



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

KATEDRA DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ A DOPRAVNÍHO PLÁNOVÁNÍ

POSUN V OBLASTECH VYBAVENÝCH TRAŽOVOU ČÁSTÍ ETCS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. PETR ŠPINDLER

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. MARTIN JACURA, Ph.D.

Bc. RADEK VOLF

PRAHA 2024

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

d ě k a n

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K612 **Ústav dopravních systémů**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Petr Špindler

Studijní program (obor/specializace) studenta:

navazující magisterský – DS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Posun v oblastech vybavených traťovou částí ETCS**

Název tématu (anglicky): Shunting in ETCS Trackside Equipped Areas

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- **Rozbor stávajících pravidel a norem**
- **Přístup k problematice v zahraničí**
- **Využitelnost zahraničních zkušeností v ČR**
- **Návrh konfigurace kolejíště a technických principů fungování zabezpečovacího zařízení**
- **Návrh principů úprav předpisové základny**
- **Diskuse a zhodnocení návrhu**
- **Příklady aplikace návrhu**



Rozsah grafických prací: stanoví vedoucí diplomové práce

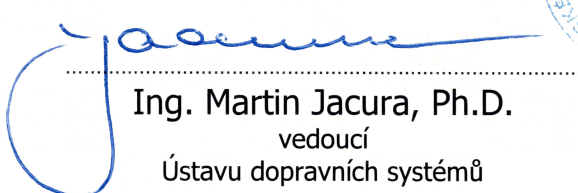
Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: SŽ D1 ČÁST PRVNÍ
SŽ TNŽ 34 2620
TSI a související normy
Zahraníční předpisy a normy

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Jacura, Ph.D.**
Bc. Radek Volf

Datum zadání diplomové práce: **30. června 2023**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)


Datum odevzdání diplomové práce: **15. května 2024**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


.....
Ing. Martin Jacura, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravních systémů




.....
prof. Ing. Ondřej Příbyl, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.


.....
Bc. Petr Špindler
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 30. června 2023

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce a se kterými jsem měl možnost o řešené problematice diskutovat. Zvláště pak děkuji Ing. Martinu Jacurovi, Ph.D. a Bc. Radku Volfovi za odborné vedení a konzultování diplomové práce a za rady, které mi během zpracování práce poskytli.

V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia, a všem přátelům za všechny příjemně prožité chvíle během studia.

PROHLÁŠENÍ

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací a Rámcovými pravidly používání umělé inteligence na ČVUT pro studijní a pedagogické účely v Bc. a NM studiu.

Nemám závažný důvod proti použití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 15. května 2024


.....

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Posun v oblastech vybavených traťovou částí ETCS

Diplomová práce

květen 2024

Bc. Petr Špindler

ABSTRAKT

Předmětem této diplomové práce je návrh opatření pro zvýšení zabezpečení jízd posunových dílů v dopravních vybavených ETCS. Součástí práce je rozbor současných předpisů a norem, které se zabývají jak posunem, tak ETCS. V práci jsou analyzovány rovněž zahraniční zkušenosti řešení sledované problematiky a možnost jejich využití v ČR. Na základě statistik mimořádných událostí je navržen soubor opatření pro eliminaci bezpečnostních rizik se zohledněním aplikačních úrovní ETCS. V závěru práce je návrh aplikován na konkrétní železniční stanici a zpracován do podoby provozního předpisu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Posun, ETCS, ERTMS, GSM-R, bezpečnost, interoperabilita, řízení železničního provozu, riziko

ABSTRACT

The subject of this master thesis is the proposal of measures to increase the safety of shunting movements in ETCS-equipped stations. The thesis includes an analysis of current rules and regulations that deal with both shunting and ETCS. The work also presents foreign experience in addressing this issue and the possibility of its use in the Czech Republic. Based on the statistics of accidents, a set of measures for eliminating safety risks is proposed, taking into account the application levels of ETCS. Finally, the proposal is applied to a particular railway station and elaborated into the form of an operating regulation.

KEY WORDS

Shunting, ETCS, ERTMS, GSM-R, safety, interoperability, rail traffic management, risk

Obsah

Seznam obrázků	7
Seznam tabulek	9
Seznam použitých zkratk	10
1. Úvod	12
2. Posun	14
2.1 Základní předpisová ustanovení o posunu podle SŽ D1	15
2.2 Organizace posunu podle předpisu SŽ D1	16
2.3 Posun k označníku a posun za označník	17
2.4 Norma SŽ TNŽ 34 2620 a požadavky pro zabezpečení posunu	18
2.4.1 Seřadovací návěstidla	18
2.4.2 Odvratné výhybky a výkolejky	19
2.5 Metodický pokyn SŽ TSI CCS/MP1 a ustanovení o posunu	20
2.5.1 Stop značky ETCS a doplňkové návěstní svítlny	21
2.5.2. Odlišnosti oproti TNŽ 34 2620	22
3. ERTMS	23
3.1 Zabezpečovací zařízení na železnici	23
3.2 Princip činnosti ETCS	25
3.3 Aplikační úrovně ETCS	27
3.3.1 ETCS Level 1	27
3.3.2 ETCS Regional	28
3.3.2.1 ETCS STOP	29
3.3.2.2 ETCS L1 Limited Supervision	29
3.3.3 ETCS Level 2	30
3.3.4 ETCS Level 3 a Level 3 Hybrid	32
3.4 Mobilní část ETCS	33
3.4.1 Provozní módy ETCS	35
3.5 Strategie implementace ETCS v ČR	37
3.5.1 Národní implementační plán ERTMS v ČR	37
3.6 Normy a předpisy řešící ETCS	39
4. Posun na síti SŽ	40

4.1 Evidence posunu ČD Cargo.....	40
4.1.1 Posun dopravce ČD Cargo na síti SŽ v roce 2023	40
4.2 Statistika mimořádných událostí SŽ – projetá návěstidla	43
5. Přístup k problematice v zahraničí	45
5.1 Švýcarsko	46
5.1.1 Schweizerischen Fahrdienstvorschriften.....	46
5.1.2 Projektování ETCS L1 LS ve Švýcarsku	48
5.1.3 Projektování ETCS L2 ve Švýcarsku – konvenční tratě	50
5.1.4 Projektování ETCS L2 ve Švýcarsku – vysokorychlostní tratě	54
5.1.5 Shrnutí	55
5.2 Norsko	56
5.2.1 Studie Posun v oblasti ERTMS L2.....	57
5.2.2 ERTMS Programme – Engineering Guidelines.....	61
5.2.3 Shrnutí	65
5.3 Itálie.....	65
5.3.1 Provozní předpisy	66
5.3.2 Posun na tratích s ETCS L2.....	67
5.3.3 Posun na tratích s ETCS Level 1	68
5.3.4 Shrnutí	69
5.4 Dánsko	69
5.4.1 Provozní předpis pro tratě vybavené ETCS	70
5.4.2 Trvalé posunovací oblasti	71
5.4.3 Dočasné posunovací oblasti	72
5.4.4 Shrnutí	72
5.5 Shrnutí zahraničních zkušeností.....	73
6. Využitelnost zahraničních zkušeností v ČR.....	75
7. Návrh konfigurace kolejiště a technických principů fungování zabezpečovacího zařízení	78
7.1 Posun v provozních módech pro jízdu vlaku	78
7.1.1 Rozlišení provozních módů a uvolňovací rychlosti.....	79
7.1.2 Data o vlaku	81
7.1.3 Rozlišení tažených a sunutých posunových dílů.....	81

7.1.4 Posun při nesplnění stanovených podmínek.....	83
7.1.5 Shrnutí	83
7.2 Zvýšení zabezpečení posunu na tratích s ETCS L2 s hlavními návěstidly	84
7.2.1 Výstraha nedovoleného projetí návěstidla	85
7.2.2 Umožnění přímých vjezdů vlaků na manipulační koleje	85
7.2.3 Další uvažovaná opatření	87
7.2.3.1 Využití provozního módu SR.....	87
7.2.3.2 Využití provozního módu SM	88
7.2.3.3 Balízy v místech hranice posunu	88
7.3 Zvýšení zabezpečení posunu na tratích s ETCS L1 LS a ETCS STOP.....	89
8. Návrh principů úprav předpisové základny	91
8.1 Posun v provozních módech pro jízdu vlaku	91
8.1.1 Organizace posunu v provozních módech FS, OS.....	92
8.1.2 Posun při poruchách a výlukách ETCS	93
8.1.3 Princip číslování posunových dílů	93
8.1.4 Časová náročnost posunu oproti provoznímu módu SH.....	94
8.1.5 Bezpečnostní přínosy posunu v provozních módech FS a OS	95
8.2 Zvýšení zabezpečení posunu na tratích s ETCS L2 s hlavními návěstidly	95
8.3 Zvýšení zabezpečení posunu na tratích s ETCS L1 LS a ETCS STOP.....	97
8.4 Posun hnacích vozidel nevybavených mobilní částí ETCS	97
9. Diskuse a zhodnocení návrhu	98
10. Příklady aplikace návrhu.....	108
10.1 Návrh rozmístění Stop značek ETCS a Lokalizačních značek v železniční stanici Horažďovice předměstí pro posun v módech FS / OS.....	108
10.2 Návrh předpisu Posun v oblastech vybavených ETCS úrovně 2 s benefity	109
11. Závěr	110
12. Bibliografie.....	112
Seznam příloh.....	118

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Označník	17
Obrázek 2 – Příklady seřadovacích návěstidel	19
Obrázek 3 – Provedení trpasličího návěstidla se třemi DNS	21
Obrázek 4 – Evropské národní vlakové zabezpečovače	24
Obrázek 5 – Princip činnosti ETCS	25
Obrázek 6 – Seznam předpon používaných pro proměnné v jazyce ETCS	26
Obrázek 7 – Příklad paketu v jazyce ETCS	26
Obrázek 8 – Příklad zprávy sestavené z jednotlivých paketů	27
Obrázek 9 – Zjednodušené schéma ETCS Level 1	28
Obrázek 10 – Příklad umístění prvků ETCS STOP na regionální trati	29
Obrázek 11 – Zjednodušené schéma ETCS Level 2	30
Obrázek 12 – Nadstavba systému ETCS na stávající infrastrukturu	31
Obrázek 13 – Infrastruktura pro smíšený provoz částečně přizpůsobená ETCS	31
Obrázek 14 – Princip optimalizace traťového úseku za využití ETCS s benefity	32
Obrázek 15 – Základní komponenty mobilní části ETCS	34
Obrázek 16 – Rozvržení informací na DMI	34
Obrázek 17 – Příklad znázornění jednotlivých brzdných křivek	35
Obrázek 18 – Znázornění jednotlivých indikací na DMI	35
Obrázek 19 – Seznam provozních módů ETCS	36
Obrázek 20 – Technické varianty implementace ETCS na síti SŽ	38
Obrázek 21 – Umístění stanic s prováděným posunem dopravce ČD Cargo v roce 2023 dle kategorie dráhy	41
Obrázek 22 – Umístění stanic s pravidelně prováděným posunem dopravce ČD Cargo v roce 2023 dle kategorie dráhy	41
Obrázek 23 – Plánované technické varianty ETCS ve stanicích s prováděným posunem dopravce ČD Cargo v roce 2023	42
Obrázek 24 – Plánované technické varianty ETCS ve stanicích s pravidelně prováděným posunem doprovce ČD Cargo v roce 2023	42
Obrázek 25 – Statistika mimořádných událostí – projetá návěstidla	43
Obrázek 26 – Systém ETCS na normálně rozchodné síti SBB	46
Obrázek 27 – Návěst dovolující jízdu posunového dílu na běžném seřadovacím návěstidle a na seřadovacím návěstidle ETCS	47

Obrázek 28 – Zadní strana seřadovacího návěstidla ETCS používaného na síti SBB	47
Obrázek 29 – Zobrazení DMI v L1 LS při sledování rychlosti 100 km/h	49
Obrázek 30 – Návěstidla CAB	50
Obrázek 31 – Seřadovací návěstidla ETCS nemusí být umístěna u všech návěstidel platných pro jízdu vlaku	51
Obrázek 32 – Umístění seřadovacího návěstidla ETCS a balízové skupiny na hranici dálkově řízené a dálkově neřízené oblasti	52
Obrázek 33 – Grafické znázornění jednotlivých případů závislosti mezi délkou ochranné dráhy a hodnotou Release speed	53
Obrázek 34 – Znázornění možné posunové cesty při křižování kolejí s traťovou rychlostí nad 160 km/h	54
Obrázek 35 – umístění balízových skupin u hlavních návěstidel ETCS	55
Obrázek 36 – Plán implementace ERTMS L2 na norské síti	57
Obrázek 37 – Využití módu FS/OS pro jízdy posunových dílů	59
Obrázek 38 – Organizování posunových jízd v posunovacích oblastech	59
Obrázek 39 – Využití principu posunových cest se seřadovacími návěstidly	60
Obrázek 40 – Princip fungování seřadovacích návěstidel na tratích s ETCS	61
Obrázek 41 – Hranice mezi oblastí L2 bez seřadovacích návěstidel a PSA s nezabezpečenými posunovými cestami	62
Obrázek 42 – Hranice mezi oblastí L2 bez seřadovacích návěstidel a PSA se zabezpečenými posunovými cestami	63
Obrázek 43 – Dočasná posunovací oblast (TSA)	63
Obrázek 44 – Boční ochrana vlakové cesty zajištěna výkolejkou a Stop značkou ETCS spolu s ochrannou dráhou	64
Obrázek 45 – Současný rozsah implementace ETCS na síti RFI	66
Obrázek 46 – Mapa dánské železniční sítě	70
Obrázek 47 – Seřadovací návěstidlo ETCS ve Švýcarsku	74
Obrázek 48 – Navržená opatření pro zvýšení zabezpečení posunu dle aplikačních úrovní ETCS	78
Obrázek 49 – Rozlišení taženého a sunutého posunového dílu při posunu v provozním módu FS/OS	82
Obrázek 50 – Matice rizik	101
Obrázek 51 – Náhled na umístění Stop značek ETCS a Lokalizačních značek na zhlaví železniční stanici Horažďovice předměstí.....	109

Seznam tabulek

Tabulka 1: Délky ochranných drah na VRT ve Švýcarsku	55
Tabulka 2: Délky ochranných drah v Norsku	64
Tabulka 3: SWOT analýza navrhovaného opatření využití provozních módů FS a OS pro posun	100
Tabulka 4: Seznam rizik vznikajících při posunu a způsobu jejich ošetření v navrhovaném stavu	102
Tabulka 5: Seznam rizik v navrženém stavu při posunu na tratích ETCS L2 s benefity	106

Seznam použitých zkratek

BTM	Balise Transmission Module (Přenosový modul balízy)
CCS	Control Command and Signalling (Subsystém řízení a zabezpečení)
CSM	Common Safety Method (Společná bezpečnostní metoda)
ČD	České dráhy, a.s.
ČR	Česká republika
DB	Deutsche Bahn AG
DMI	Driver Machine Interface (Rozhraní strojvedoucí – mobilní část ETCS)
DNS	doplňková návěstní svítlna
EoA	End of Authority (Konec oprávnění k jízdě)
ERA	European Union Agency for Railways (Evropská železniční agentura)
ERTMS	European Rail Traffic Management System (Evropský systém řízení žel. dopravy)
ETCS	European Train Control System (Evropský vlakový zabezpečovač)
EU	Evropská unie
EVC	European Vital Computer (Centrální počítač)
FDV	Fahrdienstvorschriften (Provozní řád drah)
FRMCS	Future Railway Mobile Communication System
FS	Full Supervision (Provozní mód Plný dohled)
GSM-R	Global System for Mobile communications for Railways
ISEČ	informační systém evidence čísel
JRU	Juridical Recording Unit (Záznamová jednotka)
LS	Limited Supervision (Omezený dohled)
MA	Movement Authority (Oprávnění k jízdě)
MRSP	Most Restrictive Speed Profile (Nejvíce omezující rychlostní profil)
MU	mimořádná událost
NTC	Národní vlakový zabezpečovač (National Train Control System)
OBU	On-board Unit (Palubní jednotka)
ORF	Operational Rules for Fjernbane
OS	On Sight (Provozní mód Podle rozhledu)
PS	Passive Shunting (Provozní mód Pasivní posun)
PSA	Permanent Shunting Area (Trvalá posunovací oblast)
PT	Post Trip (Provozní mód Po nedovoleném projetí)
PZZ	přejezdové zabezpečovací zařízení

RB	radioblok
RBC	Radio Block Centre (Radiobloková centrála)
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
RMR	Railway Mobile Radio (železniční mobilní rádio)
RS	Release Speed (uvolňovací rychlost)
SB	Stand By (Provozní mód Pohotovostní stav)
SBB	Schweizerische Bundesbahnen (Švýcarské spolkové dráhy)
SH	Shunting (Provozní mód Posun)
SM	Supervised Manoeuvre (Provozní mód Dohlížený posun)
SR	Staff Responsible (Provozní mód Na odpovědnost strojvedoucího)
STM	Specific Transmission Module (Specifický transmisní modul)
SZZ	staniční zabezpečovací zařízení
SŽ	Správa železnic, státní organizace
SŽ D1	Dopravní a návěštní předpis pro tratě nevybavené evropským vlakovým zabezpečovačem
TEN-T	Trans-European Transport Network (Transevropská dopravní síť)
TIU	Train Interface Unit (Rozhraní mobilní část ETCS – vozidlo)
TNŽ	Technická norma železnic
TR	Trip (Provozní mód Nedovolené projetí)
TSA	Temporary Shunting Area (Dočasná posunovací oblast)
TSI	Technical Specifications for Interoperability (Technické specifikace pro interoperabilitu)
TZZ	traťové zabezpečovací zařízení
VCRP	vlaková cesta podle rozhledových poměrů
VZZ	vlakové zabezpečovací zařízení
ZDD	základní dopravní dokumentace
ZUB	Zugbeeinflussung (Vlakový zabezpečovač)

1. Úvod

Železniční doprava je základem udržitelné mobility a představuje tak důležitý prvek současné dopravní politiky Evropské unie. Pro další rozvoj železnice je klíčové zajištění interoperability evropského železničního prostoru a zvýšení bezpečnosti na železnici. Nicméně tento rozvoj omezuje různorodost národních zabezpečovacích systémů, což přináší mnoho komplikací v podobě nejednotnosti provozních i technických pravidel napříč evropskými státy. Jednotný evropský vlakový zabezpečovač (ETCS) je moderní vlakový zabezpečovací systém, který využívá potenciálu novodobých technologií a zajišťuje interoperabilitu evropské železnice v oblasti řízení a zabezpečení jízd vlaků. Jedná se také o jediný zabezpečovač, který lze v současnosti nově implementovat. ETCS umožňuje dosažení dlouhodobých strategických cílů EU v oblasti železniční dopravy, a proto je tomuto systému v současnosti věnována velká pozornost všech dotčených stran.

Zatímco problematika zabezpečení jízd vlaků je v rámci implementace ETCS intenzivně řešena, oblast posunu nebyla při vývoji ETCS zohledněna a řešení zabezpečení posunu se ponechalo na jednotlivých správci infrastruktury. Posun se stále organizuje na základě desítek let starých principů, které nereflktují vývoj v oblasti technologií a digitalizace. Zvýšení zabezpečení posunu v oblastech vybavených traťovou částí ETCS představuje v současnosti velkou výzvu, která vyžaduje nalezení inovativních řešení. Právě nedořešené téma organizace posunu v dopravních s ETCS představuje hlavní motivaci pro vypracování této práce, jejímž hlavním cílem je nalezení vhodného souboru opatření pro eliminaci bezpečnostních rizik během provádění posunovacích operací.

V teoretické části se práce zaměřuje na současnou organizaci posunu a příslušné provozní předpisy, které se posunem zabývají. Následuje analýza ERTMS, tedy evropského systému řízení železniční dopravy, jehož je ETCS součástí. Je poukázáno na rozdílné aplikační úrovně ETCS a detailně je popsán princip fungování tohoto systému a význam jednotlivých prvků. Důležitým vstupem pro podložení významu řešené problematiky je statistika mimořádných událostí, která poskytuje detailní informace o rizikových situacích, ke kterým při posunu dochází, a také evidence jízd posunových dílů, která umožňuje stanovit četnost prováděných posunových jízd v dopravních.

Významná část práce se zabývá analýzou zahraničních předpisů a norem, které se podařilo pro účely této práce získat od vybraných evropských správců infrastruktury. Tyto dokumenty přináší cenné informace o zahraničních zkušenostech v oblasti zvýšení zabezpečení jízd posunových dílů

a nastiňují možná řešení sledované problematiky. Využitelnost těchto zkušeností na síti Správy železnic byla diskutována přímo s odborníky SŽ, čímž byl vytvořen hlavní podklad pro stanovení navrhovaných opatření.

V praktické části práce je představen soubor opatření, která jsou navržena pro eliminaci rizik, a tedy zvýšení úrovně bezpečnosti při provádění posunu. Navrhovaná opatření vychází z informací získaných v ČR i zahraničí a jsou rozdělena podle aplikačních úrovní ETCS, které s sebou přináší jistá specifika. V rámci zhodnocení navrženého stavu jsou pak detailně popsána rizika, ke kterým v současnosti při posunu dochází, a způsob jejich mitigace prostřednictvím navržených opatření. Výstupem práce jsou i přílohy, které popisují konkrétní aplikaci návrhu jak v oblasti konfigurace dopraven, tak v oblasti provozních předpisů.

Cílem této práce je nejen identifikace rizik a stanovení souboru opatření, ale i poukázání na fakt, že problematika posunu v souvislosti s ETCS je dosud opomíjená, přestože je pro zvýšení úrovně bezpečnosti na železnici velmi důležitá. Práce si tedy klade za cíl i podnícení zájmu o hledání nových inovativních řešení a další rozvoj ETCS v oblasti posunu.

2. Posun

Posun je dle předpisu SŽ D1 ČÁST PRVNÍ – *Dopravní a návěstní předpis pro tratě nevybavené evropským vlakovým zabezpečovačem* (dále jen předpis SŽ D1) definován jako každá úmyslně a organizovaně prováděná jízda drážních vozidel, nejedná-li se o jízdu vlaku nebo o posun mezi dopravnami. Právě předpis SŽ D1 je nejdůležitějším provozním předpisem z pohledu organizace posunu, stanovení povinností dopravních zaměstnanců a pravidel, která zajišťují bezpečné provádění posunu.

Problematika posunu je však řešena v mnoha dalších předpisech a normách i z technického pohledu, především lze zmínit normu SŽ TNŽ 34 2620, která stanovuje požadavky na zabezpečovací zařízení a metodický pokyn SŽ TSI CCS/MP1, který stanovuje zásady pro projektování traťové části ERTMS, a tedy se samozřejmě dotýká i infrastruktury určené právě pro posun.

Posun lze dle předpisu SŽ D1 provádět [1]:

- v železniční stanici
- ve výhybně
- v odbočce
- v dopravně D3
- v dopravně radiobloku
- v nákladišti
- na vlečce provozované Správou železnic
- na styku vzájemně zaústěných drah na širé trati
- na širé trati

Podle toho, kde je posun prováděn, dochází v případě potřeby k úpravám jednotlivých předpisových ustanovení. Vozidlo nebo více svěšených vozidel, se kterými je nebo bude prováděn posun, je označováno společným názvem jako posunový díl. Úsek koleje určený pro danou jízdu posunového dílu se nazývá posunová cesta. Jednotlivé dopravní jsou rozděleny na posunovací obvody, což jsou vymezené části kolejiště, kde zaměstnanec stanovený ZDD plní povinnosti výhybkáře. Posun může být prováděn na základě požadavku zaměstnance dopravce nebo zaměstnance SŽ, pokud okolnosti na straně provozování dráhy vyžadují provedení posunu. Pro každý posun musí být znám dopravce a zaměstnanec řídící posun. Podle toho, jakým způsobem jsou při posunu uváděna vozidla do pohybu, je rozeznáván posun hnacími vozidly, ruční, silničními vozidly a mechanizačními zařízeními a prostředky [1]. Jednoznačně nejčastěji

prováděným druhem posunu je posun hnacími vozidly v dopravnách s kolejovým rozvětvením, kterého se také týká tato práce.

2.1 Základní předpisová ustanovení o posunu podle SŽ D1

Každý posun prováděný v dopravně musí být sjednán mezi zaměstnancem řídícím posun a výpravčím (pouze v případě posunu výhradně po manipulačních kolejích může posun sjednávat se zaměstnancem řídícím posun i jiný dopravní zaměstnanec určený ZDD). Zaměstnancem řídícím posun je ve většině případů strojvedoucí vedoucího vozidla při posunu bez posunové čety nebo vedoucí posunové čety při posunu s posunovou četou, byť tuto funkci mohou vykonávat ve specifických případech i další zaměstnanci. V každém případě však musí být zaměstnanec řídící posun k řízení posunu odborně způsobilý. Zaměstnanec řídící posun plní tyto povinnosti [1]:

- sjednává posun
- organizuje a řídí pohyb posunového dílu
- v průběhu posunu komunikuje se zaměstnanci dopravce a řízení provozu, kteří se podílí na jízdě posunového dílu

Souhlas k zahájení posunu uděluje zaměstnanci řídícímu posun ten zaměstnanec, který obsluhuje výhybky, výkolejky a nepřenosná návěstidla platná pro posun, tj. typicky výpravčí. Ten musí před udělením souhlasu k zahájení posunu znát tyto informace [1]:

- dopravce, který bude posunovat, a jeho připravenost k zahájení posunu
- dopravcem požadovanou technologii posunu, včetně požadavku na obsazení kolejí po ukončení posunu
- zda bude posun prováděn bez posunové čety
- způsob komunikace se zaměstnancem řídícím posun
- na tratích s trakčním vedením i trakci všech činných a k službě pohotových hnacích vozidel zařazených v posunovém dílu

Následně musí výpravčí zaměstnanci řídícímu posun a výhybkářům, v jejichž posunovacím obvodu se bude posunovat, oznámit [1]:

- technologii posunu, tj. především začátek a konec posunových cest, včetně kolejí, po kterých bude posun prováděn
- časové vymezení povoleného posunu, je-li to vzhledem k dopravní situaci ve stanici nutné

- čas, kdy musí být některé z kolejí určené pro jízdu vlaků uvolněny dříve, než bude ukončen povolený posun, je-li to vzhledem k dopravní situaci ve stanici nutné
- které koleje bude možné po ukončení posunu ponechat obsazené na základě sjednané technologie posunu
- kam se smí nejdále posunovat, je-li toto zapotřebí určit
- mimořádnosti, které zaměstnanci řídicímu posun nemohou být známy a ovlivňují bezpečné provádění posunu
- vypnutí nebo nesjízdnost trakčního vedení a případné neumístění nebo poruchu návěstidel pro elektrický provoz, je-li posun prováděn vozidly závislé trakce

Až po splnění všech těchto podmínek může výpravčí udělit svolení k posunu. Po udělení svolení k posunu může zaměstnanec řídicí posun (je-li posun prováděn s posunovou četou) udělit strojvedoucímu pokyn k uvedení posunového dílu do pohybu. Po ukončení posunu s posunovou četou musí zaměstnanec řídicí posun ohlásit výpravčímu přímo nebo prostřednictvím výhybkáře, které koleje zůstaly po ukončení posunu obsazené, které koleje byly po ukončení posunu uvolněny a ukončení posunu.

2.2 Organizace posunu podle předpisu SŽ D1

Strojvedoucí se při posunu může řídit návěstmi seřaďovacími či spádovištními návěstidly, případně mu mohou být pokyny předávány ručními nebo slyšitelnými návěstmi pro posun. Návěsti pro posun musí být dávány tak, aby bylo zřejmé, že jsou určené pro daný posunový díl. Při žádném posunu nesmí obsluhující zaměstnanci dovolit, aby hlavní návěstidla dovolovala jízdu vlaku na koleje, po kterých se posunuje. Výpravčí musí vzhledem k jízdě vlaku vždy zastavit rušící posun, což je posun, kterým by byla narušena jízda vlaku, tj. například kterým by došlo k zadržení vlaku u hlavního návěstidla nebo ke snížení jeho rychlosti od předvěsti tohoto návěstidla. Zastavením rušícího posunu se rozumí jak uvolnění kolejí, které jsou společné pro posunovou a připravovanou vlakovou cestu, tak i uvolnění všech vnějších prvků, které budou obsluhovány v rámci připravované vlakové cesty. Je-li dovolen vjezd nebo odjezd vlaku, smí se na kolejích sbíhajících se s vlakovou cestou posunovat jen k nepřenosnému návěstidlu, které stojí přímo u koleje a návěstí návěst zakazující posun, nebo k výkolejce v poloze na koleji. Na kolejích sbíhajících se s vlakovou cestou, při které je jízda vlaku povolena rychlostí vyšší než 120 km/h, je posun dovolen pouze v případě, že je vjetí vozidel do vlakové cesty znemožněno odvratnou výhybkou nebo výkolejkou [1].

Při posunu musí strojvedoucí dodržet podmínky jízdy podle rozhledových poměrů, tj. jet tak, aby byl schopen na volné viditelné části tratě zastavit před jakýmkoliv drážním vozidlem, návěstí Stůj nebo překážkou na trati, přičemž nesmí být překročena rychlost 40 km/h. Rychlost při posunu se řídí podle mnoha faktorů, obecně však nesmí dojít k překročení rychlosti [1]:

- 40 km/h, jsou-li vozidla tažena a vedoucí vozidlo je řízeno z čelního stanoviště ve směru jízdy posunového dílu
- 30 km/h, jsou-li vozidla sunuta nebo není-li vedoucí vozidlo řízeno z čelního stanoviště ve směru jízdy posunového dílu
- 5 km/h při najíždění na drážní vozidla, popř. zarážedlo čelní rampy

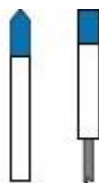
Při posunu sunutím musí jet na čelním vozidle nebo před vozidly jít určený odborně způsobilý zaměstnanec tak, aby nebyla ohrožena jeho bezpečnost a aby mohl přehlédnout kolej před vozidly a dávat potřebné návěsti. Zaměstnanec řídící posun může dát pokyn ke změně směru jízdy posunového dílu dojde-li ke splnění těchto podmínek [1]:

- celý posunový díl uvolnil výhybku, která je rozhodná pro postavení požadované úvratové posunové cesty
- celý posunový díl minul nepřenositelné návěstidlo platné pro posun, kterým bude posun opačným směrem dovolován (je-li toto návěstidlo zřízeno)
- celý posunový díl minul návěstidlo s návěstí Hranice izolovaného úseku (je-li umístěno)

Po ukončeném posunu smí zaměstnanec řídící posun nechat stát vozidla na výhybkách a na kolejových spojkách jen se souhlasem výpravčího [1].

2.3 Posun k označníku a posun za označník

Označník je neproměnné nepřenositelné návěstidlo, které stanovuje hranici, za kterou je při posunu směrem ze stanice zakázáno posunovat. Posun za označník je dovolen jen po splnění stanovených podmínek. V klasické podobě se jedná o bílý sloupek s modrou hlavicí nebo bílou obdélníkovou deskou, postavenou na užší straně, s modrou horní částí jak je zobrazeno na obrázku č. 1. Funkci označníku však může plnit i světelné seřaďovací návěstidlo nebo světelné hlavní návěstidlo platné pro jízdu vlaku i posun [1].



Obrázek 1 – Označník [1]

Označník musí být umístěn ve všech dopravnách s kolejovým rozvětvením (vyjma dopraven D3) a umísťuje se na záhlaví stanice, výhybny a odbočky ve vzdálenosti minimálně 50 m od vjezdového návěstidla (respektive od lichoběžníkové tabulky v případě dopraven RB) [1].

Posun za označník nebo za návěstidlo, které plní funkci označníku, je dovolen jen se souhlasem výpravčího. Při posunu za označník nesmí konec posunového dílu opustit obvod dopravy, zároveň smí být posun za označník prováděn pouze do úrovně vjezdového návěstidla sousední dopravy. Požadavek posunu za označník oznámí zaměstnanec řídící posun výpravčímu, přičemž výpravčí může udělit souhlas k posunu za označník pouze po splnění všech podmínek stanovených předpisem SŽ D1. Po ukončení posunu za označník a uvolnění příslušné koleje od všech vozidel předá zaměstnanec řídící posun tuto informaci výpravčímu, který informuje o ukončení posunu za označník výpravčího sousední stanice a všechny zaměstnance, kterým byl tento posun oznámen [1].

