexního vybavení systémem ERTMS (například Častolovice – Letohrad).

Doporučení – prověřit NIP z pohledu jednotlivých současně plánovaných staveb, a to včetně zahrnutí vstupních oblastí. Zároveň je nutné definovat potřebnost stavebních úprav v jednotlivých ŽST, nebo

definování, kde bude nutné ukončit provoz nevybavených vlaků a zajistit přestupní vazby na vlaky vybavené.

Mělo by se vyhnout překotnému zavádění systému ETCS bez řádného jeho odzkoušení. Výstrahou mohou být některé železniční správy, kde díky nepřipravenosti dochází k razantnímu navýšování investičních nákladů.

Vzhledem k tomu je nutné urychleně dopracovat strategii implementace systému ETCS v ČR s definicí jednotlivých tratí a navazujících úseků v průběhu času realizace a definitivního rozsahu.

Definování cílů – je nutné nadefinovat cíle, které je nutné dosáhnout při výhradním provozu systému ETCS. Ty jsou nadefinovány touto metodikou v obdobném rozsahu jako u sousedních železničních správ. Jedná se především o chápání výhod výhradního provozu a omezit rozsah smíšeného provozu na jednotlivých tratích.

Jedinečnost – v rámci cílů je zajištění jedinečné označení prvků na celé železniční síti v ČR. Toto má významný přínos jak v popisu/diagnostice zařízení, tak jednoznačné orientace všech pracovníků. Tento koncept již některé železniční správy přijaly.

Zajištění zkušebních jízd v plném rozsahu – jedná se o zajištění zkušebních jízd jak v plném rozsahu dle uvedeného, tak i vozidly, které dosáhnou shodných parametrů jako vozidla/vlaky následně provozované na infrastruktuře. Na základě vzorku těchto jízd upravit, případně potvrdit závěry z této metodiky. Tyto zkušební jízdy nejsou jen podstatné pro zajištění dostatečných vstupů a znalostí o chování systému, ale především o jeho nastavení a udržování v odpovídajících hodnotách.

Rozbor projektů – v minulosti docházelo k výrokům, že nové zařízení sníží počet projektů návštěidel. Počet nedovoleného projektů návštějí zakazující jízdu neustále stoupá (v roce 2009 – 46 případů, v roce 2017 – 84 případů). Jedná se o setrvalý nárůst, který připomíná lineární vzestup. Je nutné provést rozbor a důvody těchto projektů, včetně zanesení v místech republiky a určení na jakých zařízení k této mimořádnosti došlo. Následně dle tohoto rozboru se může potvrdit/vyvrátit, že se jedná o větší rozsah evidování těchto mimořádností vlivem nasazení nového zařízení, které eviduje tyto případy.

Nebo se může potvrdit druhé upozornění, že došlo k zahuštění trati takovým počtem návěstí, že strojvedoucí je přestává vnímat, navíc za situace, kdy nejsou při provozu a často ani v naplánovaném jízdním řádu dodržovány provozní intervaly a dochází tak pravidelně k jízdám na návěst Výstraha.

Na základě tohoto vyhodnocení může dojít ke změně rozsahu, či priorit výstavbě systému ETCS.

Uvolňovací rychlosti – v rámci metodiky byly zhodnoceny pokyny, které byly vydány. Na základě tohoto zhodnocení je patrné, že v případě plošného zavedení uvolňovacích rychlostí dojde k razantnímu navýšení nákladů a nevyužití infrastruktury. Případně dojde k navýšení venkovních prvků, což je počin, který se ostatní železniční správy snaží spíše eliminovat. Zároveň bylo upozorněno, že je nutné hledat možnosti i v podobě softwarových řešení nově vznikajících elektronických stavědel. Zde je nutné upozornit, že i výměna stávajícího elektronického stavědla, respektive jeho software je levnější než přebudování ŽST a zřízení odvratů či ochranných délek. Zajištění obousměrné komunikace mezi stavědlovou technikou a ETCS je v současnosti jediné možné řešení, což je potvrzeno tímto konceptem i u jiných železničních správ. Obecně lze však říci, že uvolňovací rychlost by měla být zřizována jen v omezeném rozsahu, vzhledem k její problematice ve smíšeném provozu.

Změna konceptu SZZ – v rámci metodiky je patrné, že je nutné uvažovat o změně konceptu SZZ, která je možná i při uplatnění již schválených zařízení na SŽDC s. o. Tato změna je žádoucí při předpokladu zřízení nového zařízení a přechodu na výhradní provoz. V rámci této změny je také patrné, že bude nutné zajistit obousměrnou komunikaci mezi SZZ a RBC. Bez této obousměrné komunikace nelze zajistit výhody ETCS.

Další změnou v konceptu elektronických stavědel bude zavedení výhradního provozu. Při výhradním provozu dojde k potlačení návěstní soustavy a například řešení nedostatečných zábrzdných vzdáleností, svícení současně povolujících světel, či omezení rychlostí formou omezeného návěstění. V případě, že dojde k vhodnému umístění zařízení pro spolupůsobení drážních vozidel, může dojít ke zřízení hlavních návěstidel /Stop značek ETCS, které umožní snížit dobu obsazení zhlaví/záhlaví (například vložení „návěstidel“ za/ke krajní výhybce) atd..

Vzhledem k tomu, lze výhradní provoz v ČR rozdělit do dvou časových/technických etap. Výhradní provoz, který bude umožňován stávajícími stavědly a výhradní provoz s novými stavědly, které již budou budovány na základě nových technických možností bez omezení provozními a technickými

požadavky. Teprve ve druhém případě dojde k možnosti zvýšení kapacity tratí i za předpokladu výluk vlakových cest!

Zavedení automatického stavění vlakových cest – jak bylo v mnohých studiích řečeno, zavedení automatického stavění vlakových cest je velmi potřebné pro zavedení efektivně fungujícího systému ETCS. Systém ASVC nebyl doposud v ČR zaveden! Jedná se o základní překážku při zavádění systému ETCS, kterou může být definován průvoz vlaků a definování uvolňovacích rychlostí. Případně v první fázi může vzniknout pouze pomůcka pro stavění vlakových cest s doporučením její volby (například porovnání parametrů vlaku s délkou volené koleje za účelem případného ne/přidělení nenulové uvolňovací rychlosti).

Zřízení programu pro využití VNVK a manipulačních míst – v případě, že nedojde k přehodnocení jednotlivých manipulačních míst v jednotlivých dopravních bodech, může dojít k navýšení investičních nákladů na jejich zajištění. Z těchto nákladů může být následně patrné, že zachování těchto míst bez připuštění dopadu na propustnost nemusí být rentabilní vůči nákladům na jejich zabezpečení. Dále by mělo být zváženo, za jakých podmínek by bylo možné a vhodné zavádění VNVK u dopravních kolejí (tj. by se jednalo o zdopravnění stávajících manipulačních kolejí, které jsou velmi málo využity – kolej by v případě nevyužívání pro nakládku bylo možné využívat pro běžný provoz – nakládka by mohla být omezena ve prospěch jízdy vlaků např. při nestandardních stavech, jako jsou výluky atp.).