2.4 Norma SŽ TNŽ 34 2620 a požadavky pro zabezpečení posunu

Technická norma železnic SŽ TNŽ 34 2620 stanovuje technické požadavky na řešení staničních a traťových zabezpečovacích zařízení, požadavky na použití a umístění vnějších prvků, řešení vzájemných závislostí mezi nimi a způsoby ovládání zabezpečovacích zařízení [2]. Všechna zabezpečovací zařízení uvedená nyní do provozu musí splňovat požadavky uvedené v této normě. Z pohledu zabezpečení posunu se tato norma zabývá mj. umístěním návěstidel platných pro posun či zajištěním přímé boční ochrany jízdnic cest pomocí odvratných výhybek a výkolejek.

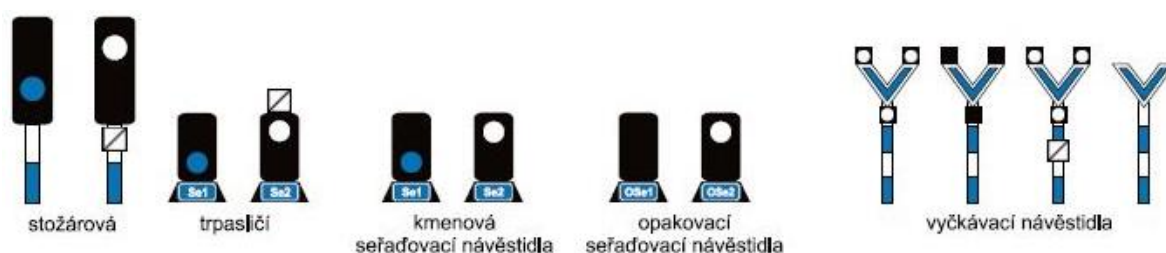
2.4.1 Seřaďovací návěstidla

Návěstidla se označují označovacím štítkem s názvem návěstidla a návěstním nátěrem stožáru nebo označovacím pásem, přičemž označovací štítek se umísťuje pod návěstní štít a označovací pás se umísťuje pod označovací štítek na stožár nebo vedle návěstního štítu. Značení návěstidel vyjadřuje jejich význam. Seřaďovací návěstidla jsou označena modrými označovacími štítky s bílými nápisy a nátěry stožárů nebo označovacími pásy s modrými a bílými pruhy stejné délky (trpasličí seřaďovací návěstidla jsou označena pouze označovacími štítky), přičemž označovací štítek je umístěn i ze zadní strany návěstidla. Seřaďovací návěstidla se označují zkratkou Se a arabskou číslicí postupně od začátku ke konci trati počínaje číslem 1, a to zvláště v každé dopravně. Opakovací seřaďovací návěstidla se pak označují zkratkou OSe a číslem kmenového seřaďovacího návěstidla [1][2].

Návěstidla platná pro posun musí být umístěna tak, aby viditelnost jejich návěstí ze stojícího vedoucího drážního vozidla byla nejméně 100 m, případně 50 m, pokud viditelnosti brání jiné

dražní vozidlo. Návěstidla se umísťují zpravidla vpravo vedle koleje, pro kterou platí, avšak v případě seřadovacích návěstidel je možné je umístit i vlevo, pokud se tím zlepší podmínky pro sledování návěstí a řízení posunu a pokud tím nemůže dojít k záměně s návěstidlem platným pro sousední kolej. Opakovací seřadovací návěstidla se musí zřídit na stejné straně jako návěstidlo, jehož návěst opakují [2].

Seřadovací návěstidla se přednostně slučují s odjezdovými a cestovými návěstidly (v dopravnách, kde se posun řídí návěstidly, musí všechna odjezdová i cestová návěstidla platit i pro posun). Samostatná seřadovací návěstidla se zřizují podle požadavků dopravní technologie. V obvodech se zabezpečeným posunem se musí samostatná seřadovací návěstidla rozmístit alespoň v takovém rozsahu, aby zabezpečený posun přes všechny ústředně přestavované výhybky mohl být řízen návěstidly. Skupinové seřadovací návěstidlo je dovoleno zřizovat všude, kde je to provozně postačující, musí však být vždy viditelné ze všech kolejí, pro které platí. Seřadovací návěstidlo nahrazující označnické se může zřizovat pouze u koleje zabezpečené v přilehlém mezistaničním úseku traťovým zabezpečovacím zařízením 2. nebo 3. kategorie. Opakovací seřadovací návěstidlo se zřizuje tam, kde je to nutné pro předpokládané řízení posunu sunutých souprav. Seřadovací návěstidla v základním stavu návěstí návěst Posun zakázán, opakovací seřadovací návěstidla jsou v základním stavu zhaslá. Pro seřadovací a opakovací seřadovací návěstidla, kolem kterých vedou i vlakové cesty, se přednostně používá trpasličí forma návěstidla. Příklady seřadovacích návěstidel jsou umístěny na následujícím obrázku [2].



Obrázek 2 – Příklady seřadovacích návěstidel [1]

V místech, kde není zřízena závislost výhybek na návěstidlech a posun dovoluje určený zaměstnanec, se pro kontrolu polohy výhybek využívají technické prostředky pro zabezpečení výhybek, přičemž za správnou polohu výhybky odpovídá obsluhující zaměstnanec [2].

2.4.2 Odvratné výhybky a výkolejky

Odvratné výhybky a výkolejky zajišťují přímou boční ochranu jízdní cesty tím, že svou polohou zamezují nedovolené jízdě drážních vozidel ze sbíhajících se kolejí. Přímá boční ochrana

vlakových cest musí být vždy zajištěna ze všech vlečkových kolejí a dále z těchto manipulačních kolejí [2]:

- manipulační koleje, ze kterých mohou být ohroženy vlakové cesty pro rychlost vyšší než 120 km/h
- manipulační koleje určené pro nakládku a vykládku vozů
- manipulační koleje s průměrným spádem větším než 1 ‰ směrem k místu možného ohrožení vlakové cesty
- manipulační koleje, které nejsou od dopravních kolejí odděleny návěstidly se zakazující návěstí
- manipulační koleje, které po ukončení posunu smějí být v neobsazené dopravně obsazeny vozidly
- manipulační koleje, které jsou trvale pronajaty organizacím zajišťujícím výstavbu nebo údržbu železničních zařízení

Výkolejky se zřizují všude tam, kde není požadovaná boční ochrana zajištěna odvratnou výhybkou, a dále se mohou zřizovat i na ostatních manipulačních kolejích. Výkolejky, které zajišťují boční ochranu vlakových cest, se umísťují nejméně 4,2 m před námezníkem, tj. před místem možného ohrožení vlakové cesty. Pokud se ale jedná o vlakovou cestu umožňující rychlost větší než 120 km/h, musí se výkolejka umístit nejméně 30 m před místem možného ohrožení takové vlakové cesty. Výkolejky se naopak až na výjimky nesmí zřizovat na dopravních kolejích a tam, kde by vykolejovaly drážní vozidla směrem k dopravní koleji [2].

Výkolejky jsou zabezpečené, pokud pro ně platí (stejně jako pro zabezpečené výhybky), že je lze zajistit a uzavřít ve správné poloze a dovolující návěst pro jízdní cestu rozsvítit až v závislosti na kontrole správné polohy poježděných a odvratných výhybek a výkolejek a jejich uzavření ve správné poloze. Výkolejky jsou ve správné poloze zajištěny uzamčením přestavného ústrojí v koncové poloze. Některé výkolejky musí být opatřeny výkolejkovými návěstidly, především jde o ručně přestavované výkolejky (kromě těch s klíčovou vazbou na nejbližší výhybku za výkolejkou) a o výkolejky opatřené mechanickými přestavníky kolejí [2].

2.5 Metodický pokyn SŽ TSI CCS/MP1 a ustanovení o posunu

Metodický pokyn SŽ TSI CCS/MP1 stanovuje zásady pro projektování traťové části ERTMS pro tratě s výhradním provozem evropského vlakového zabezpečovače. Právě na tratích s výhradním provozem ETCS jsou některé prvky železniční infrastruktury odlišné, což se samozřejmě týká i infrastruktury určené pro posun. Z pohledu posunu je oproti normě SŽ TNŽ 34 2620 v tomto

metodickém pokynu řešeno například umístování doplňkových návěštních svítilen (DNS), jejich zapojení do SZZ či některé odlišnosti v činnosti zabezpečovacího zařízení.

2.5.1 Stop značky ETCS a doplňkové návěštní svítilny

DNS je určena k vydávání světelných návěstí v místě Stop značek ETCS. Konkrétní rozsah DNS je dán požadavkem na zajištění provozu bez vydávání oprávnění k jízdě systémem ETCS a funkcí Stop značky ETCS. DNS se ke Stop značkám ETCS umísťují podle jejich funkce následovně [3]:

- Stop značka ETCS ve funkci vjezdového návěstidla a cestového návěstidla v dopravně se doplňuje DNS žluté, bílé a modré barvy
- Stop značka ETCS ve funkci cestového návěstidla v dopravně, u kterého jízdni cesty jen končí, se nedoplňuje DNS, ale neproměnným návěstidlem zakazujícím posun
- Stop značka ETCS ve funkci odjezdového návěstidla, které současně plní funkci seřaďovacího návěstidla nebo návěstidla ve funkci označníku, se doplňuje DNS bílé a modré barvy

Platí tedy, že DNS modré barvy musí být zřízena u všech Stop značek ETCS ve funkci vjezdového, cestového nebo odjezdového návěstidla, s výjimkou těch, u kterých nejsou posunové cesty a DNS bílé barvy musí být zřízena u všech Stop značek ETCS, od kterých se předpokládají jízdy posunových dílů. Metodický pokyn stanovuje i umístění a pořadí DNS. DNS se obvykle umísťují na stejnou nosnou konstrukci jako Stop značka ETCS, přičemž mohou být umístěny nad nebo pod Stop značkou ETCS, v případě trpasličího návěstidla pak i vedle Stop značky ETCS. Základní pořadí DNS je shora dolů žlutá, modrá, bílá [3]. V případě trpasličího návěstidla se třemi DNS je provedení patrné z následujícího obrázku.



Obrázek 3 – Provedení trpasličího návěstidla se třemi DNS [3]

Umístění seřaďovacích návěstidel na tratích s výhradním provozem ETCS je prováděno ve standardním rozsahu v návaznosti na požadavky organizování posunu v konkrétní dopravně. Seřaďovací návěstidla se umísťují nejméně ve vzdálenosti 50 m od Stop značky ETCS platné pro stejný směr jízdy. V rámci zřizování seřaďovacích návěstidel je třeba posoudit jejich možný vliv na viditelnost a záměnu Stop značkami ETCS, Lokalizačními značkami ETCS a DNS. Na kolejích, které

jsou přednostně určeny pro odstavování ucelených souprav, se místo seřaďovacích návěstidel přednostně zřizují Stop značky ETCS [3].

2.5.2. Odlišnosti oproti TNŽ 34 2620

Metodický pokyn SŽ TSI CCS/MP1 obsahuje pro projektování tratí s výhradním provozem ETCS jisté technické odlišnosti oproti normě TNŽ 34 2620. SZZ musí umožnit volbu a postavení posunové cesty od Stop značky ETCS s DNS modré barvy nebo od seřaďovacího návěstidla po následující Stop značku ETCS s DNS modré barvy nebo následující seřaďovací návěstidlo v dopravně nebo po následující návěst Posun zakázán umístěnou společně se Stop značkou ETCS nebo samostatně na konci kusé koleje. SZZ, případně TZZ, musí umožnit rozsvícení návěsti Posun dovolen na návěstidle ve funkci označníku a na DNS Stop značky ETCS ve funkci vjezdového návěstidla. Pro provedení závěru posunové cesty musí být v SZZ splněny všechny podmínky dle SŽ TNŽ 34 2620 [3].

Nad rámec požadavků uvedených v TNŽ 34 2620 musí SZZ zajišťovat nevydání dovolující návěsti po postavení posunové cesty k návěstidlu ve funkci označníku, pokud stanice nemá přijatý traťový souhlas pro příslušnou traťovou kolej. Dále musí SZZ znemožňovat současné postavení posunové cesty, v jejímž pokračování je ohrožena vlaková cesta s rychlostí v místě ohrožení vyšší než 60 km/h a dalších touto posunovou cestou ohrožených vlakových cest, pokud se místo ohrožení nachází ve vzdálenosti 50 m a méně od konce posunové cesty, mezi nímž a místem ohrožení není použita přímá boční ochrana. SZZ musí poskytnout RBC informaci o svícení návěsti Posun dovolen na DNS Stop značky ETCS. RBC musí následně nařídit vlaku přechod z módu FS do módu SH [3].

3. ERTMS

ERTMS (European Rail Traffic Management System) je jednotný evropský systém, který se skládá z ETCS (European Train Control System), RMR (Railway Mobile Radio) a provozních pravidel [4]. RMR je nově používaný pojem pro sjednocení železničních rádiových systémů, který zahrnuje GSM-R a FRMCS (Future Radio Mobile Communication System). Zavádění systému ERTMS na evropskou železnici má tyto hlavní cíle [4]:

- Zvýšení úrovně bezpečnosti železničního provozu – kontrola činnosti strojvedoucího
- Zajištění interoperability evropského železničního prostoru
- Zvýšení výkonnosti železniční sítě – zvýšení rychlosti vlaků a kapacity dráhy

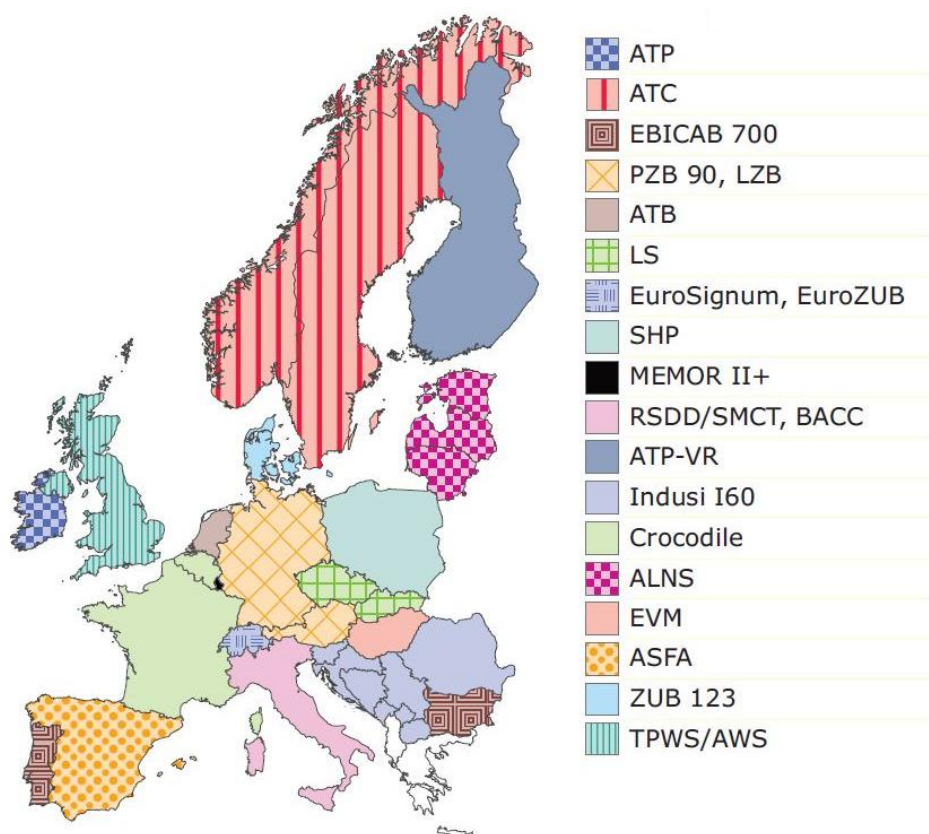
ETCS je vlakové zabezpečovací zařízení, které lze rozdělit na traťovou část (zařízení na infrastruktuře) a mobilní část (zařízení na drážním vozidle). Při jeho zavádění je nutné dodržovat technické požadavky, které jsou uvedeny v technických specifikacích pro interoperabilitu (TSI). Popis systému ETCS, princip jeho fungování a jednotlivé aplikační úrovně jsou popsány v následujících kapitolách.

3.1 Zabezpečovací zařízení na železnici

Na železnici jsou používány 3 základní typy infrastrukturních zabezpečovacích zařízení. Jedná se o staniční zabezpečovací zařízení (SZZ), traťové zabezpečovací zařízení (TZZ) a přejezdové zabezpečovací zařízení (PZZ). V oblasti posunu je důležité zmínit i spádovištní zabezpečovací zařízení, které je uzpůsobeno pro specifický provoz na spádovištích. SZZ a TZZ mají společný cíl, jímž je zabezpečení jízdní cesty, tj. zjištění volnosti kolejových úseků v jízdní cestě, zajištění správné polohy výhybek a výkolejek pro požadovanou jízdní cestu a zajištění ochrany před postavením kolizních jízdních cest. Dalším cílem zabezpečovacích zařízení je předání informace strojvedoucímu, obvykle prostřednictvím návěstidla, zda se může pohybovat či nikoliv a případně jakou rychlostí se smí pohybovat. Zásadním nedostatkem infrastrukturních zabezpečovacích zařízení je, že nijak nezabezpečují samotný pohyb vlaku, resp. posunu, tj. neřeší, zda strojvedoucí respektuje informace předávané návěstidly, zejména zda respektuje návěsti zakazující jízdu a omezující rychlost.

Proto bylo vyvinuté vlakové zabezpečovací zařízení (VZZ), jehož úkolem je bezpečně kontrolovat správnou činnost strojvedoucího při pohybu vlaku na železniční dopravní cestě. K potřebě zabezpečení vlastní jízdy vlaku, a tedy nikoliv pouze k zabezpečení jízdní cesty, přistupovaly jednotlivé státy odlišně. Nejprve docházelo k vývoji VZZ zejména v západních zemích, jako je

Švýcarsko, Německo či Velká Británie, kde lze o instalaci VZZ hovořit již od 30. let 20. století. Například na území Československa se ale začala tato problematika řešit až mnohem později, a to na přelomu 50. a 60. let 20. století. Nejednotný vývoj v této oblasti pak způsobil vznik mnoha odlišných, vzájemně nekompatibilních národních VZZ (viz obrázek 4), což se ukázalo jako jeden ze zásadních problémů pro další rozvoj evropské železnice, jelikož odlišná VZZ v jednotlivých zemích vedou k nutnosti častého přepřahání hnacích vozidel nebo k nákladné instalaci více systémů VZZ na jedno hnací vozidlo. Problematická je rovněž nedokonalost některých typů VZZ, kdy např. český národní vlakový zabezpečovač kontroluje prakticky pouze bdělost strojvedoucího, případně zajišťuje přenos zjednodušeného návěstního znaku na hnací vozidlo, ale již nedokáže zabránit projetí návěsti zakazující jízdu či nepřekročení rychlosti jízdy a zajištění bezpečné jízdy vlaku je tak stále na strojvedoucím vlaku.

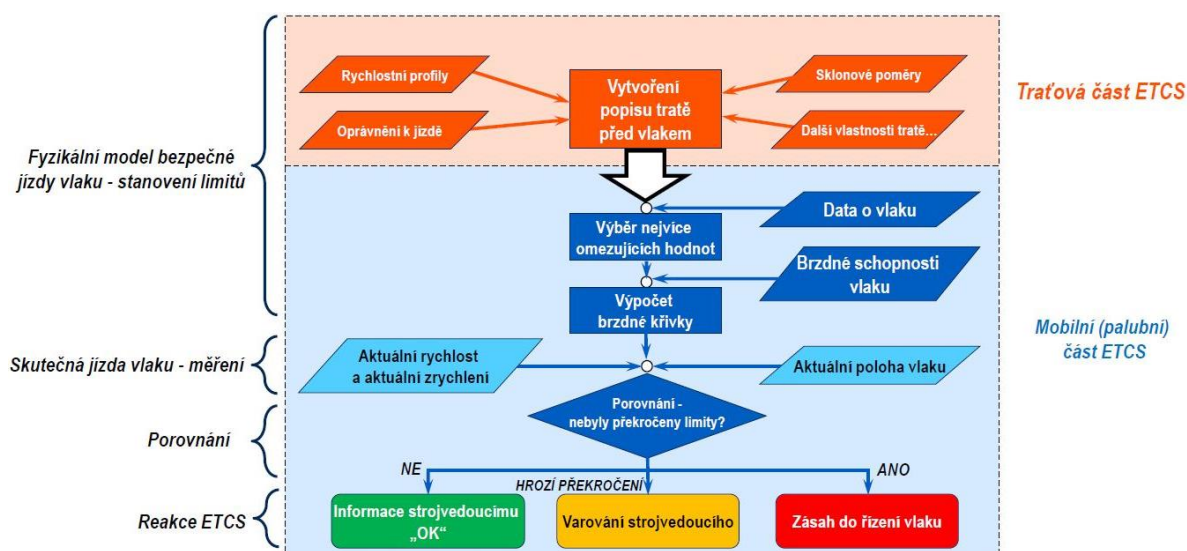


Obrázek 4 – Evropské národní vlakové zabezpečovače [38]

Proto od konce 80. let 20. století dochází k vývoji jednotného evropského vlakového zabezpečovače ETCS, který zajišťuje zvýšení úrovně bezpečnosti železničního provozu odstraněním těchto nedostatků a dále zajišťuje interoperabilitu evropského železničního prostoru nahrazením nekompatibilních národních VZZ.

3.2 Princip činnosti ETCS

Systém ETCS se skládá ze 2 základních částí, které si vzájemně předávají informace a zajišťují tak zabezpečení jízdy vlaku. Jedná se o část traťovou umístěnou na infrastruktuře a o část mobilní (palubní) umístěnou na drážním vozidle. Hlavním úkolem traťové části je vytvoření popisu tratě před vlakem, k čemuž jsou využívány především rychlostní profily a oprávnění k jízdě, ale i další vlastnosti tratě, jako jsou například sklonové poměry. Tato informace je předávána mobilní části, která na základě údajů o příslušném vlaku provede výběr nejvíce omezujících hodnot – nejvíce omezující rychlostní profil (MRSP – most restrictive speed profile), pro který dle brzdných schopností vlaku vypočte brzdnu křivku. Další údaje (rychlost, zrychlení, poloha) jsou získávány ze samotné jízdy vlaku, přičemž systém porovnává tyto údaje s vypočtenou brzdnu křivkou. Hrozí-li překročení limitů, dochází k předání varovné informace strojvedoucímu, při nerespektování varování a překročení limitů provede ETCS zásah do řízení vlaku. Pro větší názornost je základní princip činnosti ETCS zobrazen na následujícím schématu.



Obrázek 5 – Princip činnosti ETCS [5]

Získávání informací z trati probíhá pomocí technických prostředků umístěných na trati. Jejich použití se odvíjí podle toho, jaká úroveň ETCS je na dané trati vybudována. Proto budou tyto prostředky podrobněji popsány v kapitole týkající se aplikačních úrovní ETCS. Poloha vlaku na trati je zjišťována pomocí balíz, které jsou umístěny v balízových skupinách (Balise Group – BG), a systému odometrie, umístěného na vozidle. Komunikace mezi mobilní a traťovou částí probíhá s využitím jazyku ETCS (ETCS Language), který je založen na proměnných, paketech, zprávách a telegramech [6].

Proměnné se používají ke kódování jednotlivých datových hodnot. Mají vždy předem definovaný obor hodnot, který se odvíjí od základního významu proměnné. Všechny proměnné mají na začátku předponu, kterou se od sebe rozlišují, jak je patrné z následujícího obrázku.

A_	Acceleration
D_	distance
G_	Gradient
L_	length
M_	Miscellaneous
N_	Number
NC_	class number
NID_	identity number
Q_	Qualifier
T_	time/date
V_	Speed
X_	Text

Obrázek 6 – Seznam předpon používaných pro proměnné v jazyce ETCS [7]

Pakety vznikají seskupením jednotlivých proměnných do jedné jednotky definované svou vnitřní strukturou, která se odlišuje podle toho, zda se jedná o paket přenášející informaci z trati na vlak nebo naopak z vlaku na trať. Jednotlivé pakety jsou opatřeny hlavičkou a jsou identifikovány jedinečným paketovým číslem, příklad paketu je umístěn na obrázku 7.

7.4.2.20.1 Packet Number 69: Track Condition Station Platforms

Description	The packet gives details concerning the location and height of station platforms for use by the train's door control system		
Transmitted by	Any		
Content	Variable	Length	Comment
	NID_PACKET	8	
	Q_DIR	2	
	L_PACKET	13	
	Q_SCALE	2	
	Q_TRACKINIT	1	
	D_TRACKINIT	15	Only if Q_TRACKINIT = 1
	D_TRACKCOND	15	Only if Q_TRACKINIT = 0, D_TRACKCOND and the following variables follow
	L_TRACKCOND	15	
	M_PLATFORM	4	
	Q_PLATFORM	2	
	N_ITER	5	
	D_TRACKCOND(k)	15	
	L_TRACKCOND(k)	15	
	M_PLATFORM(k)	4	
	Q_PLATFORM(k)	2	

Obrázek 7 – Příklad paketu v jazyce ETCS [7]

Každá balíza z balízové skupiny předává telegram. Telegram balízy obsahuje hlavičku a ucelenou sadu paketů. Balízová zpráva je informace odeslaná skupinou balíz, přičemž se může skládat z jednoho nebo několika telegramů, seřazených podle čísla balízy ve skupině (telegram z balízy č. 1 je řazen vždy jako první) [8].

Message 130: Request for Shunting

Field No.	VARIABLE/ PACKET	Remarks
1	NID_MESSAGE	
2	L_MESSAGE	
3	T_TRAIN	
4	NID_ENGINE	
5	Packet 0 or 1	

Obrázek 8 – Příklad zprávy sestavené z jednotlivých paketů [8]

3.3 Aplikační úrovně ETCS

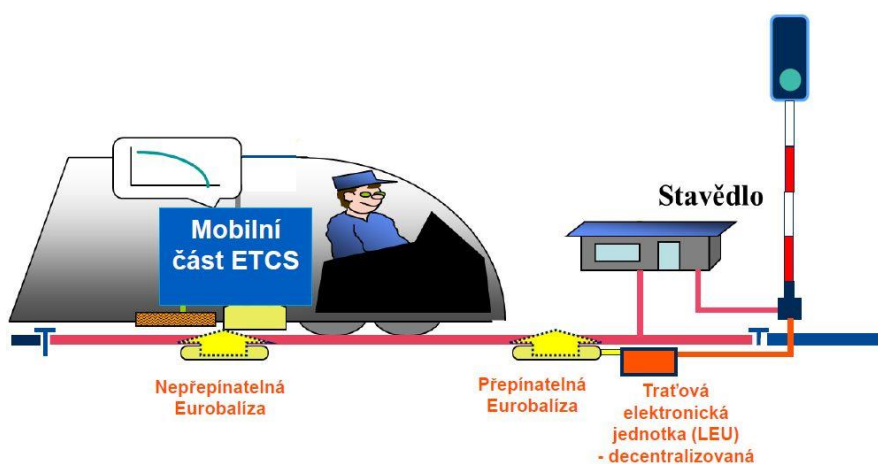
Systém ETCS má 2 základní aplikační úrovně, označované jako ETCS Level 1 a ETCS Level 2, přičemž je třeba rozlišovat úroveň ETCS na trati a na vozidle. Úroveň ETCS Level 3 byla v rámci TSI CCS 2023 přesunuta pod ETCS Level 2 (viz dále). Jednotlivé úrovně se od sebe liší technickým vybavením a provozními pravidly. S rostoucí úrovní ETCS roste i technická úroveň systému a tím i požadavky na traťovou i mobilní část. Úroveň 0 je označována úroveň národního vlakového zabezpečovače. O takových tratích nelze hovořit jako o tratích vybavených ETCS, proto nebude tato úroveň v práci dále uvažována. Pro vybavení regionálních tratí je na síti Správy železnic uvažováno i o dalších variantách, označovaných souhrnně jako ETCS Regional, kam se řadí aplikační varianty ETCS STOP a ETCS L1 Limited Supervision.

3.3.1 ETCS Level 1

ETCS Level 1 je principiálně bodové vlakové zabezpečovací zařízení, u kterého komunikace probíhá pouze jednosměrně předáváním informací z trati na vlak. Tato úroveň tak nevyžaduje zřízení rádiového systému GSM-R. Trať je vybavena přepínatelnými a nepřepínatelnými balízami, které předávají mobilní části veškeré informace z trati. Balízy, které přenáší informace o povolení k jízdě (MA – Movement Authority) jsou přepínatelné a napojené do stávajícího zabezpečovacího zařízení nebo do návěstních obvodů pomocí traťových elektronických jednotek LEU (Lineside Electronic Unit). Z toho vyplývá, že ETCS L1 je určeno pro tratě, kde jsou dopravní vybavené SZZ a traťové úseky vybavené TZZ. Hlavní konvenční návěstidla zůstávají u této úrovně vždy

v činnosti. Zjišťování polohy vlaku a dohled nad celistvostí vlaku není zajištěno prvky ETCS, a tak na trati i nadále zůstávají prostředky pro detekci volnosti kolejového úseku (počítače náprav, kolejové obvody). Zabezpečení jízdy vlaku probíhá vždy nepřetržitě podle výpočtu brzdné křivky.

Obecnou nevýhodou bodových VZZ je příjem informace z trati pouze v místech umístění přenosového bodu (v tomto případě balízy). Pokud tak dojde k náhlé změně informace přenášené na vozidlo, strojvedoucí to zjistí až po průjezdu přes další přenosový bod, a nikoliv okamžitě jako u liniového VZZ. Proto jsou ve vybraných místech umístěny další přepínatelné balízy (tzv. in-fill balízy), které umožňují přenos dodatečných informací do vlaku. Zjednodušené schéma ETCS L1 je umístěno na následujícím obrázku.



Obrázek 9 – Zjednodušené schéma ETCS Level 1 [5]

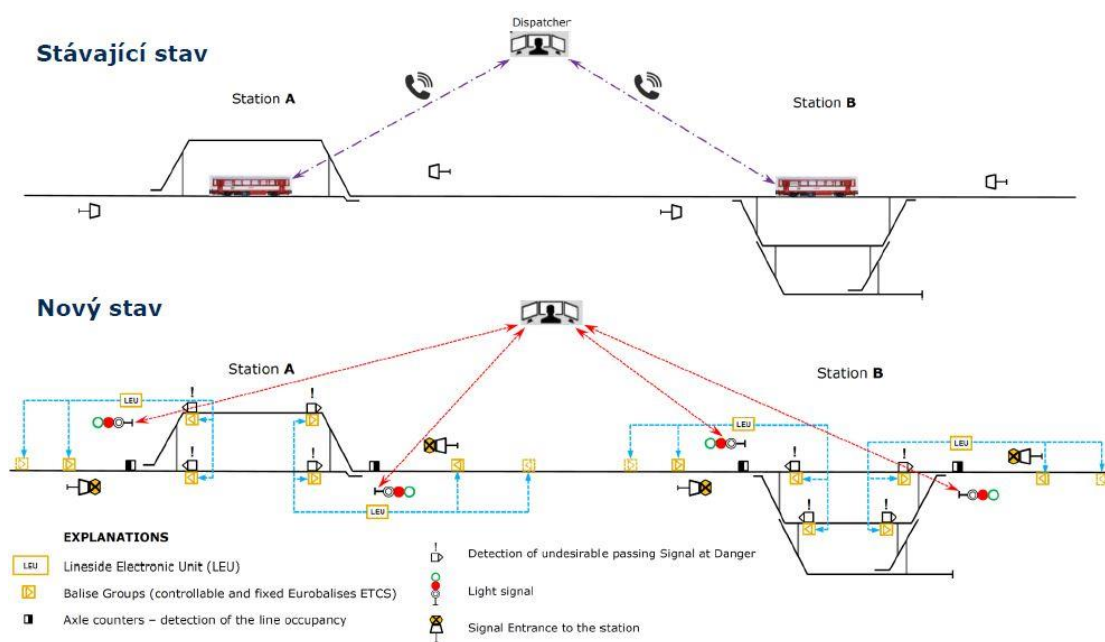
3.3.2 ETCS Regional

Pojem ETCS Regional zastřešuje verze systému ETCS určené pro vybavení regionálních tratí. Jde o speciálně vyvinuté verze pro provozně méně zatížené tratě v ČR, které mají za cíl zvýšení úrovně bezpečnosti provozu na těchto tratích za nižší náklady, jelikož vybavení těchto tratí vyšší úrovní ETCS by bylo nerentabilní a výrazně by zvýšilo cenu objednávané dopravy, což by v krajním případě mohlo vést i k zastavení provozu na těchto tratích. Oproti ETCS L1 je tak na u ETCS Regional osazeno méně balíz, což snižuje náklady na implementaci ETCS i následnou údržbu. Výhodou jsou jednodušší provozní pravidla, jelikož mobilní část nezobrazuje plánovací oblast a strojvedoucí se tak musí v plné míře řídit všemi návěstidly. Na regionálních tratích v současnosti zcela chybí vlakový zabezpečovač, strojvedoucí tedy není při jízdě nijak kontrolován a případná chyba lidského faktoru může mít fatální následky. ETCS Regional tak nejen významně navýší úroveň bezpečnosti, ale zároveň zhodnotí investice dopravců do mobilní části, kterou vozidla na přípojných tratích stejně musí být vybavena. Jelikož na regionálních tratích zůstanou konvenční návěstidla, bude zde možný i prozatímní smíšený provoz a nebude tak nutné vybavovat vozidla

ihned po implementaci ETCS, což je vhodný krok zejména pro vozidla na konci životnosti. Pod ETCS Regional řadíme verze ETCS STOP a ETCS L1 Limited Supervision (LS).

3.3.2.1 ETCS STOP

ETCS STOP je bodový vlakový zabezpečovač, který zajišťuje nouzové brzdění vlaku po minutí zakazující návěsti, tj. nezajišťuje neprojetí návěsti zakazující jízdu ani nedohlíží na překročení dovolené rychlosti. Z toho důvodu je ETCS STOP určeno pro nejméně zatížené tratě, zejména ty, na kterých je v současnosti řízen provoz podle předpisu SŽ D3 (Předpis pro zjednodušené řízení drážní dopravy). Zároveň je pro zajištění dostatečné úrovně bezpečnosti určen pouze pro tratě s traťovou rychlostí do 100 km/h. Jak je vidět na obrázku 10, traťová část ETCS STOP se skládá z přepínatelných a nepřepínatelných balíz a traťových elektronických jednotek LEU umístěných u všech hlavních návěstidel, v případě tratí řízených předpisem D3 s traťovým souhlasem pak před lichoběžníkovou tabulkou. Konvenční návěstidla zůstávají v činnosti a strojvedoucí je povinen se jimi řídit.



Obrázek 10 – Příklad umístění prvků ETCS STOP na regionální trati [5]

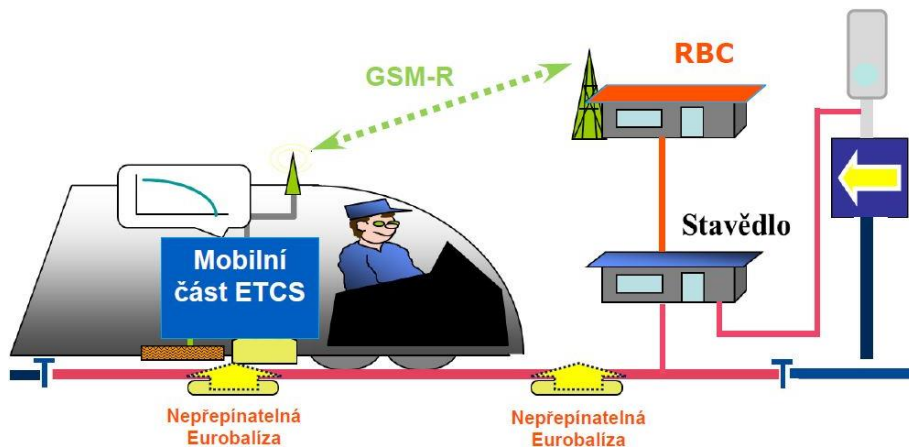
3.3.2.2 ETCS L1 Limited Supervision

ETCS L1 LS je rovněž bodový vlakový zabezpečovač, který ale již zajišťuje neprojetí návěsti zakazující jízdu a rovněž pro omezený počet rychlostních profilů dohlíží na nepřekročení dovolené rychlosti. Traťová část funguje na obdobném principu jako u ETCS STOP, tedy využívá přepínatelných a nepřepínatelných balíz a LEU u hlavních návěstidel, je však možné balízy umístit i v některých dalších místech na trati, kde dochází k výrazným změnám rychlosti, a to pro zvýšení

dohledu rychlosti jízdy vlaku. Strojvedoucímu se však na DMI zobrazuje vždy pouze rychloměr, ETCS dohlíží na jeho jízdu pouze na pozadí. ETCS L1 LS je určen pro tratě s traťovou rychlostí do 120 km/h, hlavní návěstidla jsou ponechána v provozu. U hlavních návěstidel je navíc umístěna doplňková balízová skupina ve vzdálenosti 250 m před návěstidlem, další balízová skupina je pak za koncem nástupiště.

3.3.3 ETCS Level 2

ETCS Level 2 je liniové vlakové zabezpečovací zařízení, které je již založené na obousměrné rádiové komunikaci traťové a mobilní části prostřednictvím rádia pro železnici (RMR). Pro tuto úroveň je tak zřízení rádiového systému GSM-R nebo FRMCS nutnou podmínkou. Trať je vybavena nepřepínatelnými balízami a základním prvkem traťové části je radiobloková centrála (RBC), která tvoří překryvný prvek nad zabezpečovacím zařízením. Povolení k jízdě je přenášeno do vlaku pomocí RMR. Podobně jako u ETCS L1, tak i u ETCS L2 na trati i nadále zůstávají prostředky pro detekci volnosti kolejového úseku (počítače náprav, kolejové obvody). Dopravní a traťové úseky tak musí být vybaveny SZZ, resp. TZZ. Jelikož se jedná o liniové VZZ, je možné předávat informace do vlaku nepřetržitě a zároveň provádět kontinuální kontrolu rychlosti jízdy vlaku, což rovněž dále snižuje riziko projetí návěsti zakazující jízdu.

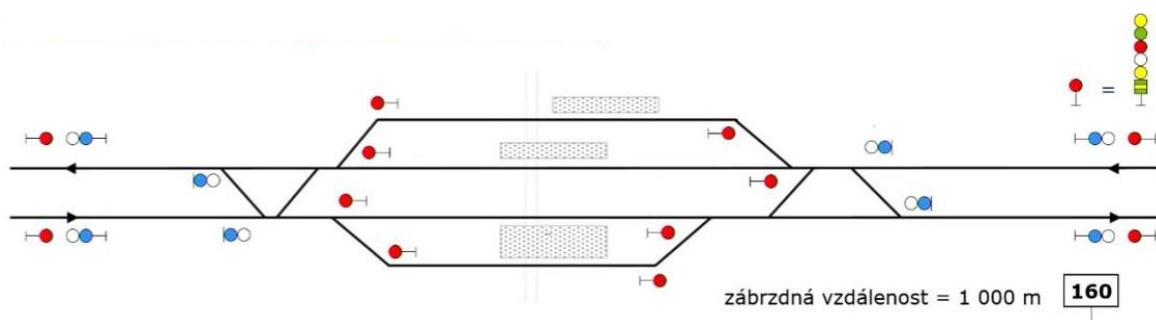


Obrázek 11 – Zjednodušené schéma ETCS Level 2 [5]

ETCS L2 má dvě základní možné varianty provozu, a to buď s hlavními návěstidly, nebo bez hlavních návěstidel, projev vůči strojvedoucímu při jízdě pod ETCS je však vždy shodný. Ponechání hlavních návěstidel na trati umožní provoz i vozidlům vybaveným pouze národním VZZ třídy B¹, byť omezenou rychlostí. Naopak na tratích vybavených ETCS L2 bez hlavních návěstidel je provoz umožněn pouze vozidlům vybaveným mobilní částí ETCS. Nadstavba ETCS na stávající infrastrukturu představuje relativně nejjednodušší možnost implementace ETCS z pohledu financí

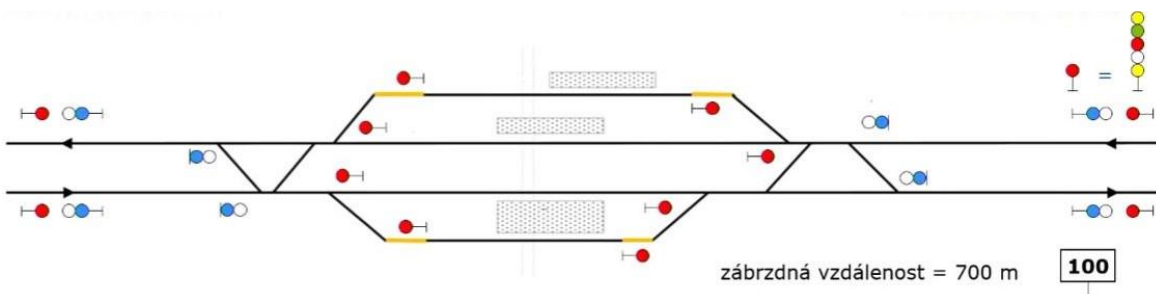
¹ TSI CCS rozlišuje systémy třídy A (ETCS, GSM-R) a třídy B (národní vlakové zabezpečovače)

a časových možností. Hlavní návěstidla mohou sloužit i jako záložní řešení pro případ poruch ETCS. Nevýhodou tohoto řešení může ale být potenciální snížení kapacity dráhy oproti variantě ETCS L2 bez hlavních návěstidel z důvodu více omezujících brzdných křivek [9].



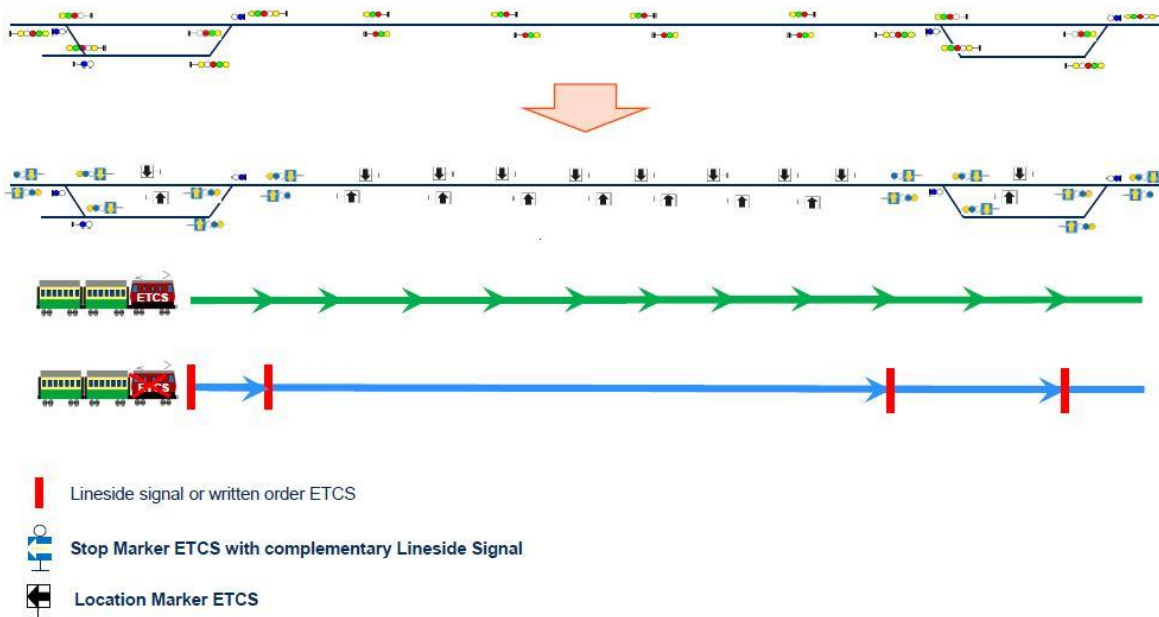
Obrázek 12 – Nadstavba systému ETCS na stávající infrastrukturu [9]

Další možností pro smíšený provoz je částečné přizpůsobení infrastruktury systému ETCS, které spočívá v omezení rychlostní návěstní soustavy v dopravních a absenci národního VZZ na trati, kde musí být zřízeno automatické hradlo nebo automatický blok se zábrzdňou vzdáleností 700 metrů, která umožňí mírné navýšení kapacity oproti nadstavbě ETCS na stávající infrastrukturu. Vlaky nevybavené mobilní částí ETCS jsou v takovýchto úsecích více omezovány, a to jak na trati, kde bude jejich rychlost omezena na 100 km/h, tak v dopravních při jízdě do odbočky z důvodu omezené rychlostní návěstní soustavy [9].



Obrázek 13 – Infrastruktura pro smíšený provoz částečně přizpůsobená ETCS [9]

S ETCS L2 bez hlavních návěstidel se pojí i pojem ETCS L2 s benefity. Varianta výhradního provozu ETCS s benefity se od výhradního provozu ETCS, který spočívá pouze v administrativním zákazu provozu vozidel bez ETCS, liší provedením technických úprav infrastruktury. Tyto technické úpravy spočívají především v odstranění světelných návěstidel a jejich nahrazení Stop značkami ETCS a Lokalizačními značkami ETCS, což umožňí rozdělit traťový úsek do více oddílů a navýšit tak kapacitu dráhy, jak je patrné z následujícího obrázku.



Obrázek 14 – Princip optimalizace traťového úseku za využití ETCS s benefity [5]

Výhradní provoz ETCS s benefity umožní odstranit některé nevýhody, které s sebou přináší smíšený provoz ETCS, případně provoz bez ETCS pod národním vlakovým zabezpečovačem. Při optimalizaci infrastruktury existuje možnost zvýšení kapacity dráhy, dále ETCS s benefity umožní plně využít přínosů ETCS a nákladných investic dopravců do vybavení vozidel. Pro správce infrastruktury se jedná o finančně nejvíce nákladné řešení implementace ETCS. Výběr optimální varianty implementace ETCS probíhá na základě rozhodovacího procesu, který ovlivňuje mnoho vstupů, jako například aktuální stav infrastruktury nebo požadavek na umožnění smíšeného provozu na konkrétních tratích [9]. Na tratích vybavených ETCS L2 bude možné navýšit rychlost nad 160 km/h, nutnou podmínkou je však zavedení výhradního provozu ETCS.

3.3.4 ETCS Level 3 a Level 3 Hybrid

ETCS Level 3 je nejvyšší uvažovaná úroveň systému ETCS. Na úvod je třeba říci, že ETCS Level 3 byl v rámci TSI CCS 2023 sloučen s ETCS Level 2 [10]. Oproti ETCS L2 neměl mít ETCS L3 další komponenty v traťové části. Zásadní rozdíl však měl spočívat v dohledu nad polohou vlaku a jeho celistvostí, který by měl být u úrovně 3 jako u jediné úrovně součástí systému ETCS, na čemž by se měla podílet RBC ve spolupráci s vozidlem, které by poskytovalo informace o své poloze a celistvosti. To by umožnilo upustit od tradičních prvků pro zjišťování nepřítomnosti kolejového vozidla umístěných přímo v koleji a přejít na tzv. moving block. Trať by tak bylo možné rozdělit na více oddílů v závislosti na aktuálních jízdách vlaků, což oproti současným fixním traťovým oddílům přináší výrazný nárůst kapacity. Na tratích s ETCS L3 se počítá s výhradním provozem pod ETCS a s odstraněním stávajících konvenčních návěstidel.

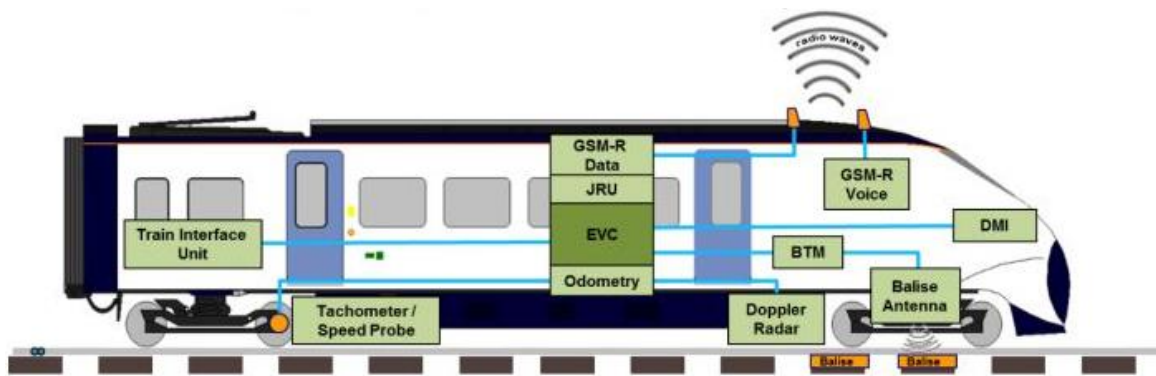
ETCS L3 by však přinesla mnoho výzev, které spočívají především v potřebě kontrolovat celistvost vlaku přímo na vlaku, tj. požadavky na výbavu vozidel jsou výrazně vyšší než u ostatních úrovní ETCS, zároveň je tato oblast zejména u nákladních vlaků obtížně technicky řešitelná. Dalším potenciálním problémem pak může být zjišťování polohy vlaku při ztrátě komunikace, kdy vzhledem k absenci počítačů náprav v koleji bude v takovém případě nemožné polohu vlaku zjistit. Právě proto se nyní uvažuje pouze s verzí ETCS L3 Hybrid, která byla formálně zahrnuta pod ETCS L2 a která má za cíl využít některé z výhod ETCS L3, ale zároveň odstranit některé nedostatky této úrovně.

U ETCS L3 Hybrid se počítá s ponecháním prvků pro zjišťování polohy a celistvosti vlaku i přímo v koleji, čímž se eliminují technické problémy se zjišťováním celistvosti na vlaku i potenciální problémy s komunikací. Zároveň však dojde k rozdělení těchto fixních traťových oddílů na další kratší oddíly dle principu moving block, což umožní navýšení kapacity pro vlaky vybavené ETCS L3 [11].

3.4 Mobilní část ETCS

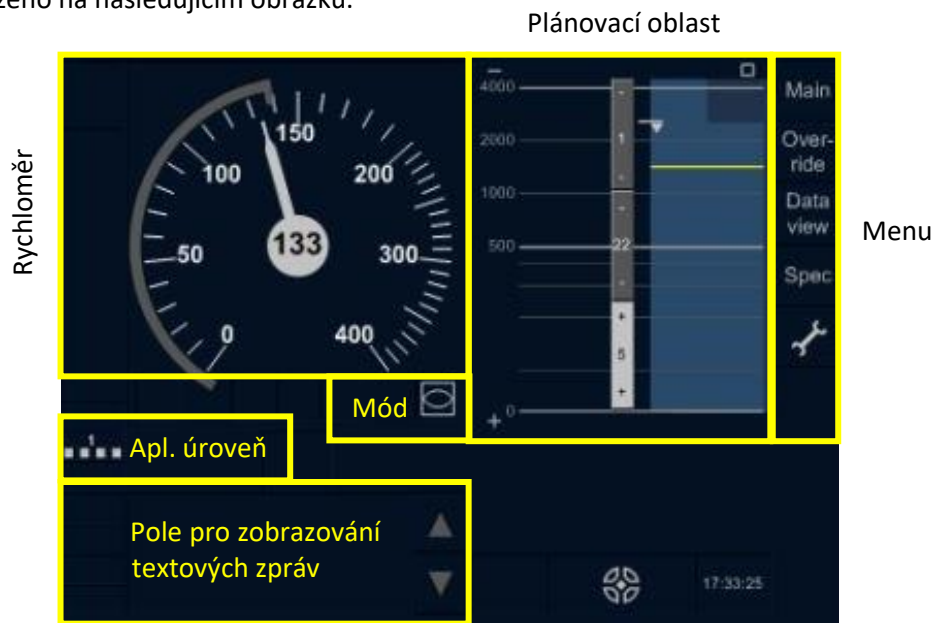
Mobilní část ETCS, anglicky nazývaná jako On-Board Unit (OBU) se skládá z těchto hlavních částí [12]:

- European Vital Computer (EVC), který jakožto centrální počítač tvoří jádro systému
- Driver Machine Interface (DMI), tedy rozhraní pro komunikaci strojvedoucího se systémem ETCS. Obvykle se skládá z displeje umístěného na stanovišti strojvedoucího a dalších ovládacích, indikačních a zvukových funkcí
- Radiostanice RMR pro přenos informací traťovou částí ETCS
- Juridical Recording Unit (JRU), neboli záznamová jednotka, která zaznamenává interakci strojvedoucího se systémem a všechny informace a činnosti prováděné EVC
- Balízové antény a Balise Transmission Module (BTM) pro přenos informací s balízami
- Systémů odometrie, kam patří například otáčkoměr, akcelerometry, optické senzory, radarové systémy nebo GNSS systémy. Odometrie poskytuje informace o rychlosti a ujeté vzdálenosti, které musí být velmi přesné, a proto jsou obvykle data získávána z více nezávislých zdrojů
- Train Interface Unit (TIU), která se skládá z různých typů rozhraní mezi ETCS a vlakovými systémy
- Specific Transmission Module (STM), který slouží jako rozhraní pro komunikaci se stávajícím národním vlakovým zabezpečovačem třídy B



Obrázek 15 – Základní komponenty mobilní části ETCS [12]

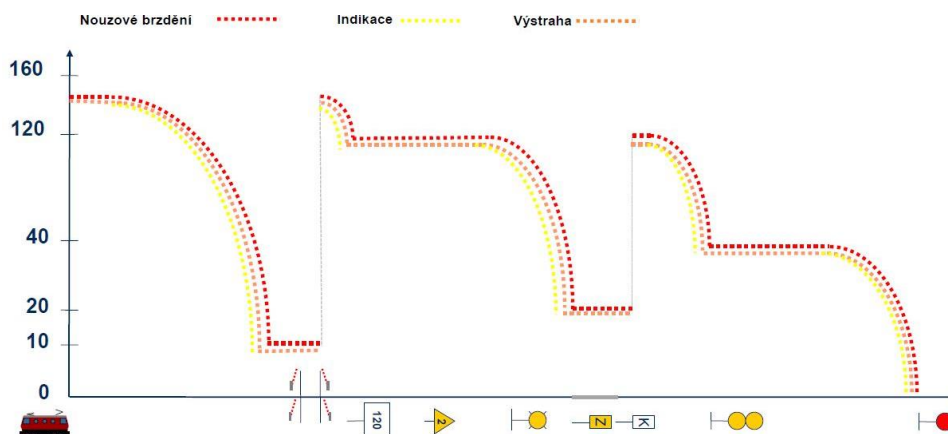
Zásadním prvkem pro správné fungování systému ETCS je DMI, skrze který jsou do systému nahrána potřebná data o vlaku. Dále jsou na displeji zobrazeny nepostradatelné informace pro strojvedoucího, jako je rychloměr, plánovací oblast, pole pro zobrazování textových zpráv, aplikační úroveň ETCS, provozní mód ETCS a menu. Pro větší názornost je rozvržení informací na DMI zobrazeno na následujícím obrázku.



Obrázek 16 – Rozvržení informací na DMI [12, úprava autor]

Mobilní část ETCS po celou dobu jízdy vozidla vypočítává nejvíce omezující rychlostní profil, na jehož dodržování následně dohlíží. Maximální dovolená rychlost v daném úseku je strojvedoucímu indikována bílým mezikružím ve vnější oblasti rychloměru. Strojvedoucímu je rovněž zobrazována cílová vzdálenost, ve které k omezení rychlosti dojde. ETCS porovnává činnost strojvedoucího s vypočtenými brzdými křivkami, a pokud se vlak začne blížit jejich překročení, varuje strojvedoucího nejprve žlutou indikací, posléze oranžovým varováním (příslušná část mezikruží se vždy zbarví do uvedené barvy). Pokud strojvedoucí na výstrahu systému nereaguje a dojde tak k překročení brzděné křivky nouzového brzdění, provede ETCS

aktivaci rychločinného brzdění a zároveň se příslušná část mezikruží zbarví do červena. Jednotlivé brzdné křivky a stupně varování jsou zobrazeny na následujících obrázcích.



Obrázek 17 – Příklad znázornění jednotlivých brzdných křivek [5]



Obrázek 18 – Znázornění jednotlivých indikací na DMI [5]

3.4.1 Provozní módy ETCS

Provozní módy ETCS představují soubor pravidel a podmínek jízdy v závislosti na dané provozní situaci. Každá situace, která může v provozu nastat, musí být ošetřena některým z módů tak, aby bylo možné přejít na daný soubor pravidel za dodržení maximální úrovně bezpečnosti. Každý provozní mód má určený symbol, který se strojvedoucímu zobrazuje na DMI, jak je vidět na obrázku 16. Všechny provozní módy, stejně jako stanovené postupy pro přechod mezi nimi a popis příslušných předávaných informací strojvedoucímu, jsou popsány v SUBSETu 026, kapitole 4.

Full Supervision	(FS)		
Automatic Driving	(AD)	Trip	(TR)
Limited Supervision	(LS)	Post Trip	(PT)
On Sight	(OS)	System Failure	(SF)
Staff Responsible	(SR)	Isolation	(IS)
Supervised Manoeuvre	(SM)	No Power	(NP)
Shunting	(SH)	Non Leading	(NL)
Unfitted	(UN)	National System	(SN)
Passive Shunting	(PS)	Reversing	(RV)
Sleeping	(SL)		
Stand By	(SB)		

Obrázek 19 – Seznam provozních módů ETCS [13]

Nejdůležitějším a nejběžnějším provozním módem ETCS je mód Full Supervision (FS), neboli plný dohled, aktivovaný, pokud jsou k dispozici všechna dostupná data a informace pro plný dohled nad jízdou vlaku. Mód FS nelze nastavit strojvedoucím vlaku, ale zvolí se automaticky, pokud jsou splněny všechny nutné podmínky pro jízdu vlaku v tomto provozním módu. Mobilní část systému ETCS je v módu FS plně odpovědná za zabezpečení jízdu vlaku, mimo situace, kdy se strojvedoucí blíží uvolňovací rychlostí ke konci oprávnění k jízdě [13]. Dalším důležitým provozním módem je mód Limited Supervision (LS), tedy omezený dohled. Tento provozní mód je aktivován v oblastech, kde lze vlaku poskytovat informace o trati a provádět tak na pozadí dohled nad jízdou vlaku. Předávané informace v módu LS jsou zjednodušené (např. traťový statický rychlostní profil), strojvedoucí se tedy musí plně řídit stávajícími návěstidly na trati [13]. Provozní mód On Sight (OS), tj. podle rozhledu, slouží pro jízdu vlaku do obsazeného úseku. Strojvedoucí je v módu OS povinen sledovat volnost tratě a zastavit před případnou překážkou v jízdni cestě [13].

Pro oblast posunu jsou zásadní módy Shunting (SH) a Supervised Manoeuvre (SM). V módu SH mobilní část ETCS dohlíží nad dodržováním maximální rychlosti stanovené pro posun, a dále nad neprojetím balízových skupin, jež se nenachází v seznamu vytvořeném traťovou částí pro danou posunovou cestu. V módu SH je však rozvázáno rádiové spojení s RBC, takže dohled ETCS je velmi omezený. Strojvedoucí je zodpovědný za neopuštění posunovací oblasti a za řízení posunu dle příslušných pravidel pro posun [13]. Cílem módu SM je zvýšení dohledu nad posunem tak, aby byl posun zabezpečen podobně jako jízda vlaku v režimu FS. Stejně jako v případě módu SH nemusí být ani v módu SM hnací vozidlo na začátku posunového dílu. Strojvedoucímu je na DMI zobrazována aktuální, povolená a cílová rychlost, cílová vzdálenost a rovněž zda se pohybuje ve směru vydaného oprávnění k jízdě. Za bezpečnou jízdu posunového dílu pak plně odpovídá mobilní část systému ETCS, sledování rychlosti jízdy a výpočet brzdných křivek však spoléhá na výchozí údaje o posunovém dílu, které musí strojvedoucí před jízdou nastavit. Mód SM je možné

aktivovat pouze v oblasti vybavené ETCS L2 [13]. Posunu se týká i mód Passive Shunting (PS), který lze výhodně využít u vozidel se dvěma stanovišti strojvedoucího tak, aby strojvedoucí při změně stanoviště nemusel ukončovat mód SH a následně na druhém stanovišti tentýž mód znovu nastavovat, což mj. vyžaduje opětovné navázání spojení s RBC.

Pokud strojvedoucí projede konec oprávnění k jízdě, přejde vozidlo automaticky do provozního módu Trip (TR) a systém ETCS automaticky aktivuje nouzové brzdění. Poté co vlak zastaví, musí strojvedoucí potvrdit informaci o nedovoleném projetí, aby mohl přejít do módu Post Trip (PT) a případně následně dle příslušných pravidel opět uvést vozidlo do pohybu [13].

3.5 Strategie implementace ETCS v ČR

Jedním ze základních cílů zavádění systému ERTMS je zajištění interoperability postupným vytvářením jednotného evropského železničního prostoru. Proto je strategie implementace ETCS podřízena právním předpisům EU. Cílem těchto předpisů je sjednotit provozní a technická pravidla na evropské železnici. V současnosti platné mezinárodní dohody, pravidla a normy, ze kterých vychází pravidla národní, nahrazují technické specifikace pro interoperabilitu a jednotné evropské normy. Ty jsou specifikované Evropskou železniční agenturou ERA a jsou platné ve všech členských státech EU. ERTMS spadá v rámci zajištění interoperability do subsystému Control Command and Signalling (CCS – řízení a zabezpečení), proto jsou příslušné TSI označovány jako TSI CCS. TSI CCS jsou právním předpisem EU, konkrétně se jedná o nařízení Evropské komise 2016/919 o technické specifikaci pro interoperabilitu týkající se subsystémů „Řízení a zabezpečení“ železničního systému v Evropské unii [10].

Implementace ERTMS v ČR tedy vychází z evropského právního rámce, kterým je ČR, jakožto členský stát EU, povinna se řídit. EU prostřednictvím Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU stanovuje závazné termíny pro zavedení systému ETCS na tratích TEN-T. Jejich nesplnění pak vede k omezení spolufinancování projektů z evropských fondů, ale i riziku udělení sankcí ze strany EU. Každý členský stát EU musí mít povinně zpracovaný Národní implementační plán ERTMS, ve kterém musejí být termíny v souladu s právními předpisy EU.

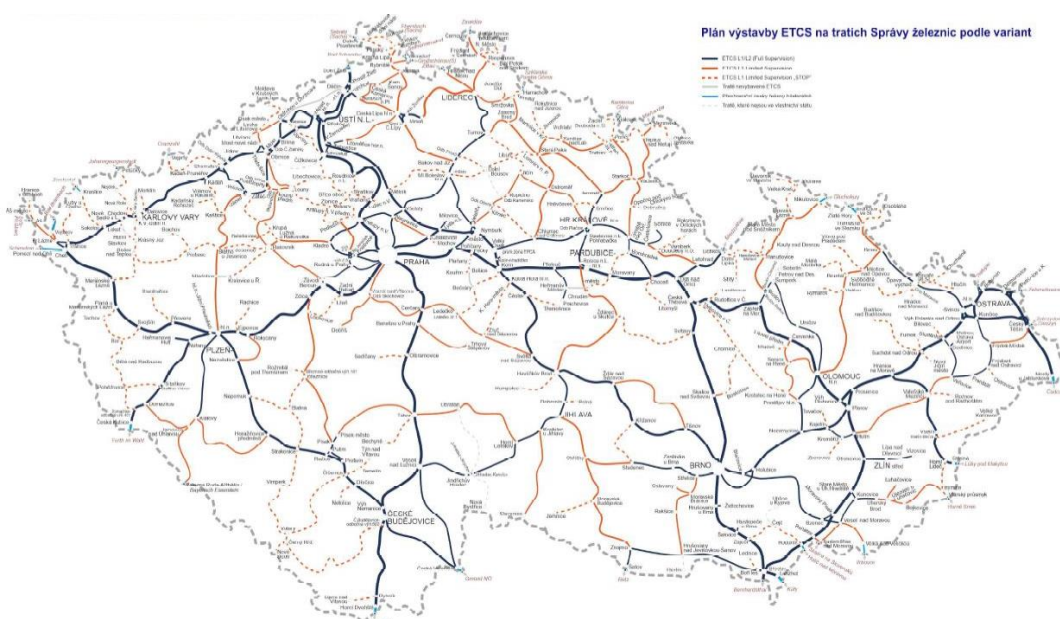
3.5.1 Národní implementační plán ERTMS v ČR

V souladu s TSI CCS je ERTMS v ČR jediným cílovým vlakovým zabezpečovačem, který nahradí národní systém vlakového zabezpečovače třídy B. S realizací systému ETCS souvisí základní obecné zásady uvedené dle požadavků TSI CCS v Národním implementačním plánu, jedná se především o tyto [14]:

- Prioritu při instalaci ERTMS mají tratě zařazené do transevropské železniční sítě TEN-T
- Při první instalaci VZZ je povinnost zřídít ETCS, a to jak na tratích současných, tak i nově budovaných
- Veškeré modernizace SZZ, TZZ a PZZ musí být řešeny tak, aby vytvářely podmínky pro budoucí snadnou instalaci ERTMS
- Systémem ERTMS je nutné postupně vybavit všechny tratě, tj. nikoliv pouze tratě zařazené do TEN-T

Ministerstvo dopravy ČR vydalo Plán moderního zabezpečení české železnice, na základě kterého Správa železnic stanovila základní strategii a principy realizace ETCS na české železniční síti. Součástí této strategie jsou následující implementační pravidla, podle kterých budou tratě vybaveny příslušnou úrovní ETCS (jednotlivé aplikační varianty se ještě mohou v průběhu času měnit) [5]:

- Tratě zařazené do transevropské železniční sítě TEN-T budou vybaveny ETCS L2 a systémem RMR, přičemž u nejzatíženějších tratí se počítá i s optimalizací infrastruktury, tj. s ETCS L2 s benefity. V další fázi vývoje systému se předpokládá zvýšení kapacity s využitím ETCS L3 hybrid
- Další významné a velmi zatížené tratě, tj. především tratě v okolí velkých měst s hustou příměstskou dopravou budou vybaveny ETCS L2
- Vedlejší tratě s nižšími přepravními výkony budou vybaveny ETCS L1 Limited Supervision
- Nejméně zatížené regionální tratě budou vybaveny ETCS STOP



Obrázek 20 – Technické varianty implementace ETCS na síti SŽ [14]

3.6 Normy a předpisy řešící ETCS

Jak již bylo zmíněné výše, základním dokumentem v oblasti ERTMS, ze kterého vychází všechny další normy a předpisy jsou technické specifikace pro interoperabilitu v oblasti řízení a zabezpečení (TSI CCS) vydávané Evropskou železniční agenturou. Ty stanovují všechny parametry a specifikace obou základních subsystémů ERTMS, tj. traťové a mobilní části. Specifikace jsou postupně aktualizovány, aktuálně platné specifikace nesou označení ETCS Baseline 4 Release 1 (B4R1). Povinné specifikace týkající se ERTMS jsou nazývány subsety a jsou rozděleny do jednotlivých oblastí podle příslušné úrovně ETCS a dalších charakteristik [4].