Změna konceptu návěstidel – z textu je patrné, že je vhodné uvažovat o změně konceptu návěstidel, či lépe řečeno speciálních konstrukcí pro tato návěstidla, která by měla být eliminována. Zároveň je vhodné uvažovat o odstoupení od světelných indikátorů.

V rámci jednotlivých staveb bude nutné nadefinovat změnu při přechodu na výhradní provoz, který by měl být spojen s komplexní výměnou návěstidel.

Zajištění vnímání návěstidel – v ČR je nutné zavést doporučení ohledně umístování jak proměnných, tak neproměnných návěstidel. Vhodným řešením je využití současných požadavků na umístění návěstidel, tedy:

- Proměnná i neproměnná návěstidla určená pro vlakové cesty budou umísťována minimálně na vzájemnou vzdálenost odpovídající jízdě při traťovou rychlostí po dobu 7s.
- Proměnná i neproměnná návěstidla určená pro posunové cesty budou umísťována minimálně na vzdálenost 100 m.
- V těchto definovaných vzdálenostech je zakázáno umísťovat jakákoliv další návěstidla, které má sledovat strojvedoucí při své jízdě.

Změna konceptu světelného seřaďovacího návěstidla ve formě označníku – při posunech v záhlaví se dostáváme k otázce, že zařízení se nedozví o skutečnosti, že posunující díl projel seřaďovacího návěstidlo ve formě označníku. To bylo v minulosti zřízeno, ale nedošlo k jeho plnému využití a vzhledem k tomu je jeho existence sporadická. Vzhledem k tomu lze doporučit, aby prostředky pro zjišťování volnosti v trati, byly ukončeny v místě seřaďovacího návěstidla ve formě označníku., obdobně jako je tomu u zahraničních správ. Následně při provozu ETCS se toto místo promění v místo hlavního návěstidla a bude umožňovat zkrácení provozního intervalu při odjezdových vlakových cestách. Toto návěstidlo pak co nejvíce přisunout ke krajní výhybce. Tedy neumísťovat návěstidlo 50m před vjezdové návěstidlo, ale nejlépe 150m od krajní výhybky. V případě vyloučení standardního posunu v dané dopravně (stanice by byla v podstatě výhybnou) by seřaďovací návěstidla ve formě označníku, nemusela být vůbec zřizována a rozhraní trať – doprava by bylo přesunuto ke krajní výhybce (problematika elektrického dělení by byla řešena provozně-organizačním opatřením).

Změna přístupu k návěstidlům – v současné době, se neustále uvažuje s tím, že v místě každého současného návěstidla, musí při výhradním provozu vzniknout návěstidlo, zajišťující jízdu při výpadku zařízení. Tento přístup lze v současnosti nazvat chybným. Jak bylo již uvedeno, železniční správy redukuje jednotlivé prvky a snaží se eliminovat vznik mimořádných událostí.

Je nutné uvažovat s tím, že struktura staveb musí být provedena tak, aby dostupnost zařízení byla pokud možno maximální (obdobně jako u programů "SmartRail 4.0" a "Digitale Schiene"). Uvažovat poruchy a nutnost jízdy i při výpadku zařízení, predikuje i možnost chyby a tím mimořádné události. Vzhledem k tomu lze opět doporučit prověření tohoto přístupu a návěstidla při výhradním provozu budovat jen v místech nezbytně nutných (například vjezd do dopravní, výjezd z tunelu, atd...).

Zařízení pro spolupůsobení drážních vozidel – v rámci této a předešlých studií byly hodnoceny výhody a nevýhody kolejových obvodů a počítačů náprav. Jako doporučení lze zvolit počítače náprav.

Vzhledem k požadavku na výhradní provoz je však nutné zajistit jejich vyšší užitkovost, ta je již v současnosti dostupná, ale není požadována. V rámci tohoto doporučení se tak jedná o počítače náprav, které zajišťují překlenutí poškozených či poruchou zasažených snímačů.

Zařízení pro kontrolu celistvosti koleje – v minulosti byla na toto téma zpracována studie s jednotlivými doporučeními. V současnosti existují pouze dvě dostupná řešení, které je možné uplatnit v poměrně krátkém časovém horizontu. Jedná se jak o zajištění diagnostiky pomocí diagnostických souprav na vozidle, nebo technická podpora v podobě detekčních prostředků na infrastruktuře optických vláken v sousedství trati. První metoda vyžaduje poměrně výrazné náklady jak na pořízení vozidel pro zajištění diagnostiky, tak jejich personálu. Druhou možností je využití současných znalostí a využít technické prostředky. To však přináší jistou technologickou kázeň, a to umístění dálkových optických kabelů do blízkosti traťové koleje (tato vzdálenost by neměla překročit 5 – 10 m od krajní koleje na opačné straně), která má být kontrolována (při osově vzdálenosti kolejí 4 – 4,75 m se dostává kabelová trasa ke krajní koleji (banket) dvoukolejné trati) .

Problémem však budou větší dopravní, kde dojde ke kombinaci obou způsobu v závislosti na rozsahu dopravní.

Navrhujeme zavést ověřovací provoz v ČR.

Upevnění balíz – doporučuje se zpracovat analýzu poškození jednotlivých balíz a nalezení vzniku tohoto poškození. Následně definovat vhodný typ upevnění na kolejnici či pražec. V současné době a ze současných preferencí lze doporučit upevnění přímo na pražec pomocí šroubů. Na novostavbách lze využít předpřipravených pražců, které budou v sobě obsahovat připravené pozice pro upevnění balíz.

Změna technického řešení provedení kabelizace – při řešení metodiky se došlo k rozporným závěrům při přechodu ze smíšeného na výhradní provoz a přípravě kabelizace. Mělo by dojít k dopracování problematiky řešení kabelizace v jednotlivých stanicích a traťových úsecích. Dle rozsahu úprav pro zajištění smíšeného provozu a výhradního provozu, by mělo být rozhodnuto o dalším postupu, případně změně doby výstavby vůči NIP.

Vliv na CDP – při výhradním provozu dojde k většímu rozsahu cílů v jednotlivých řízených oblastech. Toto množství cílů může být až dvojnásobné vůči stávajícímu počtu hlavních návěstidel. Vzhledem k tomu by mělo dojít k přehodnocení zobrazování reliéfu na velkoplošných zobrazovacích jednotkách v CDP a mělo být zváženo využití dispečerských monitorových matic

Zobrazení na VZJ bude provedeno pouze ve zjednodušeném rozsahu jako informace o řízené oblasti.

Změna projektové dokumentace – zajistit zpracování vzorové projektové dokumentace pro výhradní provoz systému ETCS.

Nutnost dalšího vývoje – v současnosti mají jednotlivé železniční správy určitý náskok vůči ČR. Jedná se o skutečnost, že u nich existuje bodový zabezpečovač, který umožňuje kontrolu strojvedoucího, případně i jeho zastavení bez nutnosti, že na trati je zřízen národní vlakový zabezpečovač třídy B jako je LZB, Indusi. Pokud se budeme omezovat na nejbližší sousední železniční správy jako Rakousko/Německo dojdeme k systému PZB, který omezuje pohyb vozidel rychlostí vyšší jak 30km/hod. Obdobný systém, který nebude vlakovým zabezpečovačem, ale pouze doplňkem, může zajistit některé nedostatky, které se vyskytují při vlakových cestách z přípojných tratích, nebo při posunu k označnickům. Vzhledem k tomu lze doporučit hledání těchto systémů, které zajistí kontrolu rychlosti při jízdě bez dohledu ETCS.

Provozní a technické požadavky – jak bylo napsáno výše, v průběhu let došlo několikrát k úpravě provozních a technických požadavků. Ta byla prováděna formou doplnění a formou změn. Skutečností je, že změny se stávají většinou nepřehledné a způsobují polemiky vůči ponechaným částem, případně vůči provozním a technickým opatřením obsaženým v jiných dokumentech. Různé výklady jednotlivých článků pak vedou k rozdílnému vnímání a tím i konání. Zde je nutné na tyto skutečnosti výrazně upozornit i na skutečnost, že z přehledných předpisů se časem staly těžkopádné odstavce.

Vytvořením výhradního provozu a nového konceptu, přinese výrazné změny v provozních a technických požadavcích na železnici, už pouze zavedení jedné tratě do výhradního provozu bude mít tento vliv. Pokud se k těmto změnám přidají i další části zde uvedené a v některých zemích využívané, je nutné se připravit na komplexní změnu provozních a technických požadavků, které se budou týkat jak jednotlivých předpisů a norem, tak především i jednotlivých vyhlášek a zákonů.

Jedná se o jedinečnou příležitost, kdy do nových provozních a technických požadavků zakomponovat mnohé změny, které vyplynuly z nových technologií, které jsou v současnosti uplatňovány na české železnici.

Otevřený přístup – v současnosti je zřejmé, že materiál, který musí vzniknout k řešení systému ERTMS/ETCS bude značně objemný. Na základě ostatních programů u jiných správců, jejichž závěry budou předloženy až po roce 2019, lze říci, že tyto programy berou v úvahu jak obecná doporučení platná pro celou síť, tak i konkrétní doporučení pro jednotlivé tratě.

15.1 Dopravně-technologické posouzení ve vztahu ke konkrétní trati

Posouzení musí být součástí každé technologické stavby související s provozem vlaků. Dle výše uvedeného je zřejmé, že zatímco na více kolejných tratích lze v mezilehlých dopravních obecně přistoupit k řešení s výlukami jízdních cest pro „dlouhé vlaky“, více individuální přístup bude nezbytné zejména na tratích jednokolejných, v obrátových stanicích a v železničních uzlech.

Samostatně je potřeba posuzovat situování nástupišť v optimální poloze z pohledu přístupu cestujících – v případě kolizní polohy je potřeba posoudit možné přínosy nebo negativa a vynaložené prostředky na dané technické a technologické řešení.

a) Více kolejná trať

V mezilehlých dopravních, které běžně slouží pouze ke změně sledu vlaků (předjíždění), postačuje volit řešení s výlukami jízdních cest pro „dlouhé vlaky“.

V případě pravidelného užívání dopravní pro obraty vlaků je nutné posoudit technologii takových obrátů zejména z pohledu možného vjezdu do opačné kolejové skupiny.

Podobně je potřeba posoudit vhodnost návrhu vůči dopravnímu programu i v situaci, kdy na zhlaví nejsou plnohodnotné kolejové spojky (např. kolínské zhlaví ŽST Velim), v sudé nebo liché kolejové skupině chybí předjízdne koleje vhodné délky nebo kdy chybí nástupiště u předjízdne koleje (případně zcela) v sudé nebo liché kolejové skupině.

b) Jednokolejná trať

Na jednokolejně trati je problematika výrazně složitější, protože jízdní cesty opačného směru nejsou kryty dvojicí výhybek ve spojce zajišťující odvrát. Navíc dopravní koleje mohou být výrazně kratší, kdy mohou být omezující i pro zastavení vlaku osobní dopravy.

V takovém případě je nutné posoudit, zda je výluk jízdních cest (která bude znamenat nemožnost postavení vjezdové cesty) přípustná nejen z pohledu uvažovaného provozu (při respektování možných výhledových stavů), a to včetně běžného operativního řízení provozu (při uvažování reálných možností jako jsou výluky, zpoždění, odklonová vozba atd.). Pokud uvažování výluk přípustné nebude, je nutné volit odlišné řešení (zřízení odvrátů, zavedení ochranné vzdálenosti).

Dle technologického posouzení bude navrženo i umístění dodatečných balízových skupin, a to jak za účelem zvyšování propustnosti v omezujících úsecích (dělením úseků na kratší, a to obvykle zejména v dopravních a jejich blízkosti), tak za účelem snižování nepřesnosti odometrie (která má přímý vliv na průběh rychlosti, a tím pádem i jízdní doby a opět také výslednou propustnost).

K přehodnocení přístupu by u nově budovaných nebo stavebně upravovaných dopravních mělo dojít i ve věci štihlosti výhybek. Rychlost výhybek v odbočném směru by měla být navrhována tak, aby byla využitelná při jízdě pod plným dohledem ETCS (tj. aby dynamické schopnosti vlaku odpovídaly rychlostnímu profilu daného mobilní části ETCS, resp. aby omezení bylo na projednané úrovni).

- Na jednu stranu tím odpadá problém s odjezdovými cestami, kdy dle stávajících předpisů musí vlak jet sníženou rychlostí až ke krajní výhybce (často stovky metrů, např. v ŽST Poříčany při odjezdu ze 3. koleje směrem na Pečky zkrátí vedení vlaku ETCS jízdní dobu více než o čtvrt minuty).
- Na druhou stranu je při vjezdu vlaku nezbytné uvažovat, že vlak bude veden tak, aby před výhybkou pojížděnou do odbočného směru snížené rychlosti bezpečně dosáhl (podobně jako při jízdě k rychlostníku) – maximální propustnosti (minimálního příjezdového mezidobí) proto bude dosaženo, pokud brzdné křivky pro zpomalení k výhybce budou mírnější než křivky pro zastavení na konci koleje.

Ke zřízení velice štíhlých výhybek v novém stavu by tedy mělo docházet pouze ve zdůvodněných případech, a to zejména na spojkách mezi tratěmi nebo traťovými kolejemi a na obvyklé vjezdové straně koleje, kde u projíždějících vlaků dochází k pravidelným jízdám do odbočky. Naopak na odjezdových stranách koleje obvykle postačí výhybky méně štíhlé, obvykle pro rychlost do 60 km/h: Výjimkou jsou především případy, kdy jsou z takové koleje vedeny pravidelně vlaky osobní dopravy, například v případech, kdy u přímé koleje nástupiště chybí (netýká se však případů, kdy je vlak vedený do odbočky při pobytu předjížděn – v takových případech po odbavení cestujících dojede ke konci oprávnění před omezující výhybkou), nebo kdy ve stanici dochází k častým nebo pravidelným obrátům vlaků.