Na základě TSI CCS poté vydávají jednotlivé členské státy vlastní národní normy a předpisy, které však musí být s TSI CCS vždy plně v souladu. V ČR jsou tyto normy a předpisy vydávány Správou železnic. V oblasti implementace traťové části na síti SŽ je zásadním dokumentem metodický pokyn SŽ TSI CCS/MP1 *Zásady pro projektování traťové části ERTMS pro tratě s výhradním provozem evropského vlakového zabezpečovače*. Ten byl zpracován za účelem sjednocení technických řešení v projektové dokumentaci staveb, v rámci kterých je zřizována traťová část ETCS. Zároveň jsou v tomto metodickém pokynu uvedeny požadavky na technické řešení souvisejících zařízení, jako je například systém GSM-R nebo konvenční zabezpečovací zařízení [3]. Pro implementaci traťové části ETCS na regionálních tratích je určen metodický pokyn SŽ TSI CCS/MP3 *Technické požadavky a zásady pro projektování traťové části ETCS STOP* s podobným obsahem a účelem.

Základní pravidla pro samotný provoz ETCS jsou uvedena v předpisu SŽ Z8 díl IV (prozatímní) *Evropský vlakový zabezpečovač ETCS*. V tomto předpisu jsou vymezeny základní pojmy z oblasti ETCS, jsou zde popsány součásti traťové části a většina dokumentu se věnuje mobilní části systému ETCS, přičemž stanovuje všechny informace potřebné pro provoz hnacího vozidla pod ETCS a postupy pro řešení určitých situací a poruch. K tomuto předpisu je vydáno ještě doplňující ustanovení v podobě Pokynu provozovatele dráhy SŽ PPD-6/2022. Předpis SŽ Z8 je prozatímní a od začátku roku 2026 by se měla veškerá ustanovení týkající se ETCS stát součástí dopravního a návěstního předpisu SŽ D1.

Mimo výše uvedené dokumenty je vydáno mnoho dalších směrnic a nařízení, ať už se jedná o normy, předpisy či technické specifikace. Vzhledem k jejich velkému množství zde nebudou další dokumenty jednotlivě vyjmenovány, ale budou zmíněny u příslušných částí práce.

4. Posun na síti SŽ

Pro detailnější pohled na řešenou problematiku a navržení vhodných opatření pro zvýšení úrovně bezpečnosti při provádění posunových jízd je třeba nejprve zjistit, v jakých dopravnách a jak často se v současnosti posunuje a rovněž jak často dochází při posunu k mimořádným událostem s důrazem na původ jejich vzniku a závažnost a stanovit tak příslušná rizika, která je nutné ošetřit. K získání těchto informací byly využity interní materiály společností ČD Cargo a Správa železnic.

4.1 Evidence posunu ČD Cargo

Dopravce ČD Cargo si vede evidenci posunu za každý kalendářní rok, ze které je možné zjistit, ve kterých dopravnách a jak často se posun provádí a s kolika vozy je během jednotlivých směn manipulováno. Podrobnější statistiku, která by zahrnovala i údaje ostatních dopravců se nepodařilo získat, jelikož SŽ posunové jízdy na rozdíl od jízd vlaků prakticky neeviduje. Nicméně pro získání základního přehledu o posunu v nákladní dopravě je evidence posunu ČD Cargo dostačující, jelikož tento dopravce má nejvyšší podíl trhu v nákladní železniční dopravě v ČR a zároveň se zaměřuje i na přepravy vozových zásilek a vozbu manipulačních vlaků, u kterých dochází k časté manipulaci s vozy prostřednictvím posunových jízd. U ostatních dopravců tvoří většinu přeprav vozba ucelených vlaků, se kterými se na trase v podstatě dále nemanipuluje, a tak by tito dopravci stejně tvořili v evidenci posunových jízd pouze menšinový podíl.

K velkému množství posunových jízd dochází samozřejmě i v osobní dopravě, a to zejména při sestavování, obracech nebo odstavech souprav. Vzhledem k tomu, že příslušná evidence těchto posunových jízd není k dispozici, bude v této části práce uvažováno pouze s posunovými jízdami dopravce ČD Cargo v nákladní dopravě. Soubor opatření, která jsou navržena v dalších částech práce, již s posunem osobních souprav počítá a eliminuje příslušná rizika i v osobní dopravě.

Velký počet manipulací s vozy se provádí ve vlakových stanicích, kterých se na síti SŽ v současnosti nachází celkem 51. Zde dochází k pravidelnému sestavování souprav, a tedy velmi častému posunu, v mnoha těchto stanicích se posunuje prakticky denně. Pro potřeby této práce nebudou vlakové stanice brány v potaz, jelikož k posunu zde dochází zejména v obvodech určených pro vlakovorbu, které jsou často stavebně či jinými úpravami oddělené od části stanice určené pro jízdu vlaků, a tak je zde riziko ohrožení vlakových cest minimální.

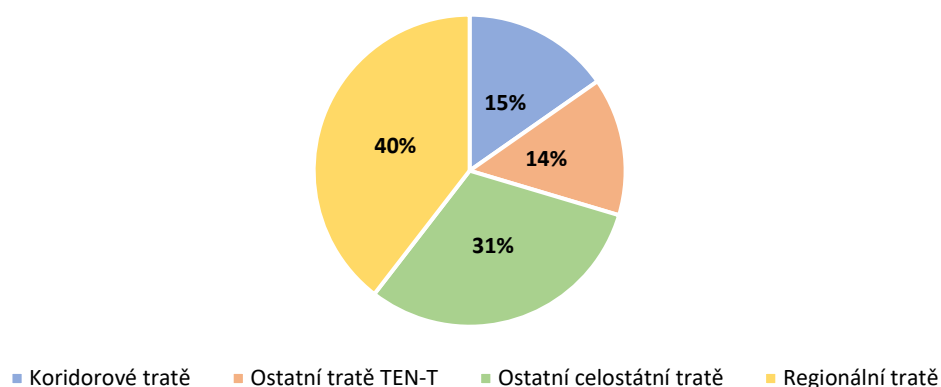
4.1.1 Posun dopravce ČD Cargo na síti SŽ v roce 2023

Z evidence posunových jízd vyplynulo, že dopravce ČD Cargo prováděl v roce 2023 posun v celkem 726 nevlakových stanicích, přičemž v 285 z nich se posuvalo pravidelně

v průměru alespoň jednou týdně [25]. Z tohoto počtu vyplývá, že posun nadále běžně probíhá v mnoha stanicích na celé síti a v dalších stanicích se posunuje alespoň příležitostně. Problematika posunu je tak stále aktuální a stanovení opatření pro snížení rizik při provádění posunu je potřebné pro celkové zvýšení bezpečnosti na české železnici.

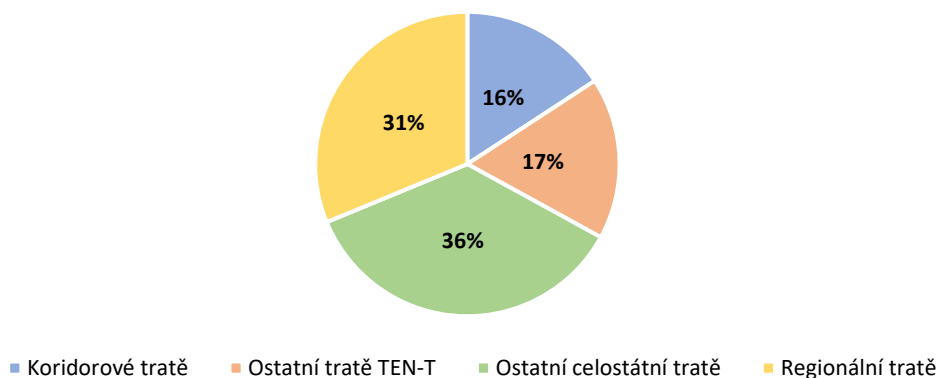
Pro možnost stanovení co nejvhodnějšího souboru opatření vzhledem k implementaci systému ETCS bylo s evidencí dále pracováno ve smyslu získání detailnějšího pohledu na charakter dopraven, ve kterých se posun provádí. Proto byly dopravní dále rozděleny podle toho, zda se nachází na tranzitních koridorech, resp. tratích zařazených do systému TEN-T, případně na zbylých celostátních a regionálních tratích. Rovněž bylo dle Národního implementačního plánu ERTMS rozlišeno, s jakou technickou variantou ETCS se v dané dopravě počítá (ETCS L2, ETCS L1 LS, ETCS STOP). Výsledky tohoto rozčlenění jsou patrné z následujících grafů.

Umístění stanic s prováděným posunem



Obrázek 21 – Umístění stanic s prováděným posunem dopravce ČD Cargo v roce 2023 dle kategorie dráhy [autor, na základě 25]

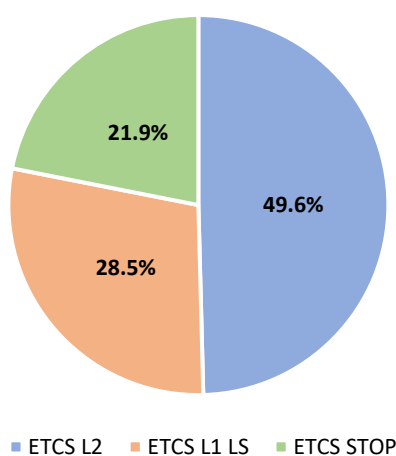
Umístění stanic s pravidelně prováděným posunem



Obrázek 22 – Umístění stanic s pravidelně prováděným posunem (v průměru alespoň 1x týdně) dopravce ČD Cargo v roce 2023 dle kategorie dráhy [autor, na základě 25]

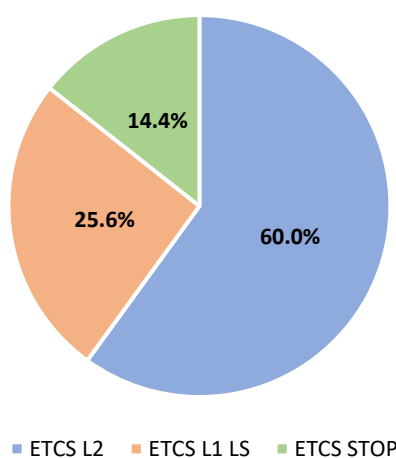
Z výše umístěných grafů vyplývá, že rozmístění stanic dle kategorie dráhy prakticky odpovídá délce jednotlivých typů drah, kdy například koridorové tratě představují zhruba 15 % délky české železniční sítě. Pokud budeme brát v potaz pouze stanice s posunem prováděným průměrně alespoň jednou týdně, je patrný pokles podílu stanic na regionálních drahách, kde se v mnoha dopravních posunuje pouze výjimečně. Celkově lze konstatovat, že opatření pro zvýšení zabezpečení posunu je třeba navrhovat na všech typech drah, jelikož z evidence posunu je zřejmé, že se posunuje nejen ve vlakových stanicích nebo dopravních na regionálních tratích, ale často také v dopravních na koridorech a dalších hlavních tratích.

Plánované technické varianty ETCS ve stanicích s prováděným posunem



Obrázek 23 – Plánované technické varianty ETCS ve stanicích s prováděným posunem dopravce ČD Cargo v roce 2023 [autor, na základě 25]

Plánované technické varianty ETCS ve stanicích s pravidelně prováděným posunem



Obrázek 24 – Plánované technické varianty ETCS ve stanicích s pravidelně prováděným posunem (v průměru alespoň 1x týdně) dopravce ČD Cargo v roce 2023 [autor, na základě 25]

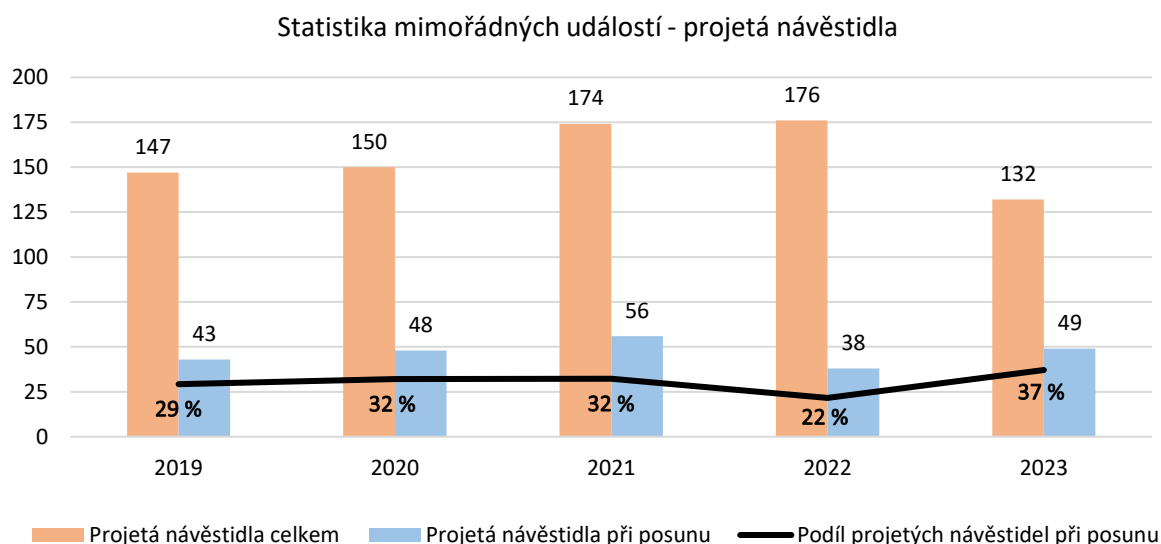
Na základě grafů 3 a 4 je zřejmé, že zásadní část posunových jízd probíhá ve stanicích, kde se počítá s implementací ETCS L2. Tento podíl navíc ještě narůstá bereme-li v úvahu pouze stanice s pravidelně prováděným posunem. Je tedy jasné, že navrhovaná opatření by se měla zaměřovat především na ETCS Level 2, kde mohou tato opatření nejvíce přispět k eliminaci rizik. Zároveň se s implementací této úrovně počítá na nejzatíženější tratě, kde hrozí v případě mimořádných událostí závažnější následky. V dopravnách na těchto tratích se navíc také k častěji posunuje se soupravami osobní dopravy. Proto je třeba soubor opatření navrhnout tak, aby jej bylo možné využít jak v osobní, tak v nákladní dopravě.

K předešlým grafům je třeba závěrem znovu zdůraznit, že pracují výhradně s daty o prováděných posunových jízdách ČD Cargo v nákladní dopravě, tj. posun vozidel osobní dopravy, především dopravce ČD, není v datech zahrnut. Statistiky o prováděném posunu v osobní dopravě se dají v současnosti získat pouze na základě údajů o obězích a řazení souprav. Vzhledem k množství dat nebyly tyto statistiky analyzovány. Do budoucna autor práce považuje za vhodné zřídit evidenci jízd posunových dílů ze strany správce infrastruktury, jak je zmíněno v praktické části práce.

4.2 Statistika mimořádných událostí SŽ – projetá návěstidla

Statistika mimořádných událostí na síti SŽ umožňuje zjistit, jak často došlo při posunu k projetí návěstidla zakazujícího jízdu, jak k dané mimořádné události došlo, zdali nastalo ohrožení jiné postavené jízdni cesty a mnoho dalších faktorů. To umožňuje získat základní přehled o charakteru mimořádných událostí vzniklých při posunu a stanovit rizika, která je třeba vhodnými opatřeními ošetřit.

Zásadním poznatkem je, že v letech 2019 až 2023 vzniklo 30 % ze všech mimořádných událostí po projetí návěstidla zakazujícího jízdu při jízdách posunových dílů, přičemž v roce 2023 byl tento podíl dokonce 37 % [26]. To jasně dokládá, že k mimořádným událostem dochází i při jízdách posunových dílů a je tak třeba zvýšit zabezpečení posunu, zejména lze-li očekávat postupný pokles projetých návěstidel u jízd vlaků vlivem zavádění systému ETCS. Tím se dá předpokládat navýšení podílu posunových jízd na vzniku mimořádných událostí. Celkové počty mimořádných událostí vzniklých nedovoleným projetím návěstidla jsou patrné z grafu na následujícím obrázku.



Obrázek 25 – Statistika mimořádných událostí – projetá návěstidla [autor, na základě 26]

Přibližně v 5 % případů, kdy došlo k projetí návěstidla při posunu (celkově 36 případů za roky 2019–2023) byla ohrožena dovolená jízda jiného drážního vozidla [26]. Tyto případy jsou z pohledu bezpečnosti nejrizikovějšími, a proto je třeba navrhnout vhodná opatření pro jejich eliminaci, přestože četnost těchto případů není nikterak vysoká. 85 % z těchto případů se navíc stalo ve stanicích na tratích TEN-T, kde je míra rizika ještě vyšší. V mnoha dalších případech, kdy sice nenastalo ohrožení jiné jízdní cesty, došlo k zastavení posunového dílu až prostřednictvím funkce Generální stop nebo Výstraha při nedovoleném projetí návěstidla, případně posunový díl zastavil až po několika stech metrech. Tyto případy jsou rovněž velmi rizikové a k ohrožení jiného drážního vozidla nedošlo spíše souhrou náhod a dalších okolností. Ze statistik také dále vyplývá, že rozložení projetých návěstidel při posunu vozidel osobní dopravy a vozidel nákladní dopravy je přibližně půl na půl. Pokud však budeme brát v úvahu pouze případy, kdy došlo k ohrožení jiné jízdní cesty, pak má výrazně vyšší zastoupení posun vozidel osobní dopravy, a to 72 % [26].

Výstupy z této statistiky představují zásadní podklady pro návrhovou část práce, jelikož umožňují vhodně zvolit opatření pro eliminaci rizik na základě charakteru mimořádných událostí. Počet mimořádných událostí potvrzuje, že pro zvýšení bezpečnosti na české železnici a poklesu počtu nedovoleného projetí návěstidel je třeba zajistit vyšší úroveň zabezpečení posunu, k čemuž může vhodný soubor opatření využívajících veškerých výhod ETCS zásadní měrou přispět.

5. Přístup k problematice v zahraničí

Systém ETCS je v současnosti ve větší či menší míře implementován ve většině evropských zemí. Proto bylo tohoto faktu využito k možnosti zjištění, jak k problematice zabezpečení posunu v dopravnách s ETCS jednotlivé země přistupují. Přestože je jedním z hlavních cílů ETCS interoperabilita evropského železničního prostoru, je oblast posunu v technických specifikacích velmi málo definovaná, a tak zde můžeme spatřovat jistou volnost, a tedy značné odlišnosti v přístupu manažerů infrastruktury.

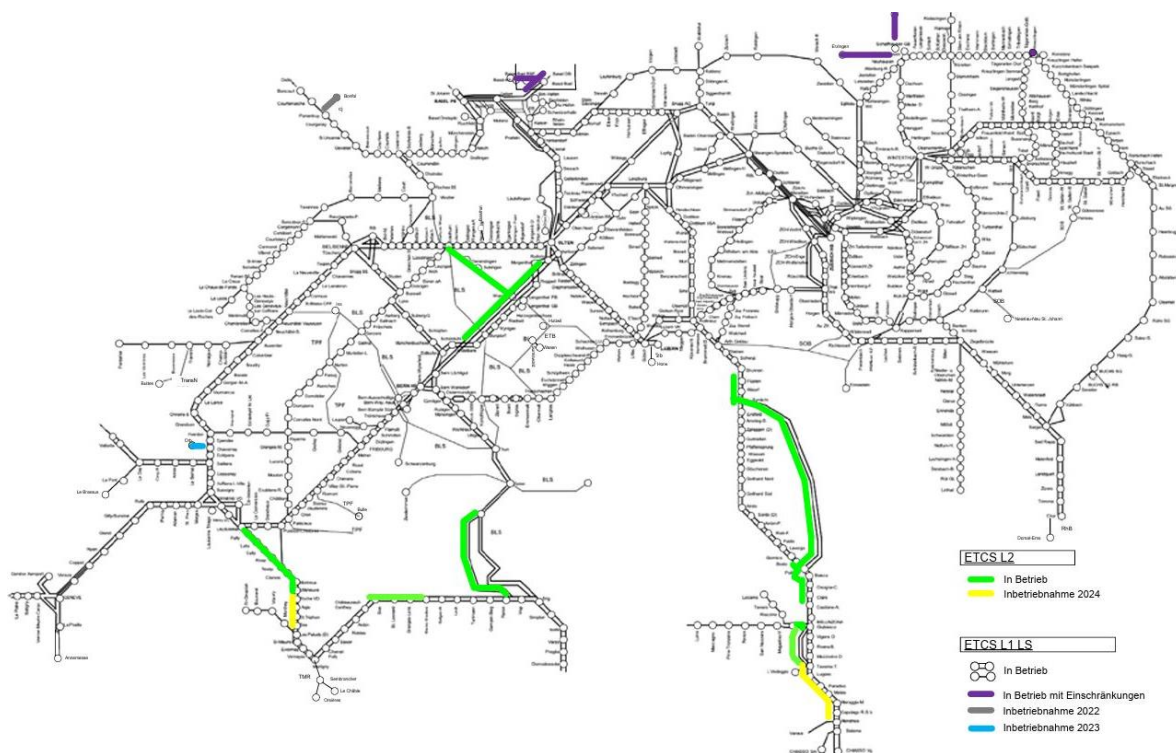
Za účelem získání provozních předpisů a technických norem byli ve spolupráci se SŽ osloveni správci železniční infrastruktury v Dánsku, Polsku, Švýcarsku, Francii, Itálii, Německu a Norsku. Odpověď bohužel nebyla do data odevzdání této práce obdržena z Polska, Francie a Německa, a tak bylo pro následnou analýzu využito dokumentů a informací získaných z ostatních jmenovaných zemí. V některých případech se jedná o dokumenty veřejné, především v případě Dánska, Itálie a Švýcarska, nicméně mnoho dokumentů je neveřejných.

Podkladem pro následující kapitoly jsou veškeré obdržené, příp. veřejné předpisy, normy a další dokumenty z uvedených evropských zemí. Jedná se jak o předpisy provozní, které lze porovnávat s předpisem SŽ D1, tak o normy pro projektování traťové části ETCS. Pouze v Dánsku a Norsku jsou veškeré dokumenty přeloženy i do angličtiny, ve zbylých zemích jsou k dispozici pouze v úředním jazyku dané země. Pro získání informací o zahraničním přístupu ke sledované problematice byly správcům infrastruktury položeny následující otázky:

- Jak zabezpečujete / plánujete zabezpečit posun pod ETCS?
- Jak se váš přístup liší mezi jednotlivými aplikačními úrovněmi ETCS?
- Využíváte / plánujete využívat provozní módy pro jízdu vlaku (FS / OS) i pro zabezpečení jízd posunových dílů?
- Budete zachovávat světelná seřadovací návěstidla nebo počítáte s omezením jejich počtu, příp. jejich zrušením?
- Jaký je váš názor na zřízení oblastí určených výhradně pro posun?
- V rámci TSI CCS 2023 byl definován nový provozní mód SM, který má za cíl zvýšení zabezpečení posunu. V čem spatřujete výhody tohoto módu a plánujete jej v blízké době začít využívat?
- Měla by RBC před schválením žádosti o přechod do módu SH ověřovat polohu vozidla nebo by měla být tato žádost schválena automaticky?

5.1 Švýcarsko

Ve Švýcarsku je implementace systému ERTMS nejdále ze všech zemí, některou z verzí systému je již několik let vybavena kompletně celá normálně rozchodná síť SBB [17]. Většina tratí je vybavena ETCS L1 Limited Supervision, některé tratě, především dlouhé tunely, novostavby a tratě modernizované na rychlost vyšší než 160 km/h jsou vybaveny ETCS L2 [18]. Konkrétní pokrytí jednotlivých tratí dle aplikační úrovně ETCS je zobrazeno na následujícím obrázku.



Obrázek 26 – Systém ETCS na normálně rozchodné síti SBB. Zeleně úseky vybavené ETCS L2, žlutě úseky s ETCS L2 s uvedením do provozu v roce 2024. Ostatní úseky jsou vybavené ETCS L1 LS [18]

5.1.1 Schweizerischen Fahrdienstvorschriften

Základním dopravním předpisem ve Švýcarsku je Schweizerischen Fahrdienstvorschriften (FDV) neboli Provozní řád drah. Aktuální verze FDV je platná od 1. července 2020, přičemž od 1. července 2024 bude platit novelizovaná verze tohoto předpisu, ve které však v řešené oblasti posunu a ETCS nedochází k žádným zásadním změnám [15]. Předpis FDV je švýcarskou obdobou českého předpisu SŽ D1.

Základní principy organizace posunu a komunikace při posunu jsou podobné českým principům obsaženým v předpisu SŽ D1. Strojvedoucí musí přizpůsobit rychlost jízdy při posunu viditelnosti, místním podmínkám a brzdným schopnostem posunového dílu, přičemž může jet pouze takovou rychlostí, která umožní bezpečně zastavit na konci posunové cesty nebo před případnou

překážkou. Největší odlišností je základní rychlost, která nesmí být při posunu překročena, jež na síti SBB činí 30 km/h, oproti 40 km/h platných na síti SŽ. Při sunutí vozidel je rychlost posunu omezena na 10 km/h, stejně jako při posunu po kolejích, přes které mohou přecházet cestující pro příchod na nástupiště. Pokud je však při sunutí vozidel kabina strojvedoucího vzdálena více než 40 m od čela posunového dílu a v čele posunového dílu nejede další zaměstnanec, který by informoval strojvedoucího o příslušných návěstech, je rychlost posunového dílu omezena pouze na 5 km/h. Rychlost 40 km/h je pro jízdu posunového dílu přípustná pouze tehdy, jsou-li obě sousední koleje volné a kabina strojvedoucího je umístěna v čele posunového dílu [15].

Na tratích vybavených ETCS L2 jsou využívány Stop značky ETCS a lokalizační značky ETCS doplněné v posunovacích oblastech seřaďovacími návěstidly ETCS, která jsou odlišná oproti běžným seřaďovacím návěstidlům, především využívají pro předávání návěstí modrou barvu namísto bílé. Seřaďovací návěstidla ETCS jsou určena k řízení posunových pohybů, ochraně vlakových cest před cestami posunovými a k vzájemné ochraně posunových cest. Přednostně se využívají seřaďovací návěstidla ETCS v trpasličí formě, která jsou umístěna v oblasti výhybek. Odlišností je zadní strana seřaďovacích návěstidel ETCS, která návěstí, k jaké koleji seřaďovací návěstidlo přísluší a zároveň zda seřaďovací návěstidlo dovoluje jízdu posunového dílu [15].



Obrázek 27 – Návěst dovolující jízdu posunového dílu na běžném seřaďovacím návěstidle (vlevo) a na seřaďovacím návěstidle ETCS (vpravo) [15]



Obrázek 28 – Zadní strana seřaďovacího návěstidla ETCS používaného na síti SBB. Bílá šipka značí, ke které koleji návěstidlo přísluší, svítí-li navíc i modré světlo, dovoluje toto návěstidlo jízdu posunového dílu z příslušné koleje [15]

Ve stanicích, které jsou vybaveny ETCS se jízdy posunových dílů organizují pokud možno podle předpisových ustanovení platných pro jízdu vlaku v oblasti ETCS. Strojvedoucí musí mít na hnacím vozidle nastavený provozní mód Shunting. Pro uvažovanou posunovou cestu musí být proveden závěr výměn a seřaďovací návěstidla ETCS v této posunové cestě musí návěstit návěst Fahrt (obdoba návěstí Posun dovolen) nebo v případě, že je kolej již obsazena vozidly, návěst Fahrt mit

Vorsicht (jízda s opatrností). Seřadovací návěstidlo ETCS s návěstí dovolující jízdu je rovněž souhlasem pro přechod do provozního módu SH. Tento souhlas může dát případně i výpravčí včetně potvrzujícího textu zobrazeného strojvedoucím na displeji DMI. Dopravní koleje jsou chráněny balízkami, které automaticky zastaví všechna vozidla v provozním módu SH, a proto strojvedoucí, který má povolen posun přes tyto balíky, musí použít funkci Override (potlačení).

Další odlišností oproti v současnosti platné verzi českého předpisu SŽ D1 je zahrnutí předpisových ustanovení o ETCS přímo do dopravního předpisu FDV, kde je uveden i základní popis systému ETCS včetně jeho úrovní, provozních módů a základních provozních principů včetně postupu řešení poruch. Tato část předpisu FDV tedy obsahově odpovídá předpisu SŽ Z8 [15].

5.1.2 Projektování ETCS L1 LS ve Švýcarsku

ETCS L1 LS je v současnosti implementován na většinu normálněrozchodné sítě SBB. Soubor pravidel pro projektování ETCS L1 LS je uveden v dokumentu Projektierungsregeln L1 LS, který již prošel mnoha aktualizacemi v souvislosti s rychlým postupem implementace ETCS L1 LS. Úroveň L1 LS má ve Švýcarsku velmi podobné specifikace jako je tomu v ČR. Za bezpečnost a dodržování předpisů plně odpovídá strojvedoucí, kterého systém ETCS jen kontroluje na pozadí. ETCS L1 LS je možné instalovat pouze na tratě s rychlostí do 160 km/h. Sledovány jsou omezené rychlostní profily a především neprojetí návěstí zakazující jízdu [16].

Vývoj specifikací ETCS L1 LS vychází z původních švýcarských národních vlakových zabezpečovačů SIGNUM (bodové VZZ) a ZUB (liniové VZZ). Bylo dbáno na to, aby se základní principy mezi zabezpečovači SIGNUM/ZUB a L1 LS lišily pro strojvedoucího pouze minimálně, jelikož se strojvedoucí po určitou dobu setkávali s oběma systémy zároveň. Přesto lze nalézt mezi systémy rozdíly, a to především pro dosažení vyšší úrovně bezpečnosti nově implementovaného systému L1 LS oproti původnímu VZZ. ETCS tak například oproti ZUB při výpočtu brzdné křivky zohledňuje délku vlaku a sklonové poměry, což vede ke stanovení přesnější brzdné křivky více odpovídající reálnému stavu. ETCS L1 LS musí mít ve všech parametrech minimálně stejnou úroveň bezpečnosti jako předchozí systémy SIGNUM a ZUB [16].

V provozním módu Limited Supervision se na rozdíl od módu Full Supervision strojvedoucímu na DMI nezobrazuje trasa před vlakem ani cílová vzdálenost brzdění. Po projetí návěstí Výstraha dojde k zobrazení cílové rychlosti 0 km/h, během přibližování k EoA je sledována příslušná uvolňovací rychlost a ukazatel rychlosti se zbarví do žluta, neobdržel-li vlak navazující MA. Pokud vlak jede příliš rychle oproti sledovanému rychlostnímu profilu, zbarví se ukazatel rychlosti do

oranžova a pokud strojvedoucí nezahájí brzdění, zobrazí se ukazatel rychlosti červeně a systém ETCS okamžitě spustí brzdění [16].