Důsledně posouzena by měla být také potřeba posunových cest v jednotlivých dopravních a na jejich zhlavích a záhlavích. Pro případy mimořádností (např. stažení neschopného vlaku) je potřeba posoudit, zda není účelnější umožnit na všechny koleje vjezd na obsazenou kolej a případné výjimečné situace, kdy toto nebude pro odstranění problému stačit, řešit individuálně.

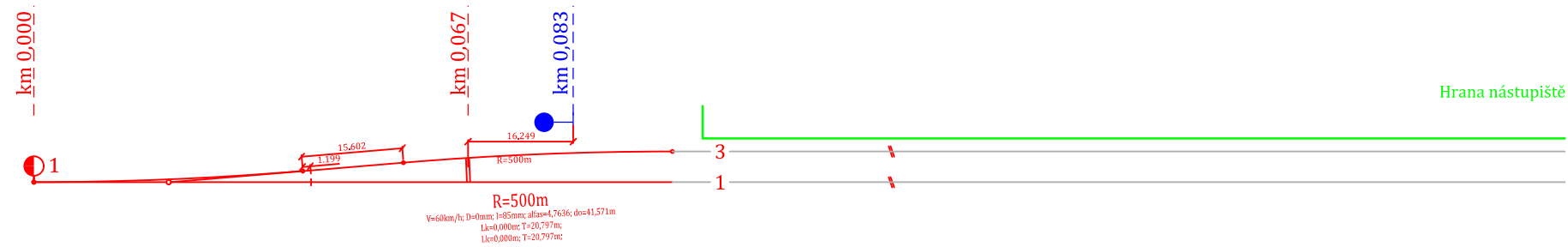
16 Přílohy

1. Kolejová řešení dle pokynu
2. Investiční náročnost řešení:
 - 2.1. Zřízení odvratných kolejí
 - 2.2. Zřízení bezpečnostní vzdálenosti
3. Mapa tratí vybavovaných systémem ERTMS/ETCS - rok 2018
4. Mapa tratí vybavovaných systémem ERTMS/ETCS - do roku 2023
5. Mapa tratí vybavovaných systémem ERTMS/ETCS - po roku 2023
6. Mapa tratí vybavovaných systémem ERTMS/ETCS - po roce 2025 (výhradní provoz)
7. Mapa tratí vybavovaných systémem ERTMS/ETCS - výhledový stav

Stávající stav

Délka koleje = L

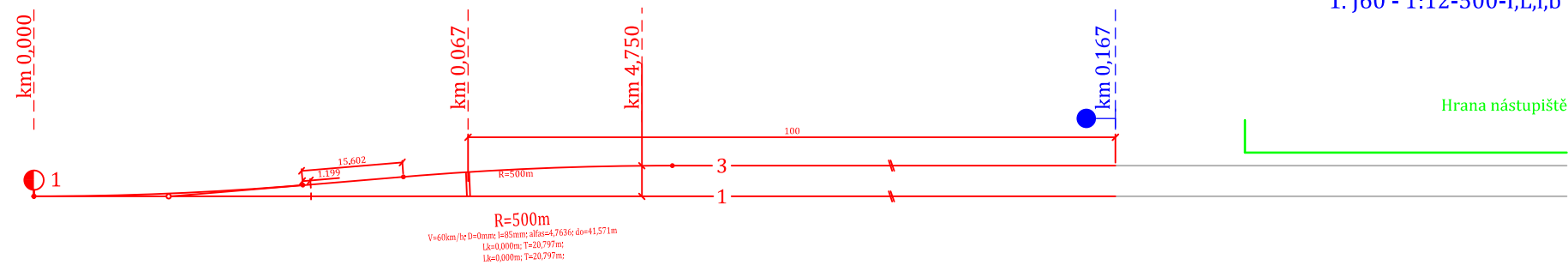
1. J60 - 1:12-500-I,L,l,b



Zřízení bezpečnostní vzdálenosti

Délka koleje = L-83m

1. J60 - 1:12-500-I,L,l,b

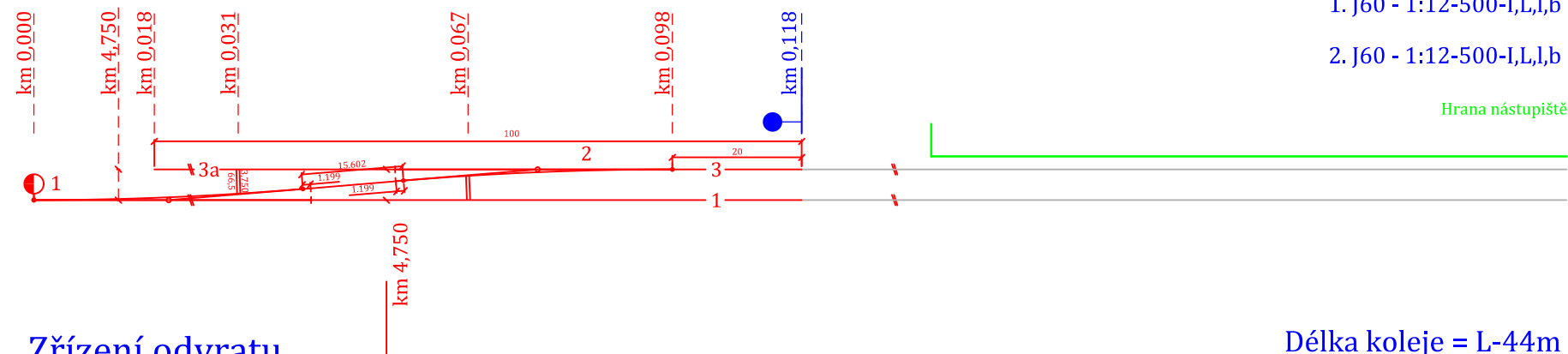


Zřízení odvratu

Délka koleje = L-70m

1. J60 - 1:12-500-I,L,l,b

2. J60 - 1:12-500-I,L,l,b

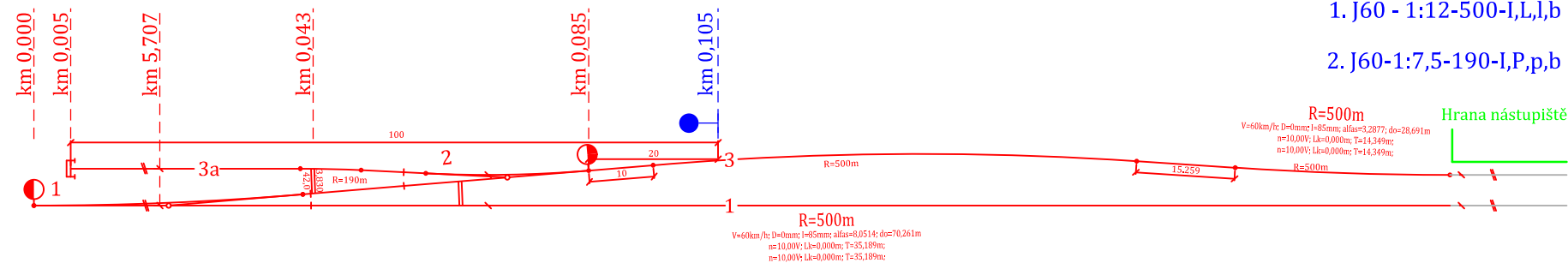


Zřízení odvratu

Délka koleje = L-44m

1. J60 - 1:12-500-I,L,l,b

2. J60-1:7,5-190-I,P,p,b



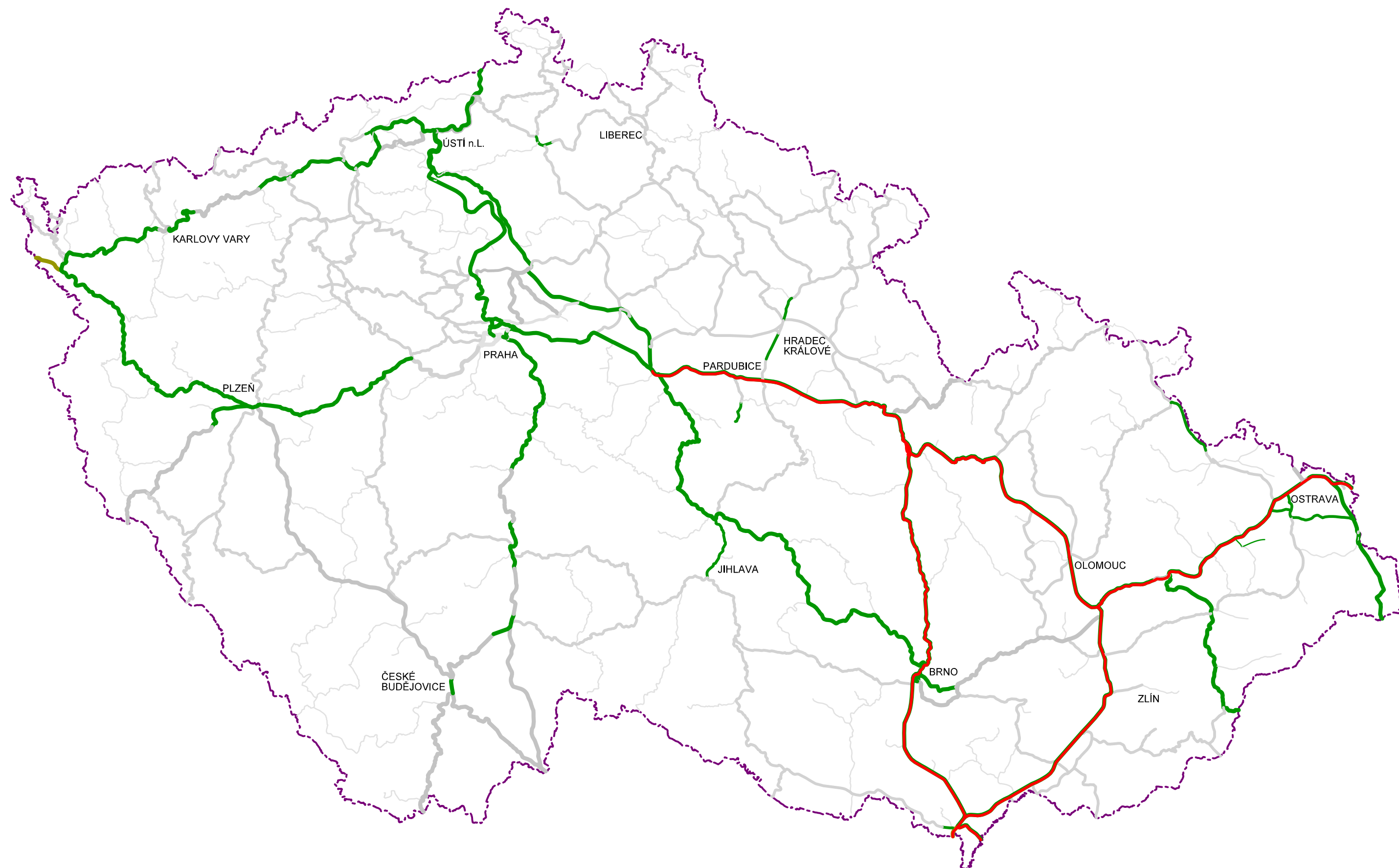
Varianta	Cenová úroveň	Název akce				Investiční úsek		1		
		15. 2.Investiční náročnost řešení				15.2.1.Zřízení odvrtných kolejí				
Zpracoval	Datum	Pozn.:					Staničení	od do	0,000	
									0,000	
Profese	Podskupina	Č.řádku	Položka	m.j	sazba (mil.)	m.j.	K	mil. Kč		
Železniční zabezpečovací zařízení	Staniční	A03	SZZ od 16 do 25 ks výhybkových jednotek	v.j.	5,500000	2	1,00	11,000		
	Ostatní	A18	Dodatečné paušálně kalkulované položky	%	10,00		1,00	1,100		
			CELKEM					12,100		
Železniční sdělovací zařízení	Tratě	B10	Tratěový sdělovací kabel	km tratě	2,200000	0,2	1,00	0,440		
	Ostatní	B17	Dodatečné paušálně kalkulované položky	%	10,00		1,00	0,044		
			CELKEM					0,484		
Železniční svršek	Kolej	E03	Kolej UIC 60, nová, šterkové lože	m koleje	0,017500	200	1,00	3,500		
	Výhybka	E12	Jednoduchá výhybka J60-1:9-300	ks	3,100000	2	1,00	6,200		
	Ostatní	E34	Dodatečné paušálně kalkulované položky	%	10,00		1,00	0,970		
			CELKEM					10,670		
Železniční spodek	Konstrukce koleje	F02	Konstrukční vrstvy v trati	m koleje	0,004200	400	1,00	1,680		
	Těleso dráhy	F06	Násypy	m3	0,000850	600	1,00	0,510		
	Ostatní	F21	Dodatečné paušálně kalkulované položky	%	10,00		1,00	0,219		
			CELKEM					2,409		
Trakční zařízení	Trakční vedení	N01	Montáž trakčního vedení, stejnosměrná soustava (stanice)	km koleje	8,750000	0,6	1,00	5,250		
	Ostatní	N10	Dodatečné paušálně kalkulované položky	%	10,00		1,00	0,525		
			CELKEM					5,775		
Energetická zařízení	Vedení technologie a rozvodu	O06	Přívodní vedení NN	km	3,000000	0,3	1,00	0,900		
		O10	EOV	v.j.	0,650000	2	1,00	1,300		
	Ostatní	O17	Dodatečné paušálně kalkulované položky	%	10,00		1,00	0,220		
			CELKEM					2,420		
Vedlejší náklady stavby	Výkupy pozemků a nemovitostí	P01	Zábor ZPF, PUPFL	mil. Kč / ha	0,950000	0	1,00	0,000		
		P02	Zastavitelné území města	mil. Kč / ha	25,000000	0	1,00	0,000		
		P03	Zastavitelné území obce	mil. Kč / ha	7,500000	0	1,00	0,000		
		P04	Mimo zastavěné území	mil. Kč / ha	1,500000	0	1,00	0,000		
		P05	Výkupy nemovitostí (individuální kalkulace)	mil. Kč				0,000		
		P06	Individuální kalkulace	mil. Kč				0,000		
		P07	Individuální kalkulace	mil. Kč				0,000		
	Ostatní náklady na přípravu	Q01	Dokumentace stavby	%	8,50			1,00	2,878	
		Q02	Průzkumy, geodetické měření	%	1,00			1,00	0,339	
		Q03	Technická asistence a propagace	%	1,00			1,00	0,339	
		Q04	Technický dozor	%	4,50			1,00	1,524	
		Q05	Individuální kalkulace	mil. Kč					0,000	
		Q06	Individuální kalkulace	mil. Kč					0,000	
	Rezerva	R01	REZERVA	%	10,00			1,00	3,386	
			CELKEM						8,465	
Rekapitulace nákladů pro výpočet CBA	Kalkulace zůstatkové hodnoty		Zabezpečovací zařízení	mil. Kč					12,100	
			Sdělovací zařízení	mil. Kč					0,484	
			Silnoproudé rozvody a zařízení	mil. Kč					2,420	
			Železniční svršek	mil. Kč					10,670	
			Železniční spodek	mil. Kč					2,409	
			Mosty, propustky, zdi	mil. Kč					0,000	
			Tunely	mil. Kč					0,000	
			Komunikace a zpevněné plochy	mil. Kč					0,000	
			Trakce	mil. Kč					5,775	
			Inženýrské sítě (trubní vedení, kabelovody)	mil. Kč					0,000	
			Pozemní stavby, nástupiště a přístřešky	mil. Kč					0,000	
			Objekty ochrany životního prostředí	mil. Kč					0,000	
	Celková investiční náročnost		Náklady realizace	mil. Kč					33,858	
			Přípravná a projektová dokumentace, průzkumy	mil. Kč					3,217	
			Výkupy pozemků a nemovitostí	mil. Kč					0,000	
			Technická asistence, propagace	mil. Kč					0,339	
			Technický dozor	mil. Kč					1,524	
			REZERVA	mil. Kč					3,386	
			Celkové investiční náklady	mil. Kč					42,323	
Kontrolní rozdělení nákladů dle směrnice GR SŽDC 11/2006	D. Technologická část	D.1	Železniční zabezpečovací zařízení	mil. Kč				12,100		
		D.2	Železniční sdělovací zařízení	mil. Kč				0,484		
		D.3	Silnoproudá technologie včetně DŘT	mil. Kč				0,000		
		D.4	Ostatní technologická zařízení	mil. Kč				0,000		
	E. Stavební část	E.1	Inženýrské objekty	mil. Kč				13,079		
		E.2	Pozemní stavební objekty	mil. Kč				0,000		
		E.3	Trakční a energetická zařízení	mil. Kč				8,195		
Délka tratě				km						
Měrné celkové investiční náklady				mil. Kč / km tratě						