Obrázek 29 – Zobrazení DMI v L1 LS při sledování rychlosti 100 km/h [16]

Organizování posunu se v úrovni L1 LS provádí dle konvenčních pravidel. ETCS tak nepřináší prakticky žádné změny do oblasti zabezpečení posunu, který je nadále zabezpečen zejména posunovými cestami se seřaďovacími návěstidly. V dokumentu Projektierungsregeln L1 LS je sice uvedeno, že se k problematice využití módu SH a balíz s telegramem "Stop je-li v SH" bude možné v budoucnu vrátit, zatím se však tak nestalo [16].

V příslušných dokumentech řešících projektování ETCS L1 LS a ETCS L2 je rovněž řešen přechod mezi těmito úrovněmi. Pro přechod mezi úrovněmi L1 LS a L2 platí z pohledu infrastruktury následující obecná pravidla [19][16]:

- Změna úrovně musí být nakonfigurována ve stejném bodě pro oba směry
- V tomto bodě musí být zády k sobě instalována návěstidla CAB-Anfang (začátek) a CAB – Ende (konec) informující o změně úrovně (viz níže)
- Přímo v úrovni CAB návěstidel musí být instalována balízová skupina, které přikazuje vlakům změnu úrovně ETCS
- Co nejdříve po změně úrovně na L2 musí být další skupina balíz, která zkontroluje přechod do L2
- Změna úrovně nesmí probíhat v oblasti, kde je možný posun, jelikož změnu úrovně nelze provést v módu SH

Návěstidla CAB informují o vjezdu do oblasti bez konvenčních návěstidel, kde se strojvedoucí řídí návěstmi přenášenými do kabiny strojvedoucího. Proto tedy návěstidlo CAB-Anfang (začátek)

návěstí vjezd do oblasti ETCS L2 a zároveň příkazuje zastavení pro vozidla, která nejsou tímto systémem vybavena. Oproti tomu návěstidlo CAB-Ende (konec) označuje místo, odkud se strojvedoucí opět řídí návěstmi vnějších konvenčních návěstidel [15].



Obrázek 30 – Návěstidla CAB [15]

5.1.3 Projektování ETCS L2 ve Švýcarsku – konvenční tratě

Pro projektování systému ETCS L2 jsou ve Švýcarsku zásadní dva dokumenty, a to Projektierungsregeln ETCS Level 2 KGB pro konvenční tratě (s traťovou rychlostí do 160 km/h včetně) a Projektierungsregeln für ETCS Level 2 HGS pro vysokorychlostní tratě (s traťovou rychlostí nad 160 km/h). V těchto dokumentech jsou uvedena závazná pravidla pro projektování ETCS L2 s cílem standardizace projektové přípravy a tím pádem i usnadnění práce při přípravě projektů. Jakákoliv výjimka z těchto pravidel vyžaduje speciální povolovací proces [19][20].

V případě dokumentu určeného pro konvenční tratě jsou stanoveny některé zcela nové koncepce, které by bez zavedení systému ETCS nemohly být realizovány. Jsou to především tyto [19]:

- Jasná identifikace všech infrastrukturních prvků (návěstidel, balíz ad.) v celé síti, tj. nikoliv například pouze v jedné stanici, jako tomu bylo doposud
- Zamezení vzniku různých místních odchylek (např. doplňujících ustanovení apod.) na interoperabilních trasách
- Vytvoření podmínek pro další kroky v oblasti automatizace jak na straně vozidel, tak na straně infrastruktury
- Zásadní eliminace kritických operací, které by mohly vést ke vzniku nebezpečí

Nejzásadnější novou koncepcí je však nerozlišování předpisových ustanovení určených pro dopravnu a pro širou trať. Z pohledu předpisů se tak již nerozlišuje mezi dopravnou a tratí, což má následující důsledky [19]:

- Pojmy dopravna a širá trať se již v předpisech ani provozních dokumentech nepoužívají
- Místa zastavení vlaků osobní dopravy jsou zobrazována na DMI a nejsou návěstěna dalšími neproměnnými návěstidly
- Návěstidla, která návěstí hranice dopravní, se již nepoužívají

- Posunové cesty jsou návěstěny podle nových zásad seřaďovacími návěstidly ETCS a vždy s jasným koncem posunové cesty

V oblasti posunu je v dokumentu Projektierungsregeln ETCS Level 2 KGB stanoveno mnoho pravidel, která je třeba při projektování dodržet. Pro větší přehlednost jsou tato pravidla zmíněna v následujících bodech [19]:

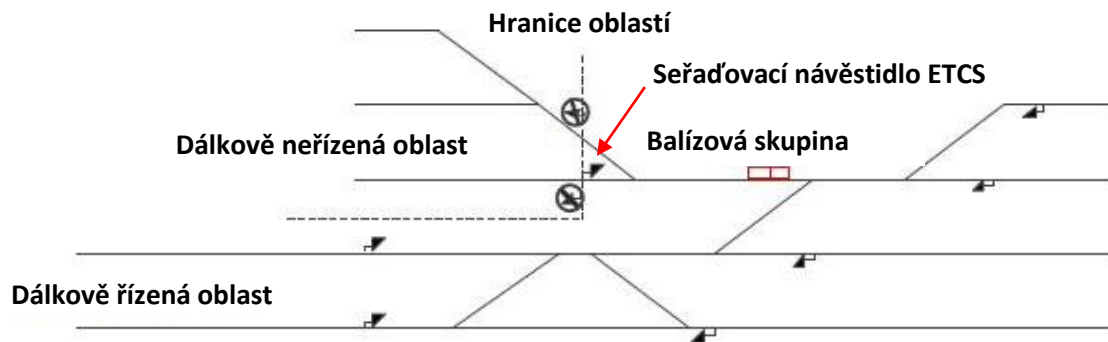
- Zákaz používání klasických seřaďovacích návěstidel – veškeré posunové cesty musí být zabezpečeny seřaďovacími návěstidly ETCS
- Návěstidla pro jízdu vlaku a pro jízdu posunu jsou oddělena, seřaďovací návěstidlo nemusí být umístěno u každého návěstidla platného pouze pro jízdu vlaku, a proto mohou být oddíly pro jízdu vlaku kratší než pro jízdu posunového dílu, jak je patrné z následujícího obrázku. Příslušná seřaďovací návěstidla ETCS musí při postavené vlakové cestě návěstit návěst Halt (Posun zakázán) a pro jízdu vlaku jsou neplatná.



Obrázek 31 – Seřaďovací návěstidla ETCS (černý trojúhelník) nemusí být umístěna u všech návěstidel platných pro jízdu vlaku (bílý trojúhelník) [19]

- Pokud na koleji probíhá pravidelný posun (alespoň jednou týdně) musí být všechny příslušné výhybky vybavené seřaďovacími návěstidly ETCS a zabezpečeny zabezpečenými posunovými cestami
- Oblast, ve které jsou zřízena seřaďovací návěstidla ETCS se nazývá Rangierbereich (posunový obvod)
- Návěstění konce posunového obvodu – na konci posunového obvodu musí být umístěno neproměnné seřaďovací návěstidlo ETCS s návěstí zakazující jízdu. To zaručuje, že každý posun má jasně určený konec posunové cesty
- V rámci posunového obvodu musí být seřaďovací návěstidla umístěna pouze v místech, kde mají opodstatnění a jejich umístění musí být jednoznačné.
- U seřaďovacích stanic a dalších manipulačních obvodů více vzdálených od hlavní trati musí být zajištěno pokrytí RMR, aby bylo možné vozidla uvést do provozu a zaregistrovat v RBC (přepnutí do módu SH je možné pouze se souhlasem RBC)
- Nachází-li se ve stanici posunový obvod řízený místně nebo ručně, musí být tento obvod před vstupem do dálkově řízeného obvodu zabezpečen seřaďovacím návěstidlem ETCS

označujícím konec posunové cesty a zároveň musí být na hranici těchto obvodů umístěna balízková skupina

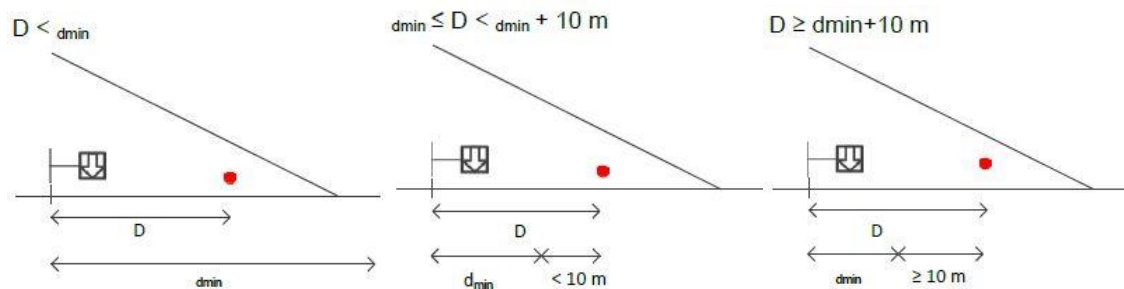


Obrázek 32 – Umístění seřaďovacího návěstidla ETCS a balízkové skupiny na hranici dálkově řízené a dálkově neřízené oblasti [19, úprava autor práce]

- Mimo posunové obvody (obvody se seřaďovacími návěstidly ETCS) musí být zřízena výhybková návěstidla, protože návěstí vedoucímu posunu polohu výhybek. V posunových obvodech vybavených seřaďovacími návěstidly ETCS se výhybková návěstidla nezřizují

Dokument Projektierungsregeln ETCS Level 2 KGB rovněž stanovuje pravidla pro délku ochranné dráhy a v souvislosti s tím i hodnotu uvolňovací rychlosti (Release speed). V závislosti na dostupné vzdálenosti D mezi Stop značkou ETCS a místem ohrožení a na prokluzové vzdálenosti d_{min} , která činí 40 m, rozlišuje norma 3 případy [19]:

- $D \geq d_{min} + 10 \text{ m}$ Zabezpečovací zařízení umožňuje současně jízdy vlaků, hodnota Release speed činí 20 km/h. Pokud je však jízda vlaku přes místo ohrožení dovolena rychlostí vyšší než 120 km/h, pak je hodnota Release speed nastavena na 0 km/h
- $d_{min} \leq D < d_{min} + 10 \text{ m}$ Zabezpečovací zařízení umožňuje současně jízdy vlaku, hodnota Release speed je vždy nastavena na 0 km/h
- $D < d_{min}$ Nutný zásah do zabezpečovacího zařízení tak, aby nebyly umožněny současně jízdy vlaků. Zároveň musí být hodnota Release speed nastavena vždy na 0 km/h



Obrázek 33 – Grafické znázornění jednotlivých případů závislosti mezi délkou ochranné dráhy a hodnotou Release speed, místo ohrožení zobrazeno červeně [19]

Posunové cesty přes místo ohrožení, ke kterému se blíží vlak, je možné po zajištění příslušné boční ochrany vždy postavit. Stejně tak je možné postavit posunovou cestu ke konci protisměrné vlakové cesty, nachází-li se v této oblasti seřaďovací návěstidlo ETCS. Zbytkové riziko je v těchto situacích přijatelné, jelikož se obě soupravy pohybují v oblasti nízkých rychlostí, v posunovém dílu nejsou přepravováni cestující a pravděpodobnost, že vlak projede místo EoA je v úrovni L2 velmi malá [19].

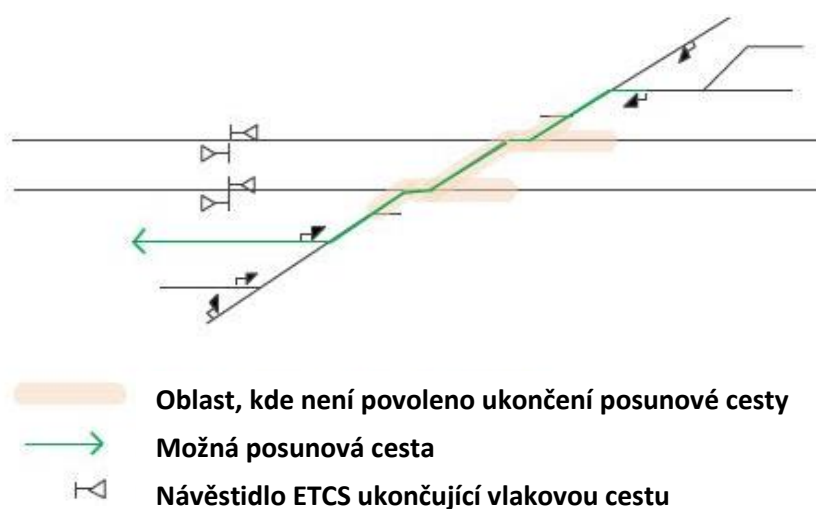
Přímá boční ochrana musí být zajištěna u všech kolejí s traťovou rychlostí vyšší než 120 km/h a dále u těch kolejí s traťovou rychlostí vyšší než 80 km/h, kde dochází k pravidelnému posunu na vedlejších kolejích. Dále musí být zařízením boční ochrany vybaveny koleje se sklonem k místu ohrožení, nakládkové a vykládkové koleje a vlečkové koleje. Boční ochrana by měla být zajištěna pokud možno jiným způsobem než výkolejkou (odvratná poloha výhybky, odvratná kolej), výkolejku je možné použít pouze výjimečně za splnění dalších podmínek [19]. Pokud není možné boční ochranu hlavních kolejí zajistit, je nutné přikročit k následujícím opatřením [19]:

- Zajištění ochranné dráhy délky nejméně 100 m
- Současné posunové cesty v oblasti této ochranné dráhy a vlakové cesty na ohrožené koleji jsou vyloučeny
- Pro každý případ, kdy není možné boční ochranu zajistit, je nutné udělení výjimky s případnými dalšími provozními opatřeními
- Pro rychlosti do 120 km/h lze některá opatření zmírnit, například délku ochranné dráhy lze snížit na 40 m, při rychlostech do 80 km/h nemusí být ochranná dráha zřízena vůbec, je-li zřízeno bezpečnostní seřaďovací návěstidlo ETCS ve vzdálenosti 40 m od místa ohrožení. Současné posunové cesty a vlakové cesty na ohrožené koleji jsou však při traťové rychlosti nad 40 km/h (na ohrožené koleji) vždy v této oblasti vyloučeny

5.1.4 Projektování ETCS L2 ve Švýcarsku – vysokorychlostní tratě

Jak již bylo zmíněno výše, projektováním systému ETCS L2 na vysokorychlostních tratích ve Švýcarsku se zabývá dokument Projektierungsregeln für ETCS Level 2 HGS. Vzhledem k vyšším traťovým rychlostem jsou pravidla a zásady přísnější, aby byla zachována vysoká úroveň bezpečnosti.

Na vysokorychlostních tratích nejsou žádné manipulační koleje, všechny koleje jsou zabezpečeny jako koleje dopravní a dochází tak k dalšímu přiblížení organizování posunových jízd k jízdám vlaků. Místo manipulačních kolejí jsou pro potřebnou manipulaci ve stanicích zřízeny tzv. Permanente Rangierzone, tedy trvalé posunovací oblasti. V těchto oblastech není možná jízda rychlostí nad 160 km/h a hlavní koleje, na kterých je traťová rychlost vyšší, musí být chráněny tzv. absolutní boční ochranou, kterou představuje odvrtná kolej, znemožňující jakoukoliv neoprávněnou jízdu vozidel na hlavní koleje [20]. Posunová cesta může v určitých případech křížit koleje s traťovou rychlostí nad 160 km/h, ale nesmí na těchto kolejích končit a zároveň musí být dodržena pravidla boční ochrany těchto kolejí [19].



Obrázek 34 – Znázornění možné posunové cesty při křížování kolejí s traťovou rychlostí nad 160 km/h. Na obrázku lze rovněž vidět odvrtné koleje tvořící boční ochranu hlavních kolejí [19, úprava autor práce]

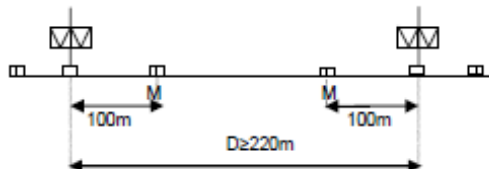
Délka ochranné dráhy za EoA závisí na tom, zda se jedná o trať s provozem pouze osobní dopravy nebo o trať se smíšeným provozem a dále na maximální přípustné délce vlaku v daném úseku a délce příslušného oddílu. Release speed je ve všech případech stanovena na hodnotu 20 km/h. Cílem je zajistit dostatečně dlouhou ochrannou dráhu, aby nemohlo v žádném případě dojít k čelním nebo zadním srážkám. Délky ochranných drah se nemění v závislosti na sklonu trati [20]. Délka ochranných drah za normálního provozu v režimu FS je shrnuta v následující tabulce.

Tabulka 1: Délky ochranných drah na VRT ve Švýcarsku; autor na základě [20]

Traťová rychlost	Typ provozu	Max. délka vlaku	Release speed 20 km/h
v > 160 km/h	Pouze osobní doprava	420 m	Ochranná dráha = 100 m pro délku úseku ≤ 540 m Ochranná dráha = 0 m pro délku úseku > 540 m
	Smíšený provoz	750 m	Ochranná dráha = 100 m pro délku úseku ≤ 870 m Ochranná dráha = 0 m pro délku úseku > 870 m
		1500 m	Ochranná dráha = 100 m pro délku úseku ≤ 1620 m Ochranná dráha = 0 m pro délku úseku > 1620 m
	Smíšený provoz – tunel	750 m	Ochranná dráha = 200 m pro délku úseku ≤ 970 m Ochranná dráha = 0 m pro délku úseku > 970 m
		1500 m	Ochranná dráha = 200 m pro délku úseku ≤ 1720 m Ochranná dráha = 0 m pro délku úseku > 1720 m

Zabezpečovací zařízení musí zabránit postavení vlakové cesty, která končí v ochranné dráze jiné vlakové cesty. Prokluzová vzdálenost d_{\min} důležitá pro ochranu stýkajících se vlakových cest je na VRT prodloužena na 200 m, oproti 40 m na konvenčních tratích [20].

Umístění balízových skupin je dáno délkou oddílu, ale obecně platí, že balízová skupina se umísťuje 100 m před každou deskou hlavního návěstidla. Pouze je-li délka oddílu kratší než 220 m, umísťuje se jedna balízová skupina doprostřed příslušného oddílu [20].



Obrázek 35 – umístění balízových skupin u hlavních návěstidel ETCS [20]

Chce-li strojvedoucí provést změnu provozního módu na provoz SH, schválí RBC tuto žádost pouze v případě, že se vozidlo nachází v trvalé posunovací oblasti nebo v oblasti aktivní údržby, jedná-li se o vozidlo provádějící tuto údržbu. Ve všech ostatních případech RBC přechod do provozního módu SH zamítne. Spolu s povolením k posunu musí RBC zaslat do mobilní části ETCS na vozidle seznam balíz, které mohou být v režimu SH překročeny.

5.1.5 Shrnutí

Zařazení Švýcarska do porovnání přístupu k řešené problematice v zahraničí je zcela logické, jelikož ve Švýcarsku již ETCS dlouhodobě funguje na celé síti. Proto lze ze Švýcarska čerpat mnoho zkušeností, které je vhodné během implementace systému v ČR využít, a to jak na konvenčních, tak na budoucích vysokorychlostních tratích. Základní dopravní předpisy o posunu jsou velmi podobné těm českým, největší odlišností je maximální rychlost při posunu 30 km/h. Pravidla dle

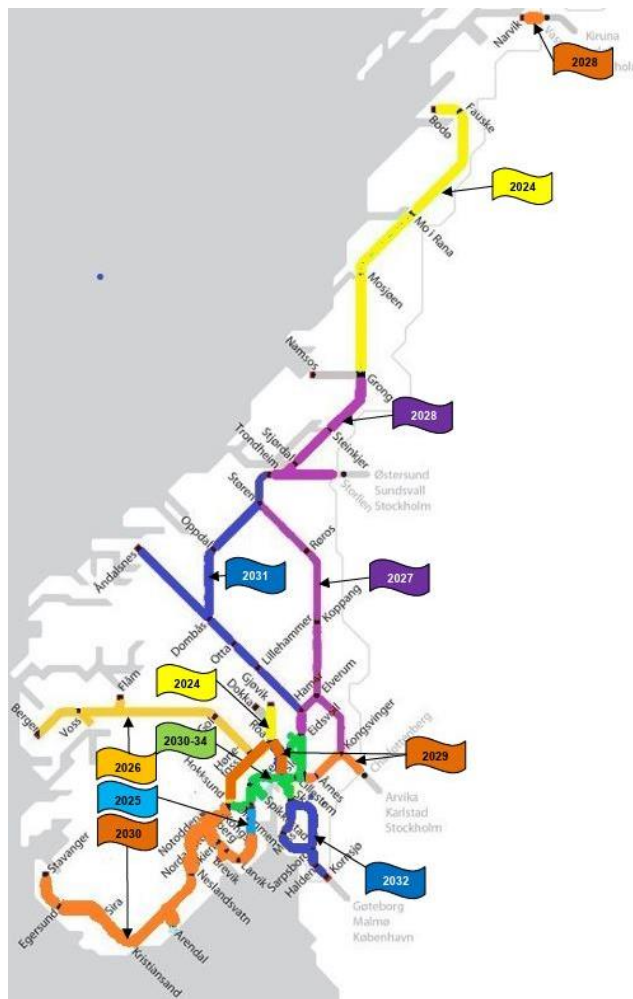
základního dopravního předpisu FDV se stále používají při posunu na tratích vybavených ETCS L1 LS, kde tak stále platí konvenční návěstění.

K zásadním odlišnostem dochází až na tratích vybavených ETCS L2. Na těch je posun organizován pomocí seřadovacích návěstidel ETCS, která se liší od konvenčních seřadovacích návěstidel. Posun probíhá v provozním módu SH, v případě projetí konce posunové cesty zastaví posunový díl po načtení balízy s příslušně naprogramovaným telegramem. Zde se vyskytuje určitá míra rizika, jelikož systém ETCS zasáhne až poté, co posunový díl tyto balízy projede. Proto je pro snížení dopadů tohoto rizika přijato mnoho pravidel ohledně boční ochrany dopravních kolejí. Ještě přísnější jsou pak pravidla na vysokorychlostních tratích, kde lze posunovat pouze v trvalých posunovacích oblastech, kde tomu jsou dále přizpůsobena provozní pravidla i infrastruktura. Konec posunových cest nikdy nesmí být na hlavních průjezdných kolejích, zároveň musí být dodržena zpřísněná pravidla boční ochrany dopravních kolejí.

5.2 Norsko

V Norsku dochází k postupné implementaci ERTMS na páteřní železniční tratě. Ke konci roku 2023 bylo systémem ETCS L2 vybaveno 80 km tratí, systémem GSM-R pak kompletně celá síť. Zajímavostí u tohoto státu je, že kompletní síť spravovaná místním manažerem infrastruktury, společností Bane NOR, bude vybavena ETCS L2. Pouze jedna úroveň systému ETCS na celé síti umožní sjednocení pravidel, kde nebude nutné rozeznávat mezi jednotlivými úrovněmi. To je možné i díky relativně malé hustotě železniční sítě v Norsku, délka tratí dosahuje méně než poloviny délky tratí spravovaných SŽ, a to na území zhruba 5x větším než ČR [21].

V Norsku je počítáno s kompletním vybavením sítě systémem ETCS L2 do roku 2034, do roku 2035 je pak v plánu nahrazení GSM-R modernějším FRMCS, a to rovněž na celé síti [22]. Hlavní úseky s prioritním termínem realizace jsou patrné z následující mapy.



Obrázek 36 – Plán implementace ERTMS L2 na norské síti [22]

5.2.1 Studie Posun v oblasti ERTMS L2

Norský manažer železniční infrastruktury vydal již v roce 2014 interní studii s názvem ERTMS L2 Shunting. Cílem této studie je především představit základ, ze kterého se mohou rozvíjet další diskuse o tom, jak posun v oblastech ERTMS L2 provádět. Zároveň studie konstatuje, že od 50. let minulého století se technologie ani organizování posunu v podstatě nezměnily, a je tedy třeba zajistit nová flexibilnější a bezpečnější řešení v této oblasti, k čemuž je vhodné využít změny, které přechod na ERTMS přinese, a to zejména s ohledem na provozní pravidla při posunu. Studie představuje základní předpoklady pro posun v oblasti vybavené ETCS, rozlišuje posunovací oblasti, popisuje technické požadavky na vybavení infrastruktury a stanovuje možné scénáře organizování posunu, které jsou hlavním výstupem této studie [23].

Aby bylo možné představit různé scénáře organizování posunu a provést jejich následné zhodnocení, je třeba pracovat se základními předpoklady, které jsou určující pro posun v oblastech vybavených ETCS L2. Jsou to zejména tyto [23]:

- Pro jízdu v oblasti ETCS platí příslušné provozní předpisy, které vychází z TSI vydaných ERA
- Množství světelných návěstidel by mělo být omezeno na minimum
- Mnoho posunových pohybů půjde vykonávat jako jízdu vlaku, tj. s oprávněním k jízdě (MA) zobrazeným na DMI
- Pokud jsou pro organizování posunu světelná návěstidla nezbytná, musí být jejich množství přizpůsobeno provozním potřebám
- Posun v oblastech s ETCS L2 musí být možný minimálně se stejnou efektivitou jako dnes

Studie dále rozděluje oblasti, kde běžně dochází k posunu, na 2 kategorie, a to Permanent Shunting Area (PSA) a Temporary Shunting Area (TSA). PSA neboli trvalá posunovací oblast je oblast určená výhradně pro jízdy posunových dílů (např. seřaďovací nádraží, nákladní terminály, oblasti s pravidelným posunem), zatímco TSA neboli dočasná posunovací oblast je oblast primárně určená pro osobní dopravu, ve které mohou probíhat i jízdy posunu (např. při obratech souprav). U menších stanic se jako nejvhodnější jeví organizace posunu dle principů TSA [23].

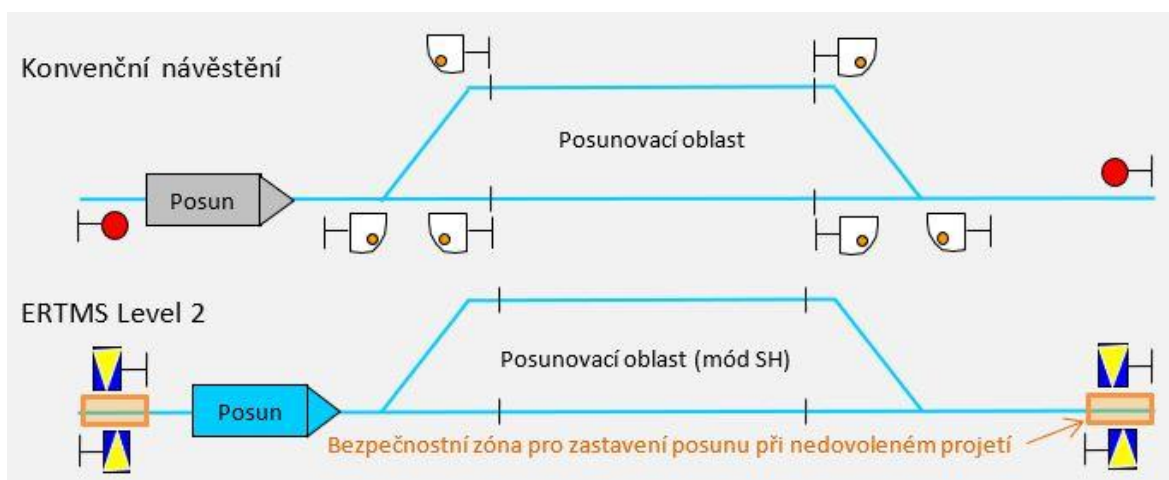
Zásadní diskutovanou otázkou je, zda jsou v systému ETCS L2 potřeba seřaďovací návěstidla a pokud ano, pak za jakých okolností. Největší změnou oproti dosavadním postupům je, že vozidla vybavená palubní částí ETCS musí být v provozním módu SH, aby mohla získat povolení k posunu. Zároveň však není nutné, aby všechny pohyby, v současnosti považované za jízdu posunového dílu, musely být prováděny v provozním módu SH. Je uvažováno, že v rámci dosažení vyšší úrovně bezpečnosti, budou ty jízdy posunových dílů, u kterých je to možné, prováděny v provozních módech určených pro jízdu vlaku, tedy v provozních módech FS nebo OS. Pouze zbylé jízdy posunových dílů bude nutné provádět v provozním módu SH, a tedy pravděpodobně dojde i ke změně definice pojmu posun. To už zároveň vede ke stanovení jednotlivých scénářů, ke kterým bude v běžném provozu docházet [23].

Prvním z nich je posun v provozním módu FS nebo OS. Ten bude možný u těch posunových jízd, kde se hnací vozidlo vybavené mobilní částí ETCS nachází v čele posunového dílu, tedy např. u jízd samostatných hnacích vozidel nebo ucelených jednotek. Při využití tohoto scénáře odpadá potřeba seřaďovacích návěstidel a vozidlo se pohybuje jako vlak na základě oprávnění k jízdě. Tohoto principu by mělo být využito zejména ve větších stanicích s převahou osobní dopravy [23].



Obrázek 37 – Využití módu FS/OS pro jízdy posunových dílů [23, úprava autor]

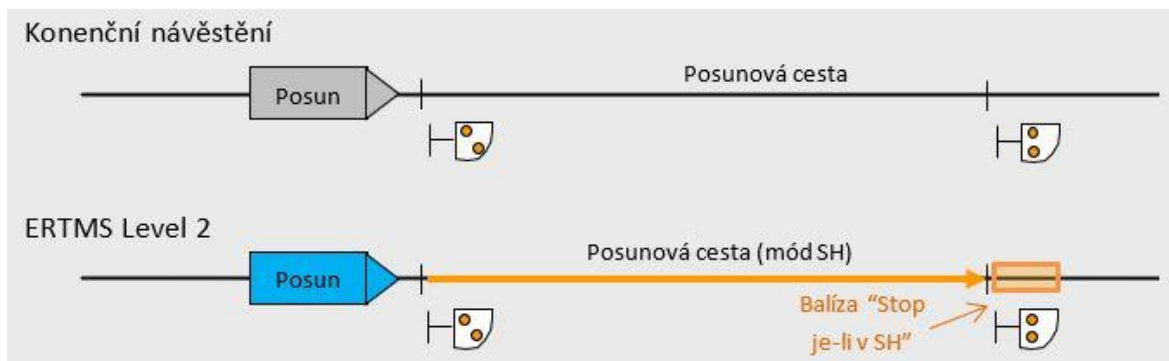
Druhým scénářem je organizování posunových jízd v posunovacích oblastech, tedy v oblastech PSA nebo TSA popsanych výše. Zde se již počítá s využitím provozního módu SH, hnací vozidlo tedy nemusí být nutně v čele posunového dílu. RBC zkontroluje polohu vozidla před tím, než mu dovolí přepnutí do módu SH (vozidlo se musí nacházet v posunovací oblasti), rychlost jízdy je pak dále sledována podle národních hodnot (v Norsku činí tato rychlost 40 km/h). Posunovací oblast je vymezena Stop značkami ETCS, za nimiž se ve směru z oblasti nachází balízové skupiny s naprogramovaným telegramem "Stop je-li v SH", čímž je zajištěno zastavení vozidla, pokud by došlo k nedovolenému projetí této balízové skupiny [23].



Obrázek 38 – Organizování posunových jízd v posunovacích oblastech [23, úprava autor]

Další scénář již využívá posunových cest a seřadovacích návěstidel. Posun se provádí v provozním módu SH. Oproti posunovacím oblastem je však třeba dále analyzovat možnosti přechodu vozidla do módu SH. Je otázkou, zda by měla RBC kontrolovat polohu vozidla před povolením jízdy v módu SH a zda by mělo seřadovací návěstidlo návěstit návěst dovolující jízdu před schválením přechodu do módu SH, nebo zda by měla RBC žádost o přechod do módu SH vždy automaticky schválit bez kontroly polohy vozidla. První případ dosahuje vyšší úrovně bezpečnosti, ale vyžaduje vyšší nároky na infrastrukturu a architekturu systému ETCS a také může vést k rozdílným provozním pravidlům dle zvoleného technického řešení. Proto je nutné posoudit míru rizika

a rozhodnout, zda je riziko přijatelné. Například v Rakousku je využíváno principu automatického schválení žádosti RBC bez kontroly polohy vozidla. Podobně jako v předchozím scénáři je využito balízových skupin s telegramem "Stop je-li v SH", aby bylo zajištěno zastavení posunového dílu při nedovoleném projetí seřadovacího návěstidla. RBC musí do vozidla předat seznam balíz, které vozidlo nesmí projet, a to po postavení příslušné posunové cesty [23].