Varianta	Cenová úroveň	Název akce					Investiční úsek	2		
		15. 2.Investiční náročnost řešení					15.2.2.Zřízení bezpečnostní vzdálenosti			
Zpracoval	Datum	Pozn.:					Staničení	od do	0,000	
									0,000	
Profese	Podskupina	Č.řádku	Položka	m.j	sazba (mil.)	m.j.	K	mil. Kč		
Železniční zabezpečovací zařízení	Staniční	A03	SZZ od 16 do 25 ks výhybkových jednotek	v.j.	5,500000		1,00	0,000		
	Ostatní	A18	Dodatečné paušálně kalkulované položky	%	10,00		1,00	0,450		
			CELKEM						4,950	
Železniční sdělovací zařízení	Tratě	B10	Traťový sdělovací kabel	km tratě	2,200000	0,2	1,00	0,440		
	Ostatní	B17	Dodatečné paušálně kalkulované položky	%	10,00		1,00	0,044		
			CELKEM						0,484	
Železniční svršek	Kolej	E03	Kolej UIC 60, nová, šterkové lože	m koleje	0,017500	500	1,00	8,750		
	Výhybka	E12	Jednoduchá výhybka J60-1:9-300	ks	3,100000		1,00	0,000		
	Ostatní	E34	Dodatečné paušálně kalkulované položky	%	10,00		1,00	0,875		
			CELKEM						9,625	
Železniční spodek	Konstrukce koleje	F02	Konstrukční vrstvy v trati	m koleje	0,004200	400	1,00	1,680		
	Těleso dráhy	F06	Násypy	m3	0,000850	500	1,00	0,425		
	Ostatní	F21	Dodatečné paušálně kalkulované položky	%	10,00		1,00	0,261		
			CELKEM						2,866	
Trakční zařízení	Trakční vedení	N01	Montáž trakčního vedení, stejnosměrná soustava (stanice)	km koleje	8,750000	0,5	1,00	4,375		
	Ostatní	N10	Dodatečné paušálně kalkulované položky	%	10,00		1,00	0,438		
			CELKEM						4,813	
Energetická zařízení	Vedení technologií a rozvodů	O06	Přívodní vedení NN	km	3,000000		1,00	0,000		
		O10	EOV	v.j.	0,650000		1,00	0,000		
		O17	Dodatečné paušálně kalkulované položky	%	10,00		1,00	0,000		
				CELKEM						0,000
Vedlejší náklady stavby	Výkupy pozemků a nemovitostí	P01	Zábor ZPF, PUPFL	mil. Kč / ha	0,950000	0	1,00	0,000		
		P02	Zastavitelné území města	mil. Kč / ha	25,000000	0	1,00	0,000		
		P03	Zastavitelné území obce	mil. Kč / ha	7,500000	0	1,00	0,000		
		P04	Mimo zastavěné území	mil. Kč / ha	1,500000	0	1,00	0,000		
		P05	Výkupy nemovitostí (individuální kalkulace)	mil. Kč				0,000		
		P06	Individuální kalkulace	mil. Kč				0,000		
		P07	Individuální kalkulace	mil. Kč				0,000		
	Ostatní náklady na přípravu	Q01	Dokumentace stavby	%	8,50			1,00	2,045	
		Q02	Průzkumy, geodetické měření	%	1,00			1,00	0,241	
		Q03	Technická asistence a propagace	%	1,00			1,00	0,241	
		Q04	Technický dozor	%	4,50			1,00	1,083	
		Q05	Individuální kalkulace	mil. Kč					0,000	
		Q06	Individuální kalkulace	mil. Kč					0,000	
	Rezerva	R01	REZERVA	%	10,00		1,00	2,406		
			CELKEM						6,014	
Rekapitulace nákladů pro výpočet CBA	Kalkulace zůstatkové hodnoty		Zabezpečovací zařízení	mil. Kč				4,950		
			Sdělovací zařízení	mil. Kč					0,484	
			Silnoproudé rozvody a zařízení	mil. Kč					0,000	
			Železniční svršek	mil. Kč					9,625	
			Železniční spodek	mil. Kč					2,866	
			Mosty, propustky, zdi	mil. Kč					0,000	
			Tunely	mil. Kč					0,000	
			Komunikace a zpevněné plochy	mil. Kč					0,000	
			Trakce	mil. Kč					4,813	
			Inženýrské sítě (trubní vedení, kabelovody)	mil. Kč					1,320	
			Pozemní stavby, nástupiště a přístřešky	mil. Kč					0,000	
			Objekty ochrany životního prostředí	mil. Kč					0,000	
	Celková investiční náročnost		Náklady realizace	mil. Kč					24,057	
			Přípravná a projektová dokumentace, průzkumy	mil. Kč					2,285	
			Výkupy pozemků a nemovitostí	mil. Kč					0,000	
			Technická asistence, propagace	mil. Kč					0,241	
			Technický dozor	mil. Kč					1,083	
			REZERVA	mil. Kč					2,406	
			Celkové investiční náklady	mil. Kč					30,071	
Kontrolní rozdělení nákladů dle směrnice GR SŽDC 11/2006	D. Technologická část	D.1	Železniční zabezpečovací zařízení	mil. Kč				4,950		
		D.2	Železniční sdělovací zařízení	mil. Kč					0,484	
		D.3	Silnoproudá technologie včetně DRT	mil. Kč					0,000	
		D.4	Ostatní technologická zařízení	mil. Kč					0,000	
	E. Stavební část	E.1	Inženýrské objekty	mil. Kč					13,811	
		E.2	Pozemní stavební objekty	mil. Kč					0,000	
		E.3	Trakční a energetická zařízení	mil. Kč					4,813	
Délka tratě				km						
Měrné celkové investiční náklady				mil. Kč / km tratě						