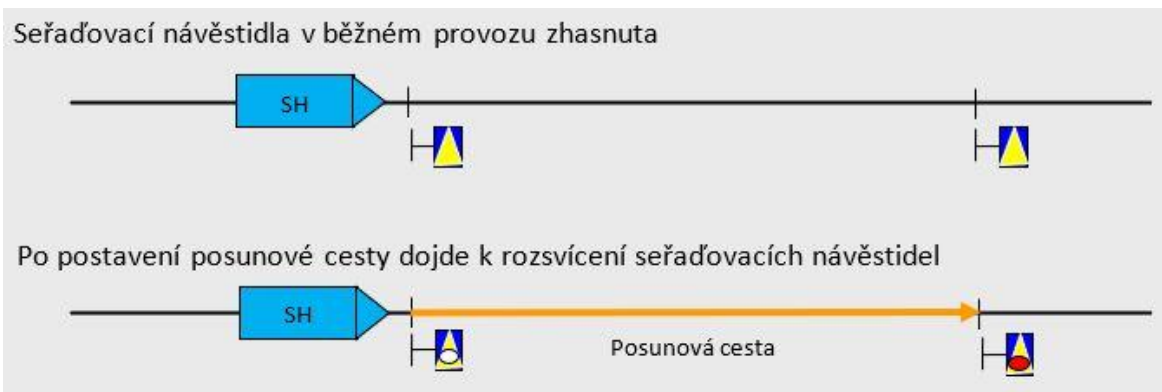


Obrázek 39 – Využití principu posunových cest se seřadovacími návěstidly [10, úprava autor]

V souvislosti s využitím seřadovacích návěstidel je třeba stanovit, jak budou seřadovací návěstidla na tratích s ERTMS principiálně fungovat. Je možné zvolit stejný přístup jako u dnešního konvenčního návěstění nebo možnost, že budou seřadovací návěstidla v běžném provozu zhaslá a rozsvícená pouze při jízdách posunu, případně využít nového typu seřadovacích návěstidel používaných pouze na tratích s ERTMS. Základní myšlenkou této úvahy je zamezit odchýlnému návěstění mezi ETCS a seřadovacími návěstidly (např. ETCS dovoluje jízdu, zatímco na seřadovacím návěstidel je návěst zakazující jízdu) [23].

Touto úvahou se zabývaly také SBB, jak je patrné z příslušné kapitoly. Ve Švýcarsku došlo k rozhodnutí využít odlišné barevnosti nových seřadovacích návěstidel ETCS oproti těm konvenčním. Zvolená barva (modrá) však není vhodná, jelikož například na síti SŽ nebo DB Netze je této barvy využíváno k vyjadřování návěstí běžných seřadovacích návěstidel. Bylo by tedy vhodné nalezení jednotného interoperabilního řešení této problematiky.

Jako jednoduché řešení se jeví využití trpasličího návěstidla s červenobílým světlem, které je v běžném provozu zhaslé a neovlivňuje tak vozidla v provozních módech pro jízdu vlaku. Po postavení posunové cesty dojde k rozsvícení seřadovacích návěstidel jednoduchými a jednoznačnými návěstmi, tedy bílé světlo = návěst dovolující jízdu a červené světlo = Stůj. Pokud je to možné a technologicky dostačující, měla by se seřadovací návěstidla umísťovat do úrovně Stop značek ETCS [23].



Obrázek 40 – Princip fungování seřadovacích návěstidel na tratích s ETCS [23, úprava autor]

Závěrem k této studii je ještě třeba zmínit oblasti, kde se provádí téměř výhradně posun, jako jsou seřadovací nádraží, terminály kombinované dopravy apod. Zde může být využito různých principů, jak PSA, TSA či posunových cest, tak případně i ručních a slyšitelných návěstí dle rozsahu stanice a tamních technologií. Důležité však je, aby v těchto stanicích byly vyčleněny oblasti pro přijíždějící a odjíždějící vlaky v módu FS nebo OS [23].

5.2.2 ERTMS Programme – Engineering Guidelines

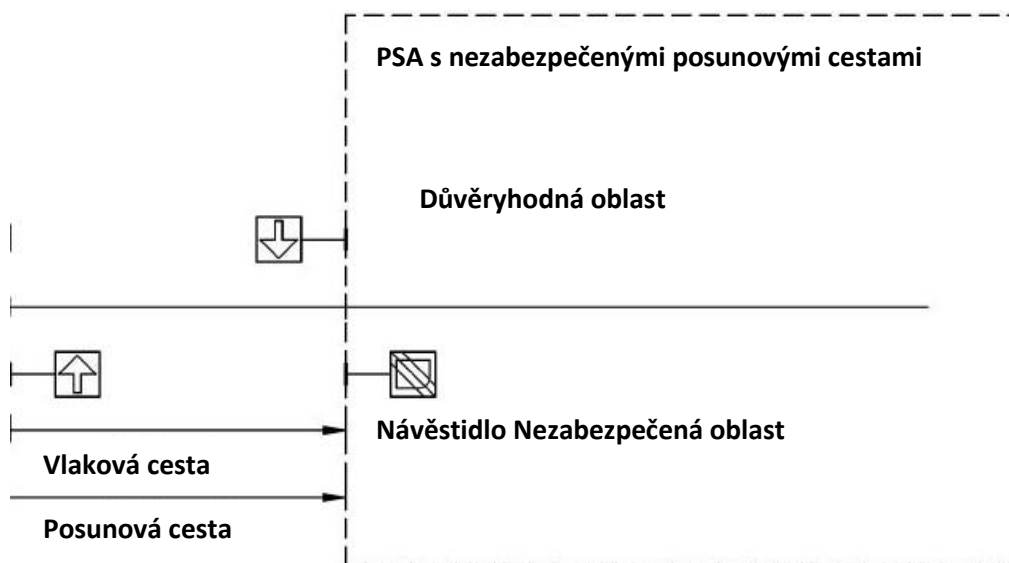
ERTMS Programme – Engineering Guidelines je dalším důležitým dokumentem pro implementaci ERTMS na norské železniční síti. Tento dokument, vydaný v roce 2021 společností Bane NOR, uvádí technické pokyny, které je třeba dodržet při projektování traťové části ERTMS L2 [24].

V oblasti posunu se ve velké míře vychází z výše představené studie. Z důvodu vyšší úrovně bezpečnosti je prioritní provádět posun v módu pro jízdu vlaku, jelikož v módu SH je kontrolována pouze sledovaná rychlost a na DMI se nezobrazují žádné informace o posunové cestě. Potřeba seřadovacích návěstidel se proto posuzuje pro každou stanici zvlášť na základě pokynů Odboru provozu a stanovených kritérií. Přitom je potřeba postupovat zvlášť důsledně, jelikož provozní potřeby v jednotlivých stanicích se mohou v čase změnit. Seřadovací návěstidla by se však měla zřizovat pokud [24]:

- Je to považováno za nezbytné pro dosažení požadované provozní koncepce pro konkrétní linku
- Organizování posunu v módech FS a OS je nedostatečně flexibilní s ohledem na kapacitu, čas a personální zdroje
- Zřízení TSA není vyhovující pro splnění požadavků na kapacitu a provozní potřeby z důvodu např. častého a pravidelného posunu při sestavování ucelených souprav nebo pravidelného posunu prováděného sunutím

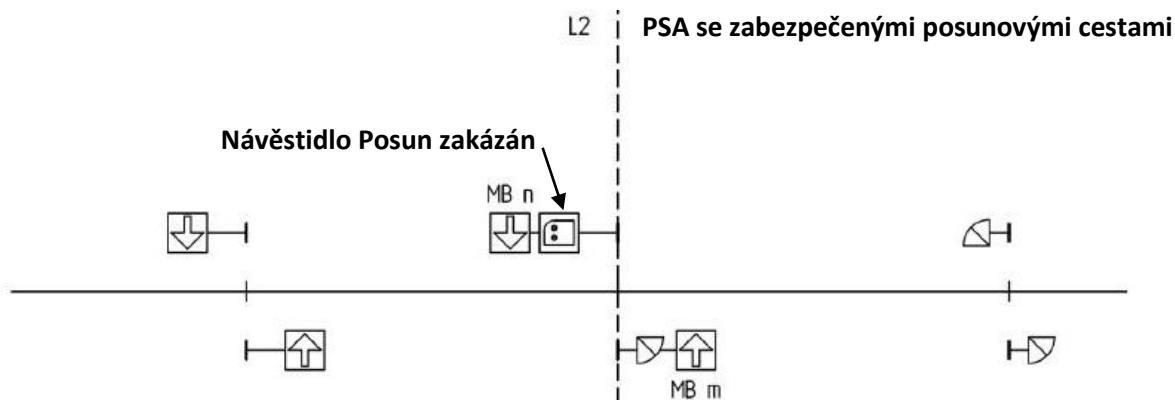
Naopak ve stanicích, kde se posun provádí pravidelně pouze ucelenými soupravami, např. za účelem odstavení elektrických jednotek apod. se seřaďovací návěstidla nezřizují [24].

Specifickým případem jsou posunovací oblasti představené rovněž již ve výše zmíněné studii. Ty trvalé (PSA) mohou být zřízeny pro odstavení souprav nebo pro běžné jízdy posunu. V prvním případě PSA nejsou vybavené seřaďovacími návěstidly a jízdy se organizují jako jízdy vlaku. V druhém případě již PSA musí být vybavené seřaďovacími návěstidly, aby bylo možné navštívit posunové cesty. Pro přechod vozidla z oblasti ETCS L2 do oblasti PSA je třeba rozlišit, zda je PSA vybavená nezabezpečenými nebo zabezpečenými posunovými cestami. U PSA s nezabezpečenými posunovými cestami proběhne při vjezdu do PSA automatické přepnutí do módu SH, které musí strojvedoucí do 5 s potvrdit, aby nedošlo k automatickému zastavení vozidla. Pro jízdu zpět z PSA musí být vozidlo v tzv. důvěryhodné oblasti, kde je ho RBC schopná lokalizovat. Po postavení vlakové cesty je poté možné přidělit vlaku oprávnění k jízdě v módu OS k nejbližší Stop značce ETCS, odkud již dále pokračuje dle běžných postupů pro jízdu vlaku. Na hranici mezi PSA a zabezpečenou oblastí je umístěno návěstidlo Nezabezpečená oblast informující o jízdě do PSA [24].



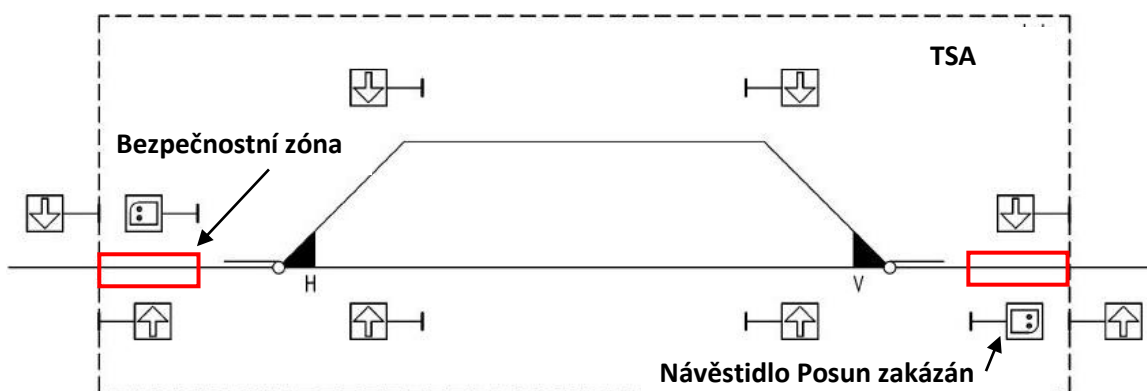
Obrázek 41 – Hranice mezi oblastí L2 bez seřaďovacích návěstidel a PSA s nezabezpečenými posunovými cestami [24, úprava autor]

PSA se zabezpečenými posunovými cestami jsou vybaveny seřaďovacími návěstidly. Přechod do PSA probíhá obdobně jak v předchozím případě, při výjezdu z PSA je na hranici v místě první Stop značky ETCS umístěno návěstidlo Posun zakázán, kde posun zastaví a po splnění všech podmínek je mu přiděleno oprávnění k jízdě v módu pro jízdu vlaku [24].



Obrázek 42 – Hranice mezi oblastí L2 bez seřadovacích návěstidel a PSA se zabezpečenými posunovými cestami [24, úprava autor]

Dočasné posunovací oblasti (TSA) fungují na jiném principu než PSA, v TSA totiž dochází k posunu na kolejích, po kterých je možná provádět i jízdy vlaků. Pro umožnění posunu musí být příslušná TSA aktivována, což znamená, že ovládání výhybek je předáno na místní přestavování do dané oblasti a výkolejky jsou automaticky přestaveny do polohy mimo kolej. V jedné stanici může být i více TSA, nesmějí se však překrývat a aktivována může být vždy pouze jedna. Hranice TSA je označena návěstidlem Posun zakázán, za kterým následují balízy s telegramem "Stop je-li v SH", aby bylo zajištěno zastavení vozidla při nedovoleném vyjetí z TSA [24].



Obrázek 43 – Dočasná posunovací oblast (TSA) [24, úprava autor]

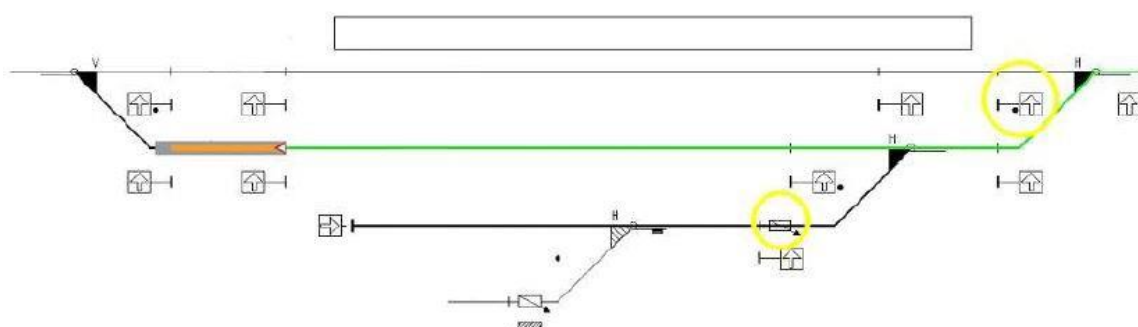
Deska s návěstí Posun zakázán dle obrázku výše se umísťuje ve vzdálenosti nejméně 250 m za poslední výhybkou v dopravně, tato vzdálenost se může navýšit dle technologických úkonů prováděných v příslušné stanici tak, aby délka odpovídala předpokládané délce posunových dílů. Stop značka ETCS plní funkci vstupního bodu do dopravy se poté umísťuje v závislosti na délce ochranné dráhy obvykle 150 m od návěstidla Posun zakázán směrem ze stanice (tato vzdálenost může být snížena až na 70 m na základě analýzy situace v konkrétní stanici). Do stejného místa v opačném směru se umísťuje Stop značka ETCS plní funkci výstupního bodu z dopravy [24].

Délka ochranné dráhy následující za EoA se dle pokynů pro projektování ERTMS L2 odvíjí podle hodnoty uvolňovací rychlosti. Hodnota Release speed může být v Norsku 20 km/h, 30 km/h nebo 40 km/h, přičemž je žádoucí, aby na celé síti byla stanovena jednotná hodnota tak, aby nedocházelo k možným nedorozuměním ze strany strojvedoucích v souvislosti s rozdílnými uvolňovacími rychlostmi v podobných situacích. K dalšímu postupu implementace ERTMS L2 je tak uvažováno s Release speed 20 km/h, vyšší hodnoty budou používány jen výjimečně, např. je-li to nutné z důvodu sklonových poměrů nebo umístění nástupišť. Oproti Švýcarsku se v Norsku při projektování počítá s kompenzací délek ochranných drah podle sklonových poměrů. Tato kompenzace je počítána podle stanovených vzorců na základě sklonu trati v určité vzdálenosti před a za EoA [24]. Základní hodnoty délek ochranných drah jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 2: Délky ochranných drah v Norsku (základní hodnoty bez kompenzace sklonových poměrů); autor na základě [24]

Release speed	Ochranná dráha
20 km/h	70 m
30 km/h	130 m
40 km/h	210 m

Jako boční ochranu vlakových cest lze využít Stop značku ETCS (spolu s ochrannou dráhou za EoA), výhybku, výkolejku či seřaďovací návěstidlo, případně i více prvků najednou. Stop značka ETCS je považována za boční ochranu, pokud by příslušná následující výhybka nezabránila jízdě vlaku směrem do ohrožené vlakové cesty. Je-li seřaďovací návěstidlo umístěno v úrovni Stop značky ETCS, musí být tato značka prvkem boční ochrany pro případ poruchy seřaďovacího návěstidla [24].



Obrázek 44 – Boční ochrana vlakové cesty zajištěna výkolejkou (spodní žlutý kroužek) a Stop značkou ETCS spolu s ochrannou dráhou (horní žlutý kroužek) [24]

Umístění balíz vychází z požadavků TSI CCS, jsou tedy umísťovány před značkami ETCS co nejbližší tak, aby neomezovaly délku traťového oddílu, v místech změn rychlosti pro zajištění dostatečné

odometrické přesnosti či na hranicích oblasti ERTMS (např. při výjezdu z dep) pro zjištění polohy vozidla na vjezdu do této oblasti [24].

5.2.3 Shrnutí

V Norsku je důležitým poznatkem implementace pouze jedné úrovně ETCS, konkrétně ETCS L2 na kompletně celou síť spravovanou Bane NOR. To přináší velké benefity v oblasti projektování i provozu systému ETCS, zároveň to umožňuje vznik jednotných pravidel bez ohledu na úroveň systému, což se promítá do jednodušších procesních postupů pro provozní zaměstnance. ETCS L2 na celé síti umožní plně dosáhnout výhod a cílů, které systém ETCS přináší. Na síti SŽ však implementaci pouze jedné úrovně ETCS nelze aplikovat, především z důvodu vysoké hustoty sítě a velkému množství regionálních drah a tím pádem i neúměrně vysokým nákladům, které by takováto implementace přinesla.

Bane NOR se řešením problematiky posunu v oblasti ETCS intenzivně zabývá, což je patrné z představené studie i požadavků pro projektování systému ETCS. Z obou dokumentů vyplývá snaha organizovat co nejvíce posunových jízd v provozních módech pro jízdu vlaku a omezení počtu seřaďovacích návěstidel na nutné minimum, včetně úvahy nad úpravou principu návěstění seřaďovacích návěstidel oproti těm dnešním. V Norsku se zabývají zřízením posunových oblastí ve stanicích, kde běžně dochází k posunu, a to narozdíl od Švýcarska i na konvenčních tratích. Změna příslušných provozních postupů však může vést k vyšší časové náročnosti provádění posunu, což může omezit kapacitu dopravní cesty, proto je třeba důkladně zvážit, zda jsou možná rizika přijatelná nebo nikoliv, k čemuž by bylo třeba provést důkladnější analýzu rizik. Zajímavou myšlenkou je i snaha o sjednocení hodnoty Release speed tak, aby v provozu nedocházelo k odlišnému řešení principiálně shodných situací.

5.3 Itálie

V Itálii je správcem železniční infrastruktury společnost Rete Ferroviaria Italiana (RFI), která má ve své správě téměř 17 000 km železničních tratí, včetně přibližně 1 000 km vysokorychlostních tratí. Výhradní provoz ETCS je v současnosti na zhruba 900 km tratí, přičemž se jedná především o nově vybudované vysokorychlostní tratě, kde se již v rámci výstavby instaluje ETCS Level 2 bez hlavních návěstidel (s benefity). Na několika dalších tratích je pak v provozu ETCS Level 1 nebo Level 2 s překrytím s národními vlakovými zabezpečovači. RFI má zpracovanou strategii implementace ETCS, která počítá s postupným pokrytím celé sítě do roku 2036. Při nových instalacích se již implementace ETCS L1 předpokládá pouze na nejméně zatížených tratích, na

většinou konvenčních tratí bude instalováno ETCS L2, oproti vysokorychlostním tratím však zde bude ETCS budováno jako nástavba na stávající zabezpečovače [28][29].



Obrázek 45 – Současný rozsah implementace ETCS na síti RFI. Červeně a zeleně úseky dokončované v roce 2024 [29]

5.3.1 Provozní předpisy

Italské provozní předpisy jsou členěné podobně jako např. německé, tj. ustanovení týkající se jízdy vlaku a ustanovení týkající se posunu jsou oddělena do samostatných předpisů a nejsou tak uvedeny souhrnně v jednom předpisu jako je tomu u předpisu SŽ D1. Posunu se týká předpis Instruzione per il servizio dei manovratori, který obsahuje veškeré informace o organizaci a provádění posunu, personálu zúčastněném na posunu atp. V tomto předpisu však nepojednávají žádná ustanovení o ETCS. Tyto články jsou součástí příslušných předpisů a norem řešících provoz evropského vlakového zabezpečovače. Zásadní principy organizace jízd posunu se od těch českých příliš neliší, rozdíl lze spatřit především v samotné definici pojmu posun, kterou lze volně přeložit jako "pohyb soupravy v rámci dopravní rychlosti, kterou v daném místě určuje strojvedoucí při respektování veškerých rychlostních omezení". Rychlost, která nesmí být

v žádném případě při posunu překročena, činí 30 km/h, což je rovněž odlišností oproti českým předpisům [30].

5.3.2 Posun na tratích s ETCS L2

Ve spolupráci se SŽ se podařilo zorganizovat online schůzku se zástupci RFI na téma posunu pod ETCS, na které byl detailně analyzován přístup RFI k této problematice. V současné době se používají na všech tratích vybavených ETCS L2 shodná pravidla pro posun, tj. nerozlišuje se, zda se jedná o trať s hlavními návěstidly nebo bez nich. V případě, že posun probíhá mimo hlavní (průjezdny) koleje, jde o klasický posun v provozním módu SH na základě schválení RBC, které je uděleno pouze je-li známá poloha vozidla. V příslušné skupině kolejí je však vyloučeno postavení jakýchkoliv dalších jízdních cest, což může způsobovat kapacitní problémy.

Pokud posun probíhá i na hlavních (průjezdných) kolejích, skrz ně nebo na záhlaví, provozní mód SH vůbec není používán a posun se organizuje zcela podle konvenčních pravidel. Systém ETCS tedy zatím nepřináší v této oblasti žádné navýšení bezpečnosti, proto RFI vyjednáva o možnosti využívání provozního módu OS pro posunové jízdy. K této problematice byl vydán rovněž dokument, který stanovuje specifikace funkčních požadavků na řízení a zabezpečení pohybu posunových dílů v dopravnách vybavených ETCS L2 [31].

Tento dokument vznikl za účelem za účelem využití technologických možností, které ETCS nabízí, k zvýšení bezpečnosti pohybu posunových dílů v dopravnách. Zabývá se možnostmi využití provozního módu OS ve stanicích, které jsou vybaveny ETCS L2 a ve kterých jsou umístěna seřadovací návěstidla pro řízení jízdy posunových dílů. Použití módu OS má tak být bezpečnější alternativou k módu SH, který bude ve stanovených případech užíván i nadále [31].

Podle RFI byl požadavek zabezpečení jízdy posunu pomocí MA vznesen opakovaně v mnoha evropských zemích. Provozní režim SH totiž zabezpečuje pouze nepřekročení nejvyšší rychlosti stanovené pro posun a zastavení posunového dílu po projetí balízy s telegramem "Stop je-li v SH", což však nezaručuje bezpečné zastavení před místem ohrožení. Strojvedoucímu rovněž není na DMI přenášen dostatek informací pro jeho jízdu. Využití módu OS přinese pro zabezpečení jízdy posunových dílů srovnatelnou úroveň bezpečnosti jako pro jízdy vlaků [31].

V Itálii budou po schválení provozního módu OS pro posun rozlišovány 2 základní kategorie stanic. První kategorií jsou významné dálkově řízené dopravní, ve kterých budou veškeré posunové jízdy prováděny v módu OS. Druhou kategorií jsou menší a místně řízené dopravní, kde bude veškerý posun probíhat v módu SH. Bude přitom jasně stanoveno, ve kterých dopravnách se bude posunovat v kterém provozním módu. Největší zajímavostí italského přístupu je fakt, že

ve stanicích s posunem v módu OS budou v tomto módu probíhat i jízdy sunutých posunových dílů. Také proto RFI neplánuje pro posun využívat provozní mód FS. Posun v provozním módu OS bude možný ve stanicích bez hlavních návěstidel, pro zachování co nejvíce shodných provozních pravidel s ostatními dopravnami však bude využito tzv. virtuálních seřaďovacích návěstidel. Ta se budou strojvedoucímu zobrazovat na stanovišti a přenášet mu návěsti pro posun. RFI si od takto organizovaného posunu slibujeme výrazné zvýšení jeho zabezpečení při zachování co nejvíce současných pravidel.

To se netýká posunu v oblastech s nezabezpečenými posunovými cestami, depech, seřaďovacích nádražích apod., kde se s jízdami v módu OS nepočítá, jelikož bezpečnostní rizika jsou zde podstatně nižší. Pro posun z těchto oblastí do řízené oblasti pak musí být v dostatečné vzdálenosti před vstupem do řízené oblasti (většinou u seřaďovacího návěstidla) umístěna balízová skupina s telegramem "Stop je-li v SH" a strojvedoucímu nařízen přechod do provozního módu pro jízdu vlaku [31].

5.3.3 Posun na tratích s ETCS Level 1

Jak již bylo uvedeno výše, se systémem ETCS Level 1 se na síti RFI uvažuje pouze u nejméně zatížených regionálních tratí. Ty se však svým charakterem značně podobají tratím, na které SŽ plánuje implementaci ETCS Regional, proto mohou příslušné specifikace sloužit k porovnání přístupu manažerů infrastruktury. Tyto specifikace jsou uvedeny v dokumentu, který shrnuje systémové požadavky pro ETCS Level 1. Obdobně jako v jiných státech se i v Itálii u této úrovně počítá se zachováním konvenčních návěstidel, ETCS se zde však již buduje jako nástavba na národní vlakový zabezpečovač. Na tratích s ETCS Level 1 se pro posun uvažuje pouze provozní mód SH [32].

Zabezpečení jízd posunu pod ETCS L1 spočívá v monitorování nepřekročení povolené rychlosti posunu (v Itálii 30 km/h), v umístění balízové skupiny s telegramem "Stop je-li v SH" v úrovni označnicků a v umístění přepínatelné balízy umístěné u návěstidla platného pro posun, která zastaví posunový díl v případech, kdy toto návěstidlo nedovoluje jízdu. Pokud by posunový díl projel návěst zakazující jízdu, musí být předána tato informace do balíz umístěných u vjezdových návěstidel tak, aby po jejich projetí bylo spuštěno nouzové brzdění ohroženého vlaku. Je-li ve výjimečných případech nutné posunovat až za označnick, musí strojvedoucí v tomto místě po splnění všech podmínek vyplývajících z provozních předpisů použít funkci Override [32].

5.3.4 Shrnutí

Na italském příkladu je vhodně demonstrován rozdíl oproti současným pravidlům organizace posunu v dopravních vybavených ETCS L2 a pravidlům, kterých se správce infrastruktury snaží dosáhnout. Na drtivé většině sítě se plánuje využití ETCS L2, ve velké míře ve variantě bez hlavních návěstidel. Podobně jako v jiných zemích je zde patrný jasný trend o zabezpečení jízd posunových dílů prostřednictvím MA, tj. jízda posunových dílů v provozním módu pro jízdu vlaku. Oproti Norsku však RFI neuvažuje o využití módu FS, ale pouze o módu OS, který však na základě analýzy rizik dostatečně přispěje ke zvýšení bezpečnosti během jízd posunových dílů. Na italské síti dojde v případě ETCS L2 bez hlavních návěstidel z pohledu posunu k rozdělení stanic do dvou kategorií na základě toho, v jakém provozním módu bude posun v dané dopravně organizován.

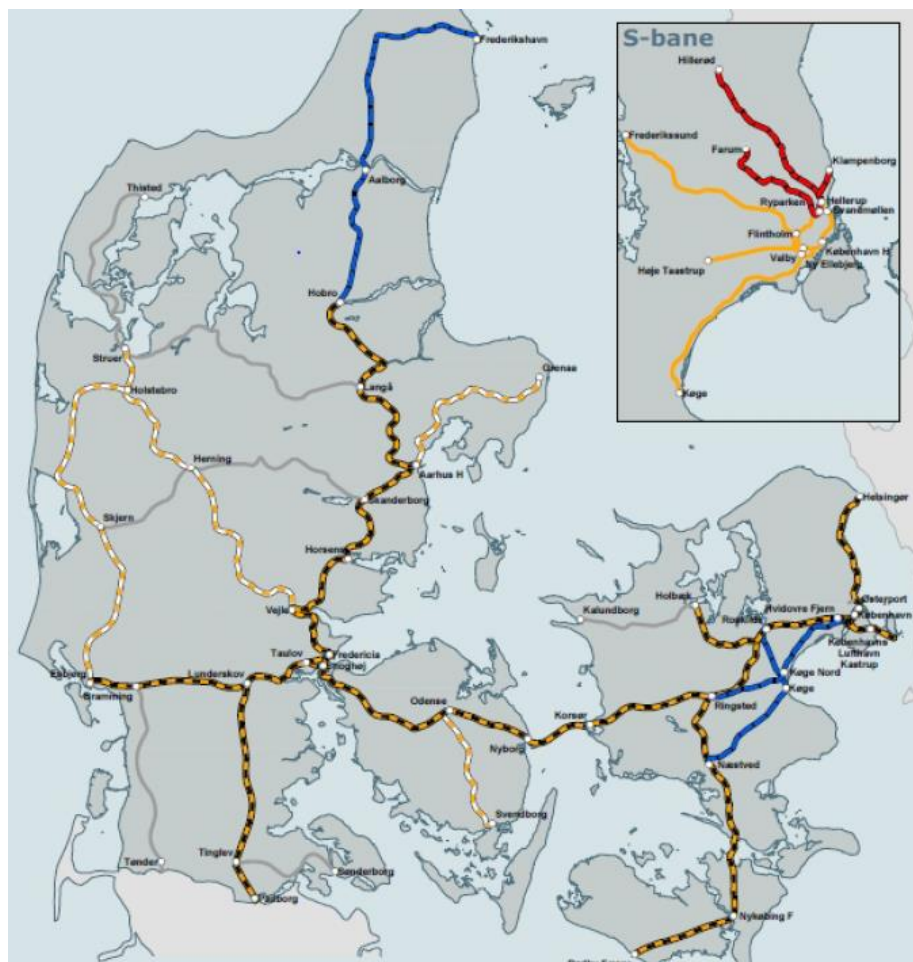
Zajímavé porovnání poskytují rovněž technické specifikace pro ETCS L1, které principiálně odpovídají specifikacím pro ETCS STOP na síti SŽ. Oproti českým specifikacím je na síti RFI zabezpečení posunu na tratích s ETCS L1 více podobné zabezpečení jízd vlaků, balízy jsou zřízeny i v úrovni označků a rovněž je kontrolováno nedovolené projetí návěsti zakazující jízdu při posunu, zatímco v ČR je posun v těchto dopravních řešen využitím pomocného stavědla a vypnutím výstrahy nedovoleného projetí návěstidla. Český přístup dosahuje vyšší úrovně bezpečnosti, jelikož je při posunu zabezpečovacím zařízením zcela znemožněna jízda vlaku ze sousední dopravy, italský přístup však umožňuje vyšší kapacitu dráhy a míra rizika je snížena spuštěním nouzového brzdění posunového dílu po projetí zakazující návěsti a případně i protijedoucího vlaku po projetí kolem vjezdového návěstidla.

5.4 Dánsko

Dánský správce železniční infrastruktury Banedanmark má ve své správě více než 2 300 km tratí, přičemž na zhruba polovině z nich je instalován národní vlakový zabezpečovací systém. Dle národního implementačního plánu TSI CCS se podobně jako v Norsku počítá s vybavením kompletně celé sítě systémem ETCS L2 (vyjma soukromých tratí a stavebně oddělených tratí S-Bahn v Kodani). Po zprovoznění ETCS L2 bude na tratích vypnut národní vlakový zabezpečovač třídy B, což je rozdíl oproti některým italským tratím, kde se ETCS buduje jako nástavba národního VZZ [33].