3. Mapa stávající železniční sítě TEN-T v ČR

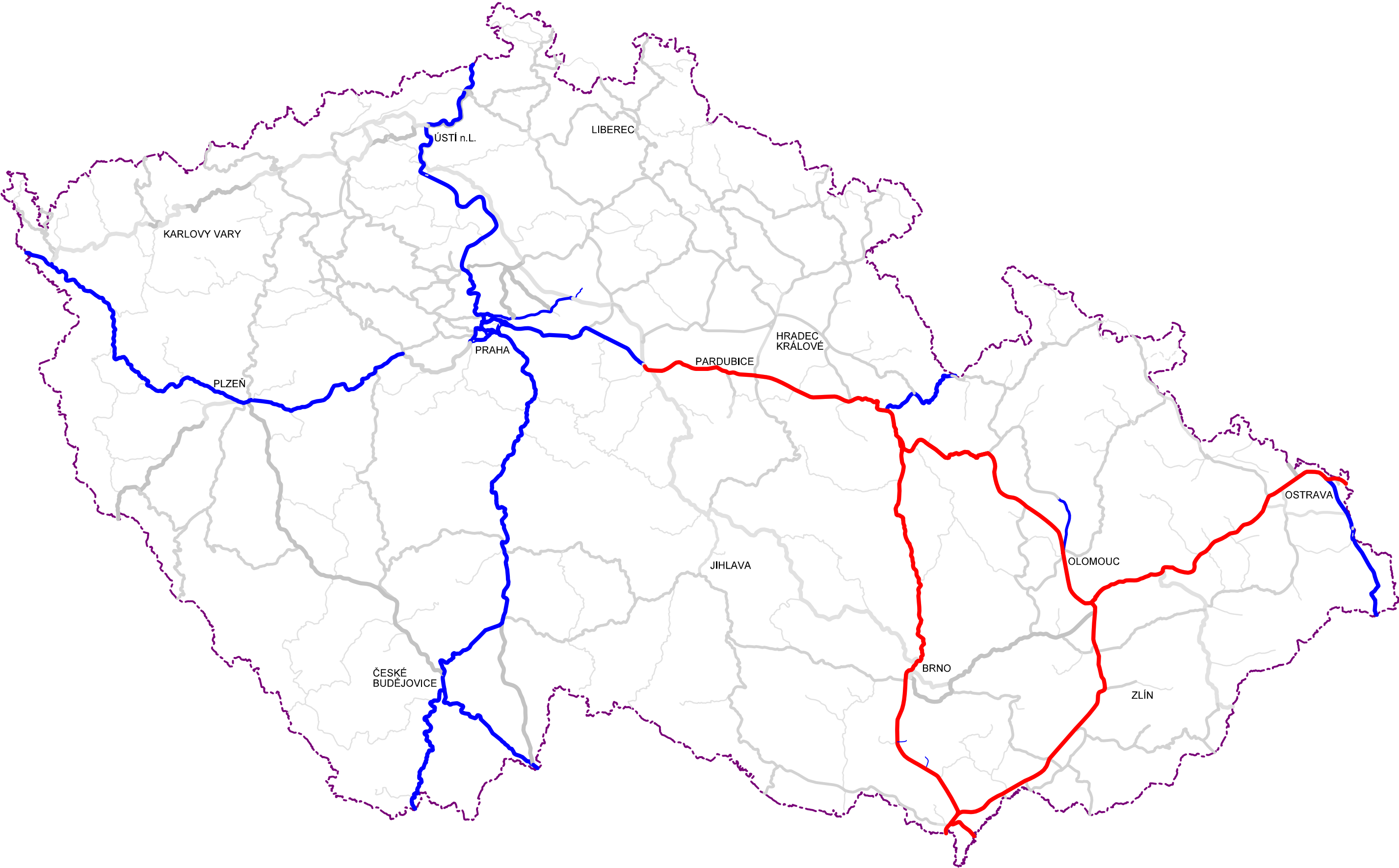
Legenda:

- Vlakový zabezpečovač LS
- Vlakový zabezpečovač INDUSI/PZB
- ETCS L2



4. Mapa tratí vybavovaných systémem ERTMS/ETCS - do roku 2023

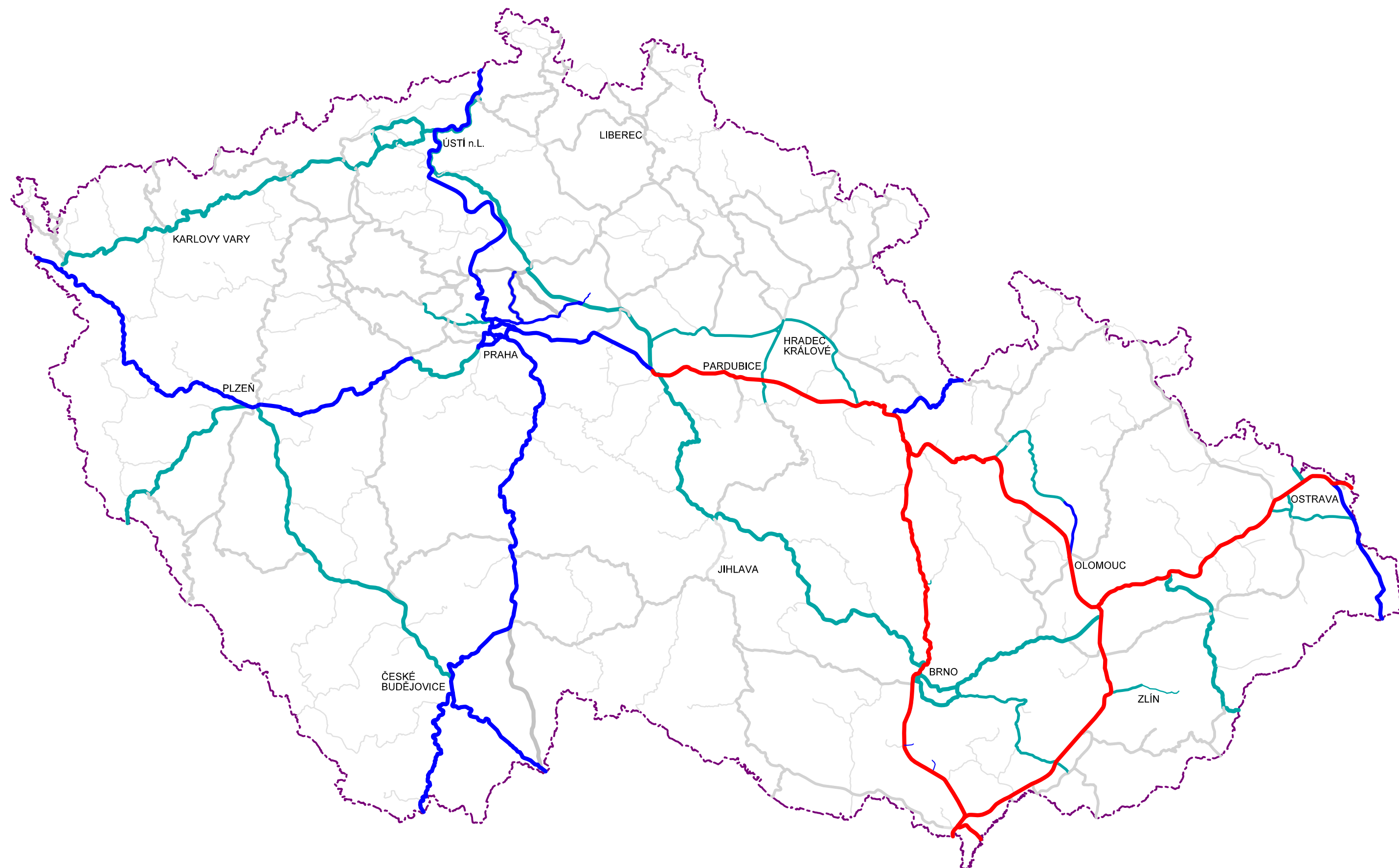
- Legenda:
- ETCS Zavedeno do roku 2023
 - ETCS L2



5. Mapa tratí vybavovaných systémem ERTMS/ETCS - po roce 2023

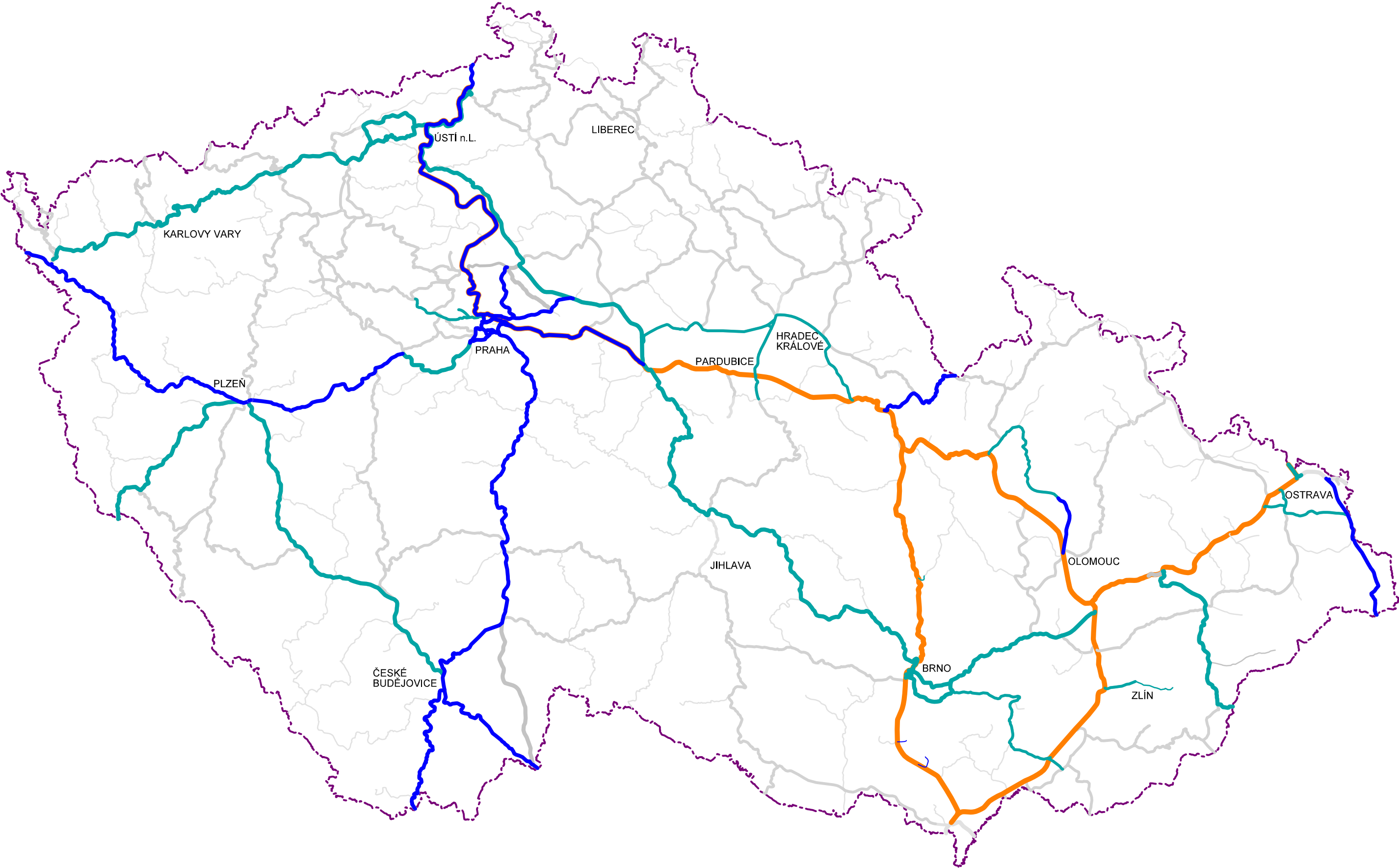
Legenda:

- ETCS Zavedeno do roku 2023
- ETCS Zavedeno po roce 2023
- ETCS L2



6. Mapa tratí vybavovaných systémem ERTMS/ETCS - po roce 2025 (výhradní provoz)

- Legenda:
- Výhradní provoz pod dohledem ETCS
 - ETCS Zavedeno do roku 2023
 - ETCS Zavedeno po roce 2023



7. Mapa tratí vybavovaných systémem ERTMS/ETCS - výhledový stav

Legenda:

- ETCS Zavedeno v roce 2018
- ETCS Zavedeno do roku 2023
- ETCS Zavedeno po roce 2023
- Výhradní provoz po roce 2025
- Odbočné úseky - Ekonomicky zdůvodnitelné
- Doporučené úseky