Národní implementační plán počítá s implementací ETCS na celé síti postupně do roku 2030. Pro pilotní provoz ETCS byly vytipovány 2 tratě o celkové délce 146 km, které doposud nebyly vybaveny národním VZZ třídy B. Jedna z těchto tratí je regionální, druhá je součástí sítě TEN-T. Na těchto tratích bylo ETCS uvedeno do provozu v roce 2021. Do konce roku 2024 by pak mělo být

vybaveno dalších 700 km tratí, implementace na zbytku sítě je následně postupně rozložena do let 2025 až 2030 [33][34].



Obrázek 46 – Mapa dánské železniční sítě, modře úseky s pilotním provozem ETCS [33]

5.4.1 Provozní předpis pro tratě vybavené ETCS

Pro tratě vybavené ETCS je v Dánsku vydán samostatný provozní předpis ORF, což je rozdíl oproti jiným evropským zemím, např. Německu a Itálii, kde jsou předpisy pro ETCS vydány jako doplňky, resp. výjimky k současným provozním předpisům. Jednotný předpis přináší možnost snadnějšího porozumění a uchopení celé problematiky mj. i pro zaměstnance, kteří jsou dle něj školeni. Předpis je navíc vydán i v angličtině, což dále potvrzuje snahy o interoperabilitu evropského železničního systému. Jelikož bude na celé síti implementováno jednotně ETCS L2 bez hlavních návěstidel (s benefity), obsahuje ORF mnohem méně výjimek, než je tomu v ostatních státech [27].

ORF rovněž obsahuje mnoho provozních scénářů, které mohou během provozu nastat. Jde o zcela běžné i mimořádné provozní situace, přičemž je vždy stanoveno, jaké činnosti musí kdo vykonat a kdo za co odpovídá [27].

Dle předpisu ORF je posun "pohyb drážních vozidel po posunové cestě nebo v rámci trvalé či dočasné posunovací oblasti". Již z této definice je tedy zřejmé, že i dánský předpis uvažuje se zřizováním speciálních oblastí vyčleněných pro posun, a to buď trvale (PSA), nebo dočasně (TSA). Tyto oblasti jsou ohraničeny Stop značkami ETCS, podobně jako na obrázcích 42 a 43. Pro vjezd a výjezd do těchto oblastí se využívá provozních módů pro jízdu vlaku, tj. módů FS, příp. OS, přičemž MA vždy začíná, resp. končí u Stop značky na hranici oblasti [27].

Provozní mód SH se využívá pro veškeré jízdy v rámci PSA nebo TSA a rovněž pro jízdy sunutých posunových dílů. V tomto módu je kontrolováno pouze nepřekročení nejvyšší dovolené rychlosti pro posun, která v Dánsku činí 25 km/h. Naopak neexistuje žádné zabezpečení, které by dohlíželo na neprojetí návěstidla zakazující jízdu posunového dílu. Proto je snaha využívat tento mód pouze v nezbytně nutných případech a většinu posunových jízd provádět v posunovacích oblastech (sestavování vlaků, manipulace s vozy) nebo v módech FS a OS (odstavy jednotek, objíždění souprav, spojování vlaků) [27].

5.4.2 Trvalé posunovací oblasti

PSA neboli trvalá posunovací oblast je oblast s nezabezpečenými posunovými cestami, která je ohraničena Stop značkami ETCS a ve které se již další Stop značky nenacházejí. Pokud není za Stop značkami ETCS zajištěna dostatečná ochranná dráha, je v příslušné vzdálenosti před nimi umístěno ještě návěstidlo "Stop at danger point", které strojvedoucímu přikazuje zastavit posunový díl u tohoto návěstidla, dokud nemá přiděleno MA pro výjezd z oblasti. Na výjezdu jsou dále umístěny balízy, které zajišťují lokalizaci vozidla pro udělení MA, a mohou zde být instalovány i další balízy zabraňující nedovolenému výjezdu z oblasti bez oprávnění k jízdě (balízy s telegramem "Stop je-li v SH") [27].

Pro posun v rámci PSA platí i nadále konvenční pravidla, tj. současné předpisy a případně doplňující ustanovení upravující místní specifika. V PSA může probíhat i více posunů současně. Všechny jízdy z a do PSA musí být sjednány s příslušným dispečerem. Do kategorie PSA jsou řazena depa, seřaďovací nádraží, nákladní terminály apod. [27].

5.4.3 Dočasná posunovací oblasti

TSA neboli dočasná posunovací oblast je oblast se zabezpečenými posunovými cestami, která je dočasně zřízena pro umožnění jízd posunových dílů. Pokud je v dané dopravně požadováno posunovat, zřídí dispečer dočasnou posunovací oblast, jejíž hranice lze volit libovolně dle požadované technologie posunu, přičemž však TSA musí být vždy ohraničena Stop značkami ETCS. Tuto činnost koordinuje dispečer s tzv. manažerem posunovací oblasti, s nímž se dohodne rovněž na časové platnosti TSA a dalších podmínkách. Po vymezení TSA je oblast předána na místní řízení manažerovi posunovací oblasti, a to prostřednictvím pomocného stavědla (v malých stanicích) nebo předáním souhlasu na řídicí pult (ve větších stanicích). V případě málo zatížených dopraven může činnosti manažera posunovací oblasti vykonávat i proškolený zaměstnanec řídicí posun.

V dopravnách, kde dochází k pravidelnému posunu, mohou být TSA již předem vymezeny, jinak však není podmínkou, že musí být zakomponovány v logice ZZ a lze je tak volit prakticky libovolně. Při provádění posunu v TSA je za zabezpečení jízd posunových dílů plně odpovědný manažer posunovací oblasti. Ostatní jízdní cesty jsou po dobu aktivace TSA v této části dopravní vyloučeny, aby nemohlo dojít k nechtěnému postavení jízdních cest do TSA. Před Stop značkami ETCS, které vymezují hranice TSA musí být v dostatečné vzdálenosti umístěny balízy s telegramem "Stop je-li v SH", aby bylo znemožněno nedovolené ujetí posunového dílu mimo hranice TSA. To v podstatě odpovídá uspořádání využívaného v Norsku, které je patrné na obrázku 43. Při samotném posunu v rámci TSA pak platí konvenční pravidla pro posun, posun se provádí v módu SH a v jedné TSA může probíhat jízda vždy jen jednoho posunového dílu [27].

Po ukončení posunu manažer posunovací oblasti zkontroluje zastavení všech posunových dílů, volnost příslušných výhybkových úseků a skutečnost, že hnací vozidlo již není v módu SH, a následně oznámí ukončení posunu dispečerovi. Ten poté TSA zruší a příslušná oblast se tím vrací do jeho obvodu odpovědnosti [27].

5.4.4 Shrnutí

Po analýze předpisu ORF je jasně patrné, že dánský přístup k této problematice se značně podobá tomu norskému. Rovněž hlavní myšlenkou dánského přístupu k posunu pod ETCS je využívání provozních módů pro jízdu vlaku a zřizování posunovacích oblastí pro technologicky náročnější úkony vyžadující posun. Rozdíly oproti norským předpisům lze spatřovat spíše v detailech, např. PSA je v Dánsku vždy s nezabezpečenými posunovými cestami, oproti tomu v Norsku mohou být PSA i se zabezpečenými posunovými cestami. To vede k tomu, že v Dánsku nelze udělit MA

pro jízdu až do PSA, ale pouze na její hranici. V Dánsku se již vůbec nepočítá s návěstidly určenými pro posun, a to jak s proměnnými, tak s těmi neproměnnými. Drobné odlišnosti lze nalézt i v definici TSA, základní princip organizace posunu v nich se však v obou zemích prakticky shoduje.

V Dánsku se plánuje jednotně na celé síti využití ETCS L2 bez hlavních návěstidel, což přináší zjednodušení a sjednocení provozních pravidel. Je však zřejmé, že zřízení posunovacích oblastí je technologicky poměrně náročné, mj. je vyžadováno mnoho dalších prvků v kolejišti (především dodatečné balízy). Současně však toto řešení plně umožňuje využití všech výhod, které ETCS do oblasti posunu může přinést. Rovněž z pohledu bezpečnosti lze považovat dánský přístup za příkladný, bezpečnostní rizika jsou eliminována na minimum.

5.5 Shrnutí zahraničních zkušeností

Z analýzy provozních předpisů, technických norem a dalších dokumentů z vybraných států lze vyzorovat mnoho trendů, kterými se zabezpečení posunu v dopravních vybavených ETCS ubírá. Je zřejmé, že nejdále jsou v řešení této problematiky v Norsku a Dánsku, kde se intenzivně zabývají novými technickými možnostmi, které do oblasti posunu může implementace ETCS přinést. Rovněž v Itálii probíhají jednání pro zajištění vyšší úrovně bezpečnosti při provádění posunu. Hlavními trendy, které lze v evropských zemích vyzorovat, jsou:

- Využití provozních módů pro jízdu vlaku (FS / OS) i pro jízdy posunových dílů
- Snaha omezit počet seřadovacích návěstidel, příp. nahradit konvenční seřadovací návěstidla novými určenými pro výhradní provoz ETCS
- Zřizování posunovacích oblastí

Tyto trendy spolu s dalšími technickými řešeními vedou k úvaze nad změnou definice pojmu posun, jelikož některé jízdy v současnosti prováděné jako posun bude možné považovat z pohledu ETCS za jízdu vlaku. Myšlenka zřizování posunovacích oblastí pro technologicky náročnější provozní operace jako je sestavování souprav či manipulace s vozy je intenzivně využívána především v Norsku a Dánsku, ale můžeme se s ním setkat i ve Švýcarsku, byť zde je prozatím uvažováno pouze na vysokorychlostních tratích. Na konvenčních tratích se Švýcaři ubírají spíše směrem zajištění dostatečné boční ochrany ohrožených jízdnicích cest s využitím seřadovacích návěstidel ETCS, která se liší od těch v současnosti využívaných. Norský a dánský přístup k zabezpečení jízd posunových dílů pod ETCS lze považovat v současnosti za nejpokročilejší.



Obrázek 47 – Seřaďovací návěstidlo ETCS ve Švýcarsku [37]

Na norské a dánské síti se však počítá s využitím pouze jedné úrovně ETCS na všech tratích, a to ETCS L2 bez hlavních návěstidel (s benefity). Jelikož je na síti SŽ uvažována i implementace ETCS Regional, tedy ETCS L1 LS a ETCS Stop, nelze norský a dánský přístup jednoduše využít na všech tratích v ČR. Pro tyto varianty ETCS je možné čerpat zkušenosti ze Švýcarska a Itálie, kde je ETCS L1 rovněž využíváno. V obou zemích jsou na těchto tratích stále používána konvenční pravidla pro posun s určitými prvky využití ETCS pro zajištění vyšší úrovně bezpečnosti i na méně zatížených tratích.

Dále bylo během rozboru zahraničních dokumentů zjištěno, že přestože je jedním z hlavních cílů ERTMS zajištění interoperability evropské železnice, přistupují k problematice posunu jednotliví správci infrastruktury v některých důležitých aspektech odlišně. Například se jedná o přístup k seřaďovacím návěstidlům nebo ke stanovení uvolňovací rychlosti při posunu v provozních módech pro jízdu vlaku. Proto je podle autora potřeba spolupráce mezi správci infrastruktury tak, aby se podařilo nalézt vhodné a jednotné interoperabilní řešení této problematiky, aby v provozu nedocházelo k odlišnému řešení principiálně shodných situací.

6. Využitelnost zahraničních zkušeností v ČR

Pro zjištění možností využitelnosti zahraničních zkušeností v ČR bylo využito osobních schůzek se zaměstnanci Odboru předpisů a technologie a Odboru zabezpečovací a telekomunikační techniky Správy železnic, se kterými byly zjištěné poznatky diskutovány. Rovněž byl v rámci těchto schůzek probrán současný pohled SŽ na problematiku posunu v dopravnách s ETCS a uvažovaný vývoj jak v oblasti předpisové základny, tak v oblasti technologických principů fungování zabezpečovacího zařízení.

V souvislosti s nástupem výhradního provozu ETCS na více než 600 km koridorových tratí od 1. 1. 2025 (ve většině dopraven ale bude k tomuto datu zachován smíšený provoz) připravuje SŽ Pokyn provozovatele dráhy SŽ PPD 01/2024 *Doplňující ustanovení k předpisu SŽ D1 ČÁST PRVNÍ a předpisu SŽ Z8 díl IV (prozatímní) pro tratě vybavené evropským vlakovým zabezpečovačem* s předpokládanou účinností od 1. 7. 2024. Tento pokyn upravuje a doplňuje ustanovení zmíněných předpisů a v oblasti posunu přináší následující ustanovení [35]:

- Posun je povolen i s vedoucími vozidly nevybavenými ETCS. V takovém případě pro posun platí ustanovení předpisu SŽ D1 ČÁST PRVNÍ
- Pokud je posun vykonáván hnacím vozidlem s aktivním ETCS, provádí se vždy v módu Posun (SH), a to i v oblasti nevybavené traťovou částí ETCS
- Pokud však má na základě sjednání posunu dojít ke změně jízdy posunového dílu na jízdu vlaku bez zastavení, musí být posun prováděn v módu Na odpovědnost strojvedoucího (SR), jelikož mód SH neumožňuje za jízdy přechod do vyšších módů
- Přechod z módu FS do módu SH může proběhnout samočinně, pokud je na konci staniční koleje, na kterou vlak vjíždí, návěstidlo s návěstí Posun dovolen. Strojvedoucí však musí s vlakem zastavit před tímto návěstidlem, pokud nebyl posun sjednán v souladu s předpisem SŽ D1 ČÁST PRVNÍ
- Je-li třeba uvolnit zadní námezník, provádí se tak na základě pokynu výpravčího k popotažení vlaku a dovolení použití volby Override poté, co výpravčí zabezpečí danou posunovou cestu
- Při posunu za označnick použije strojvedoucí před minutím hranice oblasti posunu ETCS funkci Override

Pokyn SŽ PPD 01/2024 současně obsahuje i předpisová ustanovení týkající se ETCS STOP.

Z tohoto Pokynu je zřejmé, že na síti SŽ prozatím není v oblasti posunu uvažováno s využitím možností zabezpečení posunu dle patrných trendů a poznatků ze zahraničí. Rovněž se nyní

neuvažuje s využitím provozního módu Supervised Manoeuvre (SM), protože tento mód je ve specifikacích zahrnut nově, a to navíc pouze v ETCS Baseline 3, takže velké množství vozidel by jeho využití ani neumožnilo a nebyla by tak zajištěna v současnosti uplatňovaná zpětná kompatibilita mobilních částí.

Během diskusí se zaměstnanci SŽ bylo zjištěno, že i v ČR se uvažuje o využití provozních módů pro jízdu vlaku i pro jízdu posunových dílů, a to na tratích ETCS L2 s benefity, čímž by mohlo dojít k vyššímu zabezpečení posunových jízd, a to především v osobní dopravě. Při v současnosti prováděných modernizacích zabezpečovacího zařízení jsou již stavědla na tuto možnost připravena tak, aby umožňovala stavět vlakové cesty i na manipulační či obsazené koleje. Bylo však poukázáno na problematiku v současnosti neprováděné evidence posunových jízd, kdy i posunový díl jedoucí v módu pro jízdu vlaku by musel mít přiděleno číslo, aby mohly být veškeré informace správně předávány jak do mobilní části ETCS, tak do provozních systémů a aplikací. Jelikož by se jízdy posunových dílů měly správně evidovat podobně jako jízdy vlaků či PMD, nemělo by přidělování čísel jízdám posunu představovat zásadní problém. Nicméně je třeba, aby tyto změny byly intuitivní a návodné pro provozní zaměstnance tak, aby bylo jasné, kdy se jedná o jízdu vlaku a kdy o jízdu posunového dílu a nedocházelo tak během provozu k nedorozuměním a provozním komplikacím.

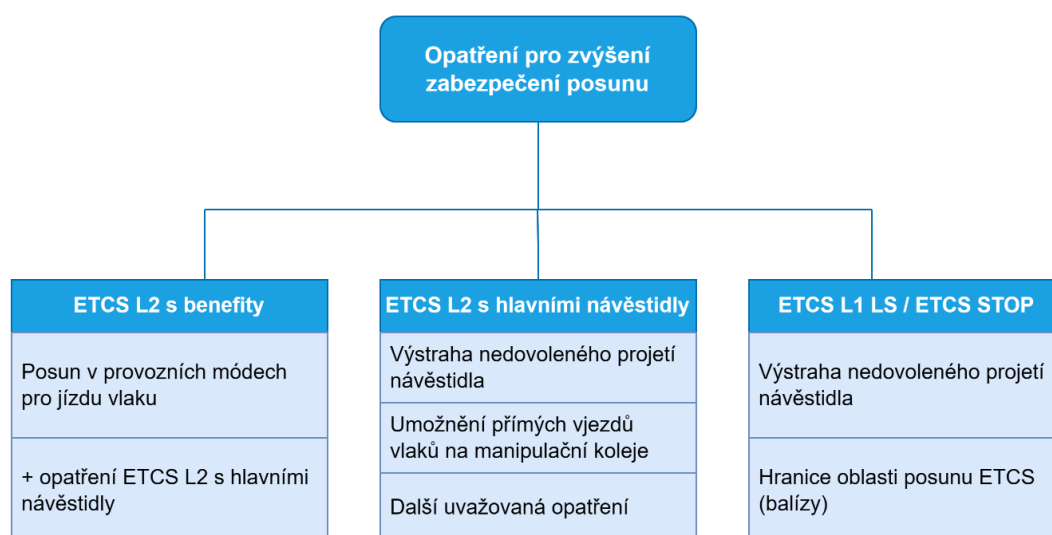
Dalším úskalím, které může mít vliv na navrhovaná opatření, jsou odlišné stavební normy pro manipulační koleje, které nepředpokládají pravidelné jízdy vlaků po těchto kolejích. V zahraničí je přitom vhodně využíváno udělení MA pro jízdu až na, příp. již z manipulačních kolejí, což kromě vyšší úrovně bezpečnosti umožňuje v mnoha případech také pokles počtu nutných posunových pohybů. Pro využití tohoto přístupu i na síti SŽ je tedy třeba revize stavebních norem nebo rekonstrukce a důkladnější údržba alespoň vybrané části stávajících manipulačních kolejí, příp. jejich převedení na koleje dopravní.

Naopak možnost realizace PSA a TSA, tj. trvalých a dočasných posunovacích oblastí je na našem území dle zástupců SŽ ve větším rozsahu prakticky neproveditelná, protože tyto oblasti představují velmi vysoké nároky na infrastrukturu, např. obsahují mnoho prvků v kolejišti, ale zejména kvůli ochranným drahám nepřiměřeně prodlužují délky staničních kolejí, což je na stávající infrastruktuře a při stísněných poměrech problematické. Možnost zřízení těchto oblastí v současných dopravních je tak velmi omezená. Zároveň v zemích, kde se posunovací oblasti zřizují (Dánsko, Norsko), se prakticky neprovádí posun sunutím ani běžná manipulace s vozy v nácestných stanicích, jako je tomu v ČR. Principů PSA by nicméně šlo využít např. na seřadovacích nádražích nebo ve velkých nákladních obvodech, případně mohou být tyto zásady

použity u vysokorychlostních tratí jakožto u novostaveb. Některé principy TSA by zase mohly být uplatněny v podobě vylepšení stávajících pomocných stavědel, která se na české železniční síti pravidelně používají. I v takovém případě je ale nerealizovatelná varianta s využitím ochranných drah dle dánského či norského přístupu.

7. Návrh konfigurace kolejiště a technických principů fungování zabezpečovacího zařízení

V této části práce jsou detailně popsána jednotlivá navrhovaná opatření pro zvýšení zabezpečení posunu s využitím možností ETCS. Opatření se liší především dle úrovně ETCS, jelikož každá úroveň umožňuje využít odlišných funkcionalit ETCS. Význam navržených opatření roste s úrovní systému ETCS, největší přínos tak lze spatřit u ETCS L2 s benefity. Opatření vyžadují určitou míru zásahů do stávajících staničních zabezpečovacích zařízení, případně i do konfigurace kolejiště. Jelikož se rozsah těchto zásahů u jednotlivých opatření liší, jsou potřebné požadavky na změnu konfigurace kolejiště a návěstidel a technických principů fungování ZZ popsány vždy u příslušného navrženého opatření. Navržená sada opatření dle jednotlivých aplikačních úrovní ETCS je pro větší přehlednost shrnuta na následujícím obrázku.



Obrázek 48 – Navržená sada opatření pro zvýšení zabezpečení posunu dle aplikačních úrovní ETCS

7.1 Posun v provozních módech pro jízdu vlaku

Posun v provozních módech FS a OS je hlavním návrhovým opatřením této práce pro zajištění vyšší úrovně bezpečnosti při provádění posunu. Toto opatření lze aplikovat na tratě vybavené ETCS L2 s benefity, tj. na provozně nejzatíženější tratě na české železniční síti. Z pohledu zabezpečovacího zařízení představuje zásadní změnu především fakt, že takovýto posun bude prováděn po vlakových cestách, nikoliv posunových jako je tomu doposud. Proto je třeba upravit logiku SZZ tak, aby bylo možné stavět vlakové cesty pro účely posunu i např. na obsazenou či manipulační kolej (toto v případě dopravních kolejí už dnes umožňuje funkcionalita VCRP - vlaková cesta podle rozhledových poměrů, která je zřízena dle potřeby na základě dopravní technologie ve stanicích) a následně vlakům na základě takto postavených vlakových cest udělovat oprávnění k jízdě (více k problematice manipulačních kolejí v kapitole 7.2.2). Jelikož se o tomto

principu zabezpečení posunu na tratích ETCS L2 s benefity v budoucnosti uvažuje, jsou již připraveny, a v některých případech i aplikovány, požadavky na změnu logiky staveb pro umožnění stavění výše zmíněných vlakových cest.

V úvodu k tomuto opatření je vhodné zmínit, že podobné principy zabezpečení má přinést i nově definovaný provozní mód SM (Dohlížený posun). U toho se však dá očekávat ještě jeho další vývoj i možné úpravy specifikací v souvislosti se zaváděním do provozu, jelikož se jedná o zcela novou funkcionalitu ETCS. Každopádně zásadním nedostatkem je nutnost vybavení vozidel OBU v systémové verzi 3.0 a vyšší, aby mohla provozní mód SM využít. Vzhledem k nutnosti zajištění zpětné kompatibility mobilní a traťové části nelze očekávat brzké významnější využití tohoto provozního módu. Proto se autor práce rozhodl pro zvýšení zabezpečení posunu navrhnout využití provozních módů FS a OS, u kterých problém se zpětnou kompatibilitou nenastává.

Provozní módy FS a OS umožňují zabezpečení jízd posunových dílů na základě oprávnění k jízdě a neustálé komunikaci s RBC, což je zásadní rozdíl oproti módu SH. Jízda posunu je tak chráněna jak kontrolováním nejvyšší povolené rychlosti pro posun (40 km/h, resp. 30 km/h), tak brzdou křivkou, která zajišťuje bezpečné zastavení před místem ohrožení (s výjimkou jízdy uvolňovací rychlostí ke konci oprávnění k jízdě, viz dále). Zároveň umožňuje takto prováděný posun snížení provozních nákladů v souvislosti s poklesem počtu seřadovacích návěstidel. Cílem je rovněž zajistit dostatečnou flexibilitu při provádění posunu ve srovnání se současným stavem.

Jak již bylo zmíněno, posun prováděný v provozním módu FS, resp. OS musí být prováděn na základě postavených vlakových cest, tj. nikoliv posunových cest jako je tomu nyní. Postavená vlaková cesta pak představuje úsek koleje v dopravně, na který je uděleno oprávnění k jízdě systémem ETCS. Z pohledu funkčnosti navrženého opatření je potřeba, aby se taková vlaková cesta skládala alespoň ze 2 kolejových úseků, jelikož na základě obsazení těchto úseků systém rozlišuje, zda se jedná o vlak tažený či sunutý (viz kapitola 7.1.3). Z tohoto důvodu je také nutné, aby oba tyto kolejové úseky byly před zahájením posunu volné. Opatření pro případ, kdy nejsou tyto podmínky splněny, jsou uvedeny v kapitole 7.1.4.

7.1.1 Rozlišení provozních módů a uvolňovací rychlosti

Posun probíhá v provozním módu FS v případě, kdy je posunový díl tažen a postavená vlaková cesta je v celé své délce volná. V provozním módu OS posun probíhá, pokud je posunový díl sunut a dále ve všech případech, kdy posun probíhá na obsazenou kolej. Jízda na obsazenou kolej je prováděna jako vlaková cesta podle rozhledových poměrů, přičemž MA je vlaku uděleno před začátek obsazené koleje, tj. před odjezdové návěstidlo v opačném směru jízdy na dané koleji. Ve

vzdálenosti 300 m před tímto místem systém ETCS pošle zprávu strojvedoucímu a nabídne mu přechod z módu FS do módu OS. Pokud posun začíná ve vzdálenosti kratší než 300 m, je strojvedoucímu zpráva zobrazena rovnou. Poté, co strojvedoucí přijetí této zprávy potvrdí, je mu MA prodlouženo až na konec obsazené koleje, přičemž však musí vždy dodržet podmínky jízdy podle rozhledových poměrů.

V případě, kdy při zahájení mise² není poloha vozidla známa, udělí RBC oprávnění k jízdě pouze v provozním módu Na odpovědnost strojvedoucího (SR). Po lokalizaci posunového dílu na základě načtení balízkové skupiny, udělí ETCS oprávnění k jízdě v módu FS nebo OS dle podmínek zmíněných v předchozím odstavci.

Maximální rychlost, jejíž nepřekročení systém ETCS po celou dobu jízdy kontroluje je pro posunové díly stanovena na rychlost 40 km/h v módu FS a 30 km/h v módu OS. Snížená rychlost v módu OS je navržena z důvodu, že tento provozní mód se používá buď při sunutí, nebo při jízdě na obsazenou kolej, tj. jedná se o opatření pro zajištění vyšší úrovně bezpečnosti. Při přechodu z módu FS do módu OS musí strojvedoucí snížit rychlost na 30 km/h.

Hodnota uvolňovací rychlosti v běžném provozu závisí mj. na délce ochranné dráhy mezi EoA a místem ohrožení. Jelikož by ale v případě posunu bylo složité dodržet ochranné dráhy obecně na všech kolejích a zároveň je třeba často posunovat až k EoA, je hodnota uvolňovací rychlosti navržena na fixní hodnotu 15 km/h. To umožní snazší přiblížení posunového dílu až k EoA. V případě obsazené koleje, kdy je MA uděleno až na konec této koleje, může být samozřejmě uvolňovací rychlost v mnoha případech irelevantní, protože posun nebude probíhat až k EoA, ale pouze k vozidlům stojícím na dané koleji, nicméně to je ošetřeno právě nutností dodržet podmínky jízdy podle rozhledových poměrů.

Bezpečnostní riziko, které vzniká pevným stanovením uvolňovací rychlosti na 15 km/h bez ohledu na zajištění ochranné dráhy před místem ohrožení, je hodnoceno jako přijatelné, protože pravděpodobnost projetí EoA je při posunu velmi malá (v některých případech se ani nebude posunovat až k EoA). Navíc v případě nedovoleného projetí ETCS okamžitě zareaguje a spustí nouzové brzdění jak posunového dílu, tak případně i ohroženého vlaku, který má postavenou vlakovou cestu přes místo ohrožení. Rychlost 15 km/h je podstatně nižší než běžná rychlost při posunu 40 km/h, která je dovolena i při posunu v provozním módu SH, a délka brzdné dráhy v navrženém stavu je tak rovněž podstatně kratší.

² Zahájení mise je proces, na kterém se podílí strojvedoucí, mobilní část ETCS a v úrovni 2 také traťová část ETCS a který vede k přechodu do provozních módů určených pro jízdu vlaku. Z pohledu strojvedoucího se jedná především o zadání potřebných dat na DMI [35].

7.1.2 Data o vlaku

Při zahájení mise a každé změně složení vlaku je třeba aktualizovat data o vlaku, která zahrnují mj. délku vlaku a jeho brzdící schopnosti. Dalším důležitým parametrem je číslo vlaku. V současnosti se číslování posunových dílů na síti SŽ neprovádí a jelikož je potřeba jej pro implementaci tohoto návrhu zavést, je navržen princip číslování posunových dílů, který je uveden v kapitole 8.1.3. Po zadání čísla vlaku z číselné řady vyčleněné pro posun (9xx xxx) systém ETCS pozná, že se jedná o posunový díl a nikoliv vlak. To umožní systému správně reagovat, udělovat MA a kontrolovat stanovené maximální rychlosti pro posun na základě provozního módu.

Zadávat vlakových dat může být komplikované v případech, kdy se často mění složení vlaku, jelikož opakované zadávání vlakových dat by posun neúměrně prodlužovalo. To se netýká posunu samostatných hnacích vozidel (tedy i jednotek), jejichž vlaková data se během provádění posunu nemění. V ostatních případech by docházelo k výrazně vyšší časové náročnosti provádění posunu. Proto jsou navrženy fixní hodnoty pro délku vlaku dle délky samostatného hnacího vozidla a brzdícího procenta na 40 %³, přičemž režim brzdění je nastaven na režim P u souprav osobní dopravy a režim G u souprav nákladní dopravy. Přitom aby bylo zajištěno, že skutečná hodnota brzdících procent nikdy neklesne pod 40 %, je potřeba zajistit aktivaci průběžné samočinné brzdy na celé soupravě, se kterou je posunováno, a dále aby v soupravě posunového dílu nikdy nebyl více než jeden vůz nezapojený do tlakového potrubí.

Brzdící procento 40 % představuje ve skutečnosti velmi špatné brzdící schopnosti, nicméně pro účely bezpečného zastavení posunového dílu vždy před EoA i při měnícím se složení soupravy je takto nízká hodnota nutná. Nastavení délky vlaku na délku samostatného hnacího vozidla je dostatečně bezpečným opatřením, protože brzdné křivky se výrazněji prodlužují až od délky soupravy cca 400 m, navíc se posun provádí při výrazně nižších rychlostech, než je běžná traťová rychlost. Samozřejmě v případech, kdy je strojvedoucímu známo složení soupravy, může strojvedoucí využít i přesné hodnoty brzdících procent a délky vlaku pro zadání vlakových dat.

7.1.3 Rozlišení tažených a sunutých posunových dílů

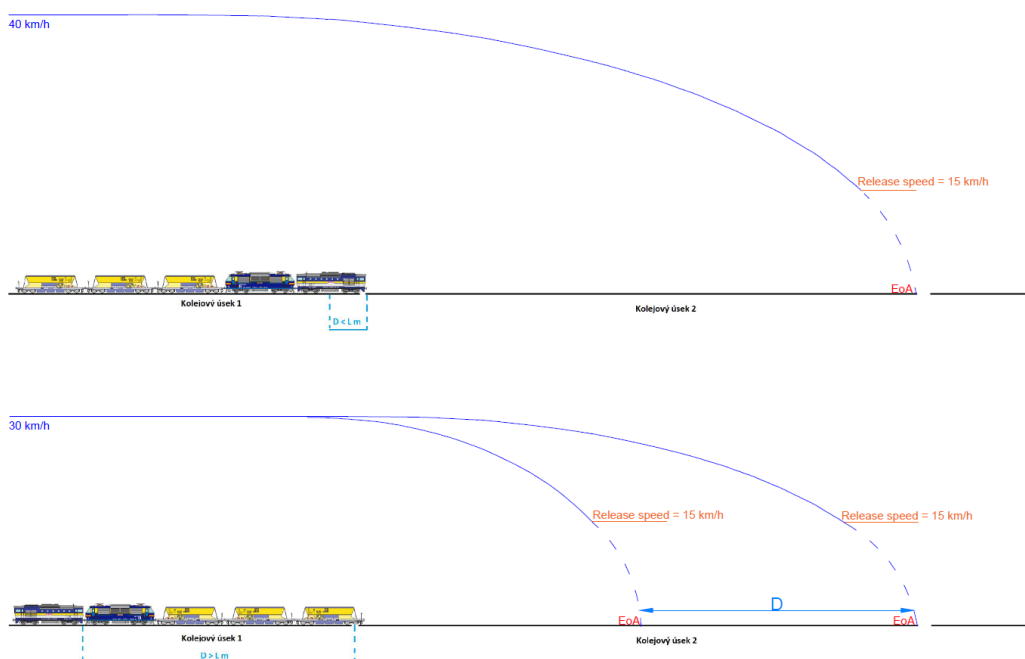
K rozlišení, zda se jedná o tažený nebo sunutý posunový díl, slouží právě kolejové úseky. Jakmile posunový díl vjede do druhého kolejového úseku (počítače náprav nebo kolejové obvody vyhodnotí obsazení tohoto úseku), provede RBC výpočet vzdálenosti D mezi začátkem tohoto kolejového úseku a posledním známým údajem o poloze obdržným z mobilní části. Tato

³ Hodnoty délky vlaku a brzdících procent byly stanoveny na základě informací ze zahraničí a konzultací s odborníky. Tyto hodnoty musí být stanoveny co možná nejpřesněji, proto by bylo vhodné pro přesné určení těchto hodnot zpracovat důkladnější analýzu, která však převyšuje rozsah této práce.

hodnota je následně porovnána s referenční délkou L , která je navržena na 23 m tak, aby vždy byla tato délka kratší než délka lokomotivy a vozu a zároveň dostatečně velká na to, aby systém mohl včas zohlednit poslední známý údaj o poloze. Referenční délka byla stanovena s přihlédnutím k vzdálenosti mezi první nápravou (která obsadí daný kolejový úsek) a anténou ETCS (která poskytne údaj o poloze) a minimální délce soupravy hnacího vozidla a přívěsného vozu.

Je-li vzdálenost D vypočtená RBC kratší než referenční délka L , je posunový díl vyhodnocen jako tažený, ať už se jedná o soupravu nebo samostatné hnací vozidlo. Naopak pokud je vypočtená vzdálenost D delší než referenční délka L (poslední známý údaj o poloze pochází ještě z prvního kolejového úseku), pak je posunový díl vyhodnocen jako sunutý a délka jeho oprávnění k jízdě je zkrácena o vzdálenost D . Patrnější je tento princip z výkresu, který je přílohou A této práce, a z obrázku č. 49.

Tento princip určování taženého a sunutého posunového dílu vyžaduje spolupráci ETCS s počítači náprav (příp. kolejovými obvody), a tedy zabezpečovacím zařízením. Pro správnou funkčnost navrženého opatření je tedy třeba upravit logiku stavědla a zajistit správné vyhodnocení a předání informace mezi stavědlem a ETCS. Úpravy logiky stavědel jsou poměrně náročné a zásahy do ní se proto provádí primárně při modernizaci zabezpečovacího zařízení nebo velkých investičních akcích. Proto je třeba zapracovat toto opatření do logiky stavědel hned při benefitizaci dopravy, kdy stejně k zásahu do stavědel dochází.



Obrázek 49 – Rozlišení taženého a sunutého posunového dílu při posunu v provozním módu FS/OS, návrh autor práce

7.1.4 Posun při nesplnění stanovených podmínek

V určitých situacích může dojít k tomu, že nebudou splněny podmínky potřebné k takto prováděnému posunu, především jde o případy, kdy posun probíhá pouze v jednom kolejovém úseku nebo pokud některý z prvních dvou kolejových úseků bude obsazený vozidly. V takových případech totiž nebude traťová část ETCS schopná rozlišit, zda se jedná o tažený nebo sunutý posunový díl. Proto jsou v takových případech přijata následující opatření:

- Posun probíhá v módu OS, tj. maximálně rychlostí 30 km/h
- MA je udělováno na základě postavené vlakové cesty podle rozhledových poměrů
- Strojvedoucí musí dodržet podmínky jízdy podle rozhledových poměrů
- V případě krátkých posunových pohybů (popotažení po jedné koleji), pro které se neprovádí stavění jízdní cesty, se posun organizuje plně dle pravidel předpisu SŽ D1

Další výjimkou, kdy posun nebude prováděn v provozních módech pro jízdu vlaku je posun po manipulačních kolejích, které jsou zaústěny do jiné manipulační koleje. Typicky se jedná o koleje vedoucí k čelním nebo bočním rampám, vlečkové koleje nebo koleje vedoucí do dep (pokud nejsou napojeny přímo do koleje dopravní). Vybavení takovýchto kolejí traťovou částí ETCS by bylo obtížně proveditelné a neúměrně nákladné vzhledem k jejich provoznímu zatížení. Proto bude posun na těchto kolejích prováděn v provozním módu SH. V tomto případě nemůže dojít k ohrožení jízd vlaků, protože z manipulační koleje, která ústí do koleje dopravní, již posunový díl pojede v provozním módu pro jízdu vlaku.

7.1.5 Shrnutí

Z výše uvedených informací je zřejmé, že takto prováděný posun vyžaduje jisté zvýšené nároky na vybavení železniční infrastruktury. Jedná se především o následující:

- Potřeba rozdělení staničních kolejí pomocí kolejových úseků tak, aby bylo zajištěno, že při provádění běžných posunovacích operací bude možné využít zmíněného principu založeného na volnosti kolejových úseků
- Staniční koleje musí být i na záhlaví dopraven
- Zajistit osazení Stop značek ETCS a Lokalizačních značek ETCS u takto rozdělených staničních kolejí pro možnost udělování MA a jeho úpravy v průběhu jízdy dle výše zmíněných podmínek
- Zajistit osazení vhodného počtu balíz, především na hlavních kolejích a v blízkosti hranic kolejových úseků tak, aby bylo možné získat co nejvíce aktuální údaje o poloze

- Potřeba osazení balíz a návěstidel ETCS i na manipulačních kolejích pro umožnění posunu v módu OS i z těchto kolejí
- Zapojení výhybek a výkolejek, po kterých mají být stavěny vlakové cesty, do ústředního přestavování

Pro znázornění rozmístění Stop značek ETCS a Lokalizačních značek v dopravnách potřebných pro posun v provozních módech pro jízdu vlaku byl vypracován výkres konfigurace kolejiště vzorové stanice, který je přílohou B této práce.

Z výše uvedeného vyplývá, že navržené opatření představuje nemalé investiční náklady pro provozovatele infrastruktury a bylo by vhodné jej implementovat současně s přechodem na ETCS L2 bez hlavních návěstidel, aby došlo k vzájemnému rozložení nákladů. A to alespoň ve stanicích, kde se pravidelně posunuje nebo kde dochází ke vzniku rizikových provozních situací, k čemuž lze využít dostupné statistiky. Vzhledem k eliminaci bezpečnostních rizik je však považováno za vhodné implementovat navržené opatření ve všech dopravnách na tratích ETCS L2 s benefity. Díky neustálému spojení s RBC totiž bude možné posunový díl kdykoliv zastavit, a to i v případech, kdy dojde k ohrožení jemu postavené jízdny jízdu jiného vlaku nebo posunového dílu, protože mobilní část pak automaticky přejde do módu Trip (Nedovolené projetí).

Další bezpečnostní přínosy tohoto opatření a principy organizování posunu v dopravnách vybavených ETCS L2 s benefity z pohledu provozních předpisů jsou uvedeny v kapitole 8.1 této práce. Aplikace návrhu vzorové stanice na konkrétní vybranou stanici je analyzována v kapitole 10.

7.2 Zvýšení zabezpečení posunu na tratích s ETCS L2 s hlavními návěstidly

Na tratích s ETCS L2 bez benefitů, tj. s ponechanými hlavními návěstidly, nebude možné využít principů uvedených v předchozí kapitole, jelikož ty jsou založeny na využití rozčlenění staničních kolejí pomocí Stop značek ETCS a Lokalizačních značek. Protože však bude tato úroveň systému aplikována na mnoha hlavních tratích a současně implementace ETCS L2 s benefity je časově náročnější, tj. dojde k ní až později, je vhodné stanovit odlišná opatření pro zvýšení zabezpečení posunu i v těchto dopravnách. Posun bude na tratích s ETCS L2 s hlavními návěstidly prováděn (až na určité výjimky, např. změna jízdy posunového dílu v jízdu vlaku bez zastavení) v provozním módu Posun (SH) po posunových cestách. V módu SH je rozvázáno spojení s RBC, a tedy není možné v případě nebezpečí nouzové zastavení posunového dílu prostřednictvím RBC. Proto je

potřeba využít jiných technických prostředků a provozních postupů, které zajistí eliminaci rizik nebo alespoň snížení případných následků MU.

7.2.1 Výstraha nedovoleného projetí návěstidla

Výstraha nedovoleného projetí návěstidla (VNPN) je bezpečnostní prvek, který na základě sledování jízdy drážních vozidel a informací o stavu zabezpečovacího zařízení vyhodnocuje případnou nedovolenou jízdu drážních vozidel kolem hlavních a seřaďovacích návěstidel. Při zjištění nedovoleného projetí je tato informace předána zaměstnancům řízení provozu a je vydán povel k zastavení vlaků, resp. posunových dílů či PMD. VNPN se v některých dopravních využívá i nyní, tato funkcionality tedy není podmíněna implementací ETCS ani jeho úrovní.

V souvislosti s ETCS však význam funkcionality VNPN nadále poroste, jelikož informaci o nedovoleném projetí návěstidla lze přenést do systému ETCS, který může provést reakci v podobě nouzového zastavení ohrožených drážních vozidel, které jsou ve spojení s RBC. Samotná funkcionality VNPN tedy nezastaví posunový díl v provozním módu SH, ale prostřednictvím ETCS může zastavit alespoň drážní vozidlo, jehož jízdní cesta je nedovoleným projetím návěstidla ohrožena. Současně je u návěstidla umístěna akustická výstraha, která se po nedovoleném projetí návěstidla spustí a vydává návěst Stůj, zastavte všemi prostředky, která je dostatečně hlasitá, aby ji zaměstnanci zúčastnění na posunu zaznamenali a zajistili zastavení posunového dílu.

Rozšíření funkcionality VNPN se přímo nabízí v souvislosti s implementací ETCS, jelikož během instalace traťové části dochází k pracím v kolejišti a zásahům do zabezpečovacího zařízení, což přináší vhodný prostor pro propojení VNPN a ETCS. VNPN umožňuje významně snížit riziko střetu drážních vozidel po nedovoleném projetí návěstidla i bez ETCS, nicméně u ETCS v úrovni 2 je důležitost tohoto opatření ještě větší, jelikož nedojde k upozornění pouze u drážního vozidla, které nedovoleně projelo návěstidlo, ale automaticky i u drážního vozidla, které je tímto projetím ohroženo. VNPN lze využít i na tratích ETCS L2 s benefity pro případy vypnutí traťové části ETCS, jízdy nevybavených vozidel nebo jízdy v módech, které nemusí zabránit nedovolené jízdě (kromě módu Posun např. i módy Na odpovědnost strojvedoucího, Izolace nebo Reverz).

7.2.2 Umožnění přímých vjezdů vlaků na manipulační koleje

V současnosti není možný přímý vjezd vlaků na manipulační koleje, resp. odjezd vlaků z manipulačních kolejí. Tato situace vznikla v minulosti, kdy byl posun prováděn jako nezabezpečený, tj. ručně přestavovanými výhybkami. Na tento princip postupně navazovala i architektura SZZ a určení a odlišení manipulačních kolejí ve veškerých legislativních

dokumentech tak zůstalo dodnes. Přitom v dnešní době moderního zabezpečovacího zařízení ovládaného často dálkově z dispečerských pracovišť již z pohledu autora mnoho důvodů pro ponechání tohoto stavu pominulo.

Umožnění přímých vjezdů vlaků na manipulační kolej za účelem následného posunu by vedlo ke snížení počtu potřebných posunových jízd, jelikož by se souprava, se kterou se bude posunovat, nemusela pro vykonání posunu přestavovat z dopravní koleje na manipulační, příp. by takový posun nemusel probíhat na koleji dopravní, ale na koleji manipulační, která je od kolejí dopravních oddělena boční ochranou (výkolejka, odvrtná kolej). Zároveň ale manipulační koleje často nesplňují přísnější parametry pro koleje dopravní, konkrétně např. průjezdný průřez, minimální rychlost, geometrické parametry koleje nebo traťovou třídu zatížení. Z těchto důvodů je vhodné ponechat rozlišení staničních kolejí na dopravní a manipulační a umožnit přímý vjezd vlaku na manipulační kolej pouze v případě, že se tento vlak bude ve stanici měnit na posunový díl. V takovém případě by samozřejmě na manipulačních kolejích nesměly být ručně stavěné výhybky a výkolejky, které musí být zapojené do ústředního přestavování, aby byla zajištěna plná kontrola pohyblivých prvků ve vlakové cestě.

Pro realizaci tohoto návrhu je třeba upravit logiku SZZ, aby bylo umožněno stavění vjezdových vlakových cest na manipulační kolej a odjezdových vlakových cest z manipulační koleje. V případě jízdní cesty vlaku vjíždějícího by se jednalo o vlakovou cestu podle rozhledových poměrů. Manipulační koleje nikdy nesmí být použity pro průjezd vlaku nebo pro jízdu vlaku osobní dopravy s přepravou cestujících. I nadále je také třeba dodržet podmínky boční ochrany vlakových cest odvrtnou polohou výhybek nebo výkolejek dle TNŽ 34 2620. Na tratích s ETCS L2 jde primárně o odvrtnou polohu výhybek, protože toto řešení je bezpečnější než použití výkolejek.

Během psaní této práce bylo nicméně zjištěno, že v tomto ohledu se prozatím neplánují zásadní změny, přestože poklesem počtu posunových jízd by došlo k poklesu rizika vzniku mimořádné události, ale i např. provozních nákladů dopravců. Na tuto problematiku panují odlišné názory nejen napříč odbory SŽ, ale i celkově v železničním prostředí. Hlavním problémem v současnosti je legislativa, která stavění vlakových cest na manipulační koleje neumožňuje a jejíž změna je považována za příliš komplikovanou. Z provozního pohledu není patrný rozdíl mezi jízdou posunového dílu rychlostí 40 km/h a jízdou vlaku shodnou rychlostí. Problematické by však mohlo být návěštění případné nižší povolené rychlosti na manipulační koleji (u rychlostí pod 30 km/h), což je nyní ošetřeno v ZDD a tato rychlost se nemusí návěstit. Z pohledu technologických principů fungování zabezpečovacího zařízení již rovněž není problém zahrnout

do jeho architektury možnost stavění vlakových cest na manipulační kolej (vlaková cesta podle rozhledových poměrů) nebo z manipulační koleje (běžná vlaková cesta).

V případě, že by se dlouhodobě držel současný stav, bylo by vhodné dbát zvýšené pozornosti alespoň na zajištění boční ochrany dopravních kolejí, a to především v oblasti nahrazování výkolejek odvratnou polohou výhybek, včetně zřizování odvratných kolejí v dopravních pro zajištění vyšší úrovně bezpečnosti oproti výkolejkám.

7.2.3 Další uvažovaná opatření

V této kapitole jsou nastíněna další opatření, která lze v budoucnu zvážit pro zvýšení bezpečnosti při provádění posunu na tratích s ETCS L2. Oproti předchozím opatřením jsou však tato považována za náročnější pro jejich implementaci z důvodu, že by se musely měnit v současnosti používané či uvažované principy, a to i na úrovni TSI CCS, příp. je půjde realizovat až v delším časovém horizontu.

7.2.3.1 Využití provozního módu SR

Provozní mód Na odpovědnost strojvedoucího (SR) je využíván především v případě poruch nebo jako přechodový mód, který umožňuje jízdu vlaku během toho, co mobilní část získává data z traťové části, tj. např. v případech, kdy není známá poloha hnacího vozidla do doby, než při jeho jízdě dojde k načtení balízy a přechodu do vyššího provozního módu. V tomto módu je strojvedoucí plně odpovědný za pohyb vlaku, přičemž ETCS kontroluje pouze nepřekročení rychlostního limitu pro mód SR, který na síti SŽ činí 40 km/h. Tento rychlostní strop je tedy stejný jako je tomu u provozního módu SH, zásadní rozdíl však spočívá v tom, že v provozním módu SR probíhá kontinuální komunikace s RBC, čehož lze využít k předávání dalších informací strojvedoucímu nebo k zastavení drážního vozidla (pokyn dispečera, informace z VNPN). Tento provozní mód však v současnosti není pro využití v oblasti posunu příliš zvažován, protože pro něj není primárně určen a oproti módům FS a OS nestojí na principu udělování MA, tj. nezajišťuje neprojetí návěstidla zakazujícího jízdu, proto jsou pro zvýšení úrovně bezpečnosti při posunu dále rozvíjeny módy FS a OS. Další komplikace je spatřována v současném využití módu SR, kdy není považováno za příliš vhodné využívat stejný provozní mód pro případ mimořádností a poruch systému ETCS a současně v případě běžně prováděného posunu. Nicméně kontinuální spojení s RBC je nespornou výhodou, protože eliminuje alespoň některá bezpečnostní rizika, která byla v této práci popsána. Při jistých změnách definice a využití provozního módu SR (což je ale dáno TSI) a stanovení pravidel, která by jasně definovala odlišnosti jeho použití při posunu, však lze i tento provozní mód považovat za využitelný pro posun.

7.2.3.2 Využití provozního módu SM

Dalším provozním módem, který lze v budoucnu pro posun uvažovat, je mód Supervised Manoeuvre (SM, Dohlížený posun). Jak název napovídá, oproti ostatním módům popsaným dříve v souvislosti se zvýšením zabezpečení posunu je tento provozní mód určen výhradně pro posun. Má sloužit především jako vylepšení oproti provoznímu módu SH, které spočívá v rádiově řízeném posunu, kdy nedochází k rozvázání spojení s RBC. Provozní mód SM nepotřebuje zadání vlakových dat jako celku, pouze délky posunového dílu. Dohled a zobrazení na DMI se velmi podobá provoznímu módu FS, odlišnosti jsou pouze v detailech. Zásadní nevýhodou je však to, že mód SM je definován zcela nově v posledních specifikacích, a to navíc pouze v jejich části. To přináší problémy jak ve zpětné kompatibilitě, protože mobilní část musí být alespoň v systémové verzi 3.0, aby bylo možné mód SM využít, tak v konkrétních specifikacích módu jako takového, protože zatím nejsou zcela zřejmé určité detaily, např. jak přesně bude zabezpečena jízda sunutého posunového dílu. Zatímco doladění technických a provozních principů v módu SM nepředstavuje zásadní problém, systémová verze mobilní části 3.0 a vyšší už z důvodu zpětné kompatibility znamená, že o případném využití provozního módu SM lze uvažovat nejdříve ke konci 30. let. Také z toho důvodu se nyní více rozvíjí pro posun módy FS a OS, protože zde není s kompatibilitou problém a s řešením problematiky posunu není vhodné dále čekat. V současnosti lze tedy očekávat spíše doladování provozního módu SM a rozvoj provozních módů FS a OS ve směru přibližování se k parametrům módu SM, a to minimálně do doby, než bude možné provozní mód SM využívat jednotně ve všech vozidlech.

7.2.3.3 Balízy v místech hranice posunu

Dalším opatřením, které zvyšuje zabezpečení posunu, je umístování nepřepínatelných balíz s informací Nebezpečí pro posun (Danger for Shunting). Ty se v současnosti projektují v místech hranice posunu v dopravnách, kterou představuje žlutý pás na zadní straně vjezdového návěstidla ve směru jízdy z dopravní a vjezdové návěstidlo ve směru jízdy do dopravní. Je-li vozidlo v provozním módu SH, dojde po načtení této informace k přechodu do módu Nedovolené projetí, nepoužije-li strojvedoucí funkci Override. Tyto balízy tedy zabraňují ujetí posunového dílu na širou trať, větší využití naleznou především u PMD. Pro další zvýšení zabezpečení posunu v dopravnách lze uvažovat jejich umístění i v místech, kde je to vzhledem k pravidelně prováděným provozním operacím vhodné pro ochranu ohrožených vlakových cest (např. výjezdy z dep, vleček, seřaďovacích stanic). Vzhledem k tomu, že strojvedoucí musí v takovém případě volit funkci Override, pokud jede v módu SH, je třeba umístění těchto balíz zvážit a jednoznačně definovat, aby nedocházelo k pravidelnému přechodu do módu Nedovolené projetí. Rozhodně

není vhodné při běžném posunu pravidelně využívat funkci Override. Nicméně například na hranicích nákladních obvodů stanic, ze kterých lze jet i v módech pro jízdu vlaku, lze o umístění těchto balíz uvažovat třeba v místech spojovacích kolejí. Toto opatření by mohlo mít význam i v případě umožnění přímých vjezdů vlaků na manipulační koleje, jak je popsáno v kapitole 7.2.2. V takovém případě by hranice posunu v dopravnách mohla vzniknout i u skupiny příslušných manipulačních kolejí, ze kterých by se dalo odjíždět v provozním módu pro jízdu vlaku. Nepřepínatelné balízy s informací Nebezpečí pro posun poté zajistí, že posunový díl v módu SH bude při výjezdu z této oblasti zastaven, nedojde-li k využití funkce Override.

7.3 Zvýšení zabezpečení posunu na tratích s ETCS L1 LS a ETCS STOP

Na tratích s těmito nižšími úrovněmi ETCS je dohled systému nad jízdou vlaku oproti ETCS L2 omezený a posun vždy probíhá dle konvenčních pravidel v provozním módu SH. Tím pádem i aplikovatelný soubor opatření pro zvýšení zabezpečení posunu je na tratích s ETCS L1 LS a ETCS STOP výrazně menší. Hlavní opatření zmíněná v předchozích kapitolách nelze na těchto tratích využít. Bezpečnostní rizika při provádění posunu jsou však na regionálních tratích obecně nižší než na hlavních tratích a zároveň jsou méně závažné i případné následky mimořádných událostí, a to z důvodu nižších rychlostí a menšího rozsahu provozu. I přes to však již došlo v těchto dopravnách k mimořádným událostem po projetí návěstidla zakazující jízdu posunového dílu, a tak je vhodné aplikovat alespoň ta opatření, u kterých je to možné.

Hlavním opatřením na těchto tratích je VNPN, což je opatření společné pro jízdu vlaků i posunových dílů a v dopravnách s ETCS L1 LS a ETCS STOP souvisí se samotným ETCS pouze okrajově. Problematické však může být, že VNPN se nyní zřizuje pouze v místech pokrytých rádiovým spojením (GSM-R nebo SRD TRS), což mnoho regionálních tratí nesplňuje. Nicméně VNPN lze implementovat i na tratě bez rádiového spojení, v takovém případě však není možné vydat povel k dálkovému zastavení vozidla. I přes to však tento bezpečnostní prvek může mít velký význam v podobě akustické indikace a předání informace do traťové části ETCS (viz dále), a proto je navrženo zřizovat VNPN i na tratích nepokrytých rádiovým spojením.

VNPN vyhodnocuje nedovolenou jízdu kolem hlavního nebo seřadovacího návěstidla a je detailněji popsána v kapitole 7.2.1. Pokud dojde k nedovolenému projetí návěstidla, je spuštěna akustická signalizace a zároveň je tato informace předána do zabezpečovacího zařízení a zaměstnancům řízení provozu. Oproti ETCS L2 není na tratích s ETCS L1 LS a ETCS STOP možné zastavení vlaků, resp. posunových dílů automatickou činností ETCS. Nicméně automaticky dochází ke změně návěsti příslušných návěstidel na návěst Stůj a přenesení této informace do

přilehlé balízové skupiny, u ETCS L1 LS i do in-fill balíz, čímž může dojít ke spuštění brzdění ještě před tím, než strojvedoucí spatří příslušné návěstidlo. V případě, že ohrožený vlak již projel kolem hlavního návěstidla, je stále možnost zastavení prostřednictvím zaměstnance řízení provozu (zejména u tratí s rádiovým spojením) nebo reakcí strojvedoucích na akustickou signalizaci VNPN. Přestože tedy VNPN nezajišťuje úplnou eliminaci rizik, výrazně přispívá ke zvýšení bezpečnosti, a to jak snížením rizik, tak snížením následků případných mimořádných událostí.

Podobně jako na tratích s ETCS L2 budou i na tratích ETCS L1 LS a ETCS STOP (pouze ve verzi D1) umístěny balízy s informací Nebezpečí pro posun, a to u vjezdových návěstidel. Tyto balízy tak zamezí nedovolenému ujetí posunového dílu na širou trať. Podrobněji o těchto balízách pojednává poslední odstavec kapitoly 7.2.3. Další využití těchto balíz, např. v úrovni odjezdových návěstidel se neuvažuje, protože jde o balízy nepřepínatelné, a tedy při každé jízdě posunu by musel strojvedoucí v tomto místě použít funkci Override. Navíc by takové řešení bylo odlišné od tratí s ETCS L2 a balízy s informací Nebezpečí pro posun by tak měly jiný význam na různých tratích, což není z provozního pohledu vhodné. Přestože tedy toto opatření přispívá ke zvýšení bezpečnosti pouze minimálně, jakékoliv snížení rizik, které je provozně a technicky realizovatelné, lze hodnotit vždy přínosně.

8. Návrh principů úprav předpisové základny

Současná předpisová základna pro oblast posunu pod ETCS vychází především z předpisů SŽ D1, SŽ Z8 díl IV, SŽ PPD-6/2022 a v blízké době rovněž z SŽ PPD-1/2024. Tři posledně zmíněné dokumenty doplňují konvenční pravidla pro posun z předpisu SŽ D1 o odlišnosti v oblastech vybavených traťovou částí ETCS. Tato doplňující ustanovení k předpisu SŽ D1 však upravují jen specifické provozní situace, při kterých se pod ETCS postupuje jinak, než bylo dosud běžné a nepřinášejí tak pro oblast posunu žádné zásadní novinky, které by měnily základní principy organizování posunu. Cílem této kapitoly je navrhnout nová provozní opatření pro zvýšení zabezpečení jízd posunových dílů, která vycházejí z technologických principů popsanych v kapitole 7 a která využijí všech možností, které zavádění systému ETCS přináší.

Pro stanovení rizik a příslušných vhodných opatření bylo využito Evidence posunu dopravce ČD Cargo a Statistiky mimořádných událostí SŽ, jež byly analyzovány v kapitole 4. Rovněž bude v určité míře přihlédnuto k zahraničním zkušenostem popsaným v kapitole 5, především k patrným opakujícím se trendům v oblasti zabezpečení posunu pod ETCS.

V současnosti se počítá s tím, že od doby účinnosti Pokynu provozovatele dráhy SŽ PPD-1/2024 a posléze novelizovaného předpisu SŽ D1 bude veškerý posun vozidel vybavených mobilní částí ETCS prováděn v provozním módu SH, a to i v oblastech nevybavených traťovou částí ETCS. Rovněž je třeba si uvědomit, že vozidla provádějící posun nemusí být vůbec vybavena mobilní částí ETCS, v takovém případě se bude postupovat jako dosud dle předpisu SŽ D1.

8.1 Posun v provozních módech pro jízdu vlaku

Zásadním opatřením pro zvýšení zabezpečení posunu na tratích ETCS L2 bez hlavních návěstidel je využití provozních módů FS, resp. OS. Toto opatření půjde využít pro jízdy jak tažených, tak sunutých posunových dílů podle principů uvedených v kapitole 7.1. Ze statistik mimořádných událostí vyplynulo, že ty nejrizikovější MU, kdy došlo k ohrožení jiné postavené jízdní cesty, a tím pádem i jízdy jiného drážního vozidla, nastaly téměř ve třech čtvrtinách případů při posunu vozidel osobní dopravy. Současně k naprosté většině těchto MU došlo v dopravnách na tratích zařazených do sítě TEN-T, tedy v dopravnách, kde je postupně plánována implementace ETCS L2 s benefity, které jízdy v módech FS a OS umožňuje. Toto opatření vznik MU eliminuje, jelikož při jízdě v provozních módech FS a OS je kontrolováno zastavení drážního vozidla před koncem oprávnění k jízdě (případně přiblížení k EoA uvolňovací rychlostí a následná reakce ETCS), zatímco provozní mód SH kontroluje pouze nepřekročení nejvyšší dovolené rychlosti pro posun.

V této kapitole jsou uvedeny provozní principy organizování posunu v provozních módech FS a OS, které navazují na technologické principy fungování zabezpečovacího zařízení uvedené v kapitole 7.1. Aby bylo možné jízdy posunových dílů provádět v provozních módech pro jízdu vlaku, musí být každému posunovému dílu přiděleno číslo, pod kterým budou takové jízdy evidovány. To mj. rovněž umožní provozovateli dráhy získat evidenci prováděných posunových jízd na síti, kterou může SŽ vhodně využít i k jiným účelům, např. pro stanovení vhodného provozního uspořádání dopraven při provádění jejich rekonstrukcí apod. Navržená opatření pro zvýšení zabezpečení posunu na tratích s ETCS L2 s benefity jsou detailně popsána v této a přechází kapitole a následně shrnuta do podoby navrženého provozního předpisu Posun v oblastech vybavených ETCS úrovně 2 s benefity, který je přílohou C této práce.

8.1.1 Organizace posunu v provozních módech FS, OS

Posun musí být i nadále sjednán dle předpisu SŽ D1. Po sjednání posunu s výpravčím, resp. dispečerem, zadá strojvedoucí do mobilní části ETCS vlaková data dle principu uvedeného v kapitole 7.1.2. Následně mu na základě sjednaného posunu a postavení vlakové cesty bude traťovou částí ETCS vydáno oprávnění k jízdě po stanovené místo v dopravně, tj. po Stop značku ETCS nebo po Lokalizační značku, a to buď v módu FS, nebo v módu OS. Zásadní změnou z provozního pohledu je tedy fakt, že posunový díl jedoucí v provozním módu pro jízdu vlaku bude využívat vlakové, nikoliv posunové cesty. V případě posunu na obsazenou kolej se bude jednat o vlakové cesty dle rozhledových poměrů.

Po zastavení vozidla před Stop značkou ETCS (Lokalizační značkou) strojvedoucí provede vypnutí řízení, čímž se mobilní část přepne do módu Pohotovostní stav (Stand-By, SB). Pokud bude jízda hnacího vozidla pokračovat opačným směrem, přejde strojvedoucí na druhé stanoviště, kde uvede mobilní část ETCS opět do provozu a provede zahájení mise, tj. zadá údaje o vlaku, identifikaci rádiové sítě a identifikaci RBC, aby mohlo dojít k navázání spojení s RBC. Následně mu bude na základě sjednaného posunu po postavení příslušné vlakové cesty vydáno další oprávnění k jízdě.

Provozní mód při posunu je určen pravidly uvedenými v kapitole 7.1.1. Dle provozního módu se liší rychlost, kterou strojvedoucí nesmí při posunu překročit. Tato rychlost činí 40 km/h při posunu v provozním módu FS a 30 km/h v provozním módu OS, tj. např. při sunutí. Strojvedoucí se při správné činnosti ETCS řídí při své jízdě oprávněním k jízdě a dalšími údaji, které mu jsou zobrazeny na DMI. Poté jsou pro něj návěsti pro posun návěstěné DNS neplatné, jelikož posunový díl využívá pro svou jízdu vlakové cesty.

V případě, kdy je nutné posunovat za označnick, je strojvedoucímu po sjednání posunu uděleno MA pouze k Stop značce ETCS ve funkci označnicku. Strojvedoucí musí před EoA použít funkci Override (Potlačení), aby mohl pokračovat v jízdě za EoA. Funkce Override je aktivní po dobu nejvýše 100 s a vzdálenost nejvýše 350 m, což je však vzhledem k délce staniční koleje na záhlaví a délce posunových dílů pro případný posun naprosto dostačující. Aby mohl strojvedoucí pokračovat za EoA, musí být výpravčím zpraven ETCS písemným rozkazem 01 o svolení minout EoA. Jinak je princip organizování posunu za označnick shodný s předpisem SŽ D1. Oproti tomuto předpisu však musí mít výpravčí přijat traťový souhlas pro příslušný směr i v případě posunu k označnicku, tj. na staniční kolej na záhlaví dopravní.

8.1.2 Posun při poruchách a výlukách ETCS

Vznikne-li porucha na traťové části ETCS, případně je na základě výlukového rozkazu prováděna výluka ETCS, dochází k vypnutí traťové části ETCS. Pokud je v dopravně vypnutá traťová část ETCS, nelze samozřejmě posun organizovat na základě MA v provozních módech FS a OS, a tak musí být posun prováděn v provozním módu Posun (SH). V takovém případě tedy strojvedoucí na DMI zvolí úroveň NTC (STM) a následně mód Posun.

Při posunu v provozním módu SH se posun organizuje s využitím posunových cest podle pravidel daných předpisem SŽ D1. Strojvedoucí se řídí návěstmi DNS platnými pro posun, které jsou z tohoto důvodu na tratích ETCS L2 s benefity i nadále navrhovány, stejně jako možnost stavění posunových cest. Při posunu za označnick musí strojvedoucí na hranici oblasti posunu použít funkci Override, podobně jako za činnosti ETCS.

Pokud má hnací vozidlo v poruše mobilní část ETCS, probíhá posun zcela bez dohledu ETCS dle pravidel daných předpisem SŽ D1. Podobně se v souladu s technickými specifikacemi postupuje i v případě, že hnací vozidlo není mobilní částí vůbec vybaveno.

Bezpečnostní riziko u těchto případů je hodnoceno jako přijatelné, jelikož se předpokládá vysoká spolehlivost traťové části, a tedy malý výskyt poruch, při kterých musí být ETCS vypnuto. Výluky ETCS jsou pak plánovány přednostně na období mimo provozní špičky, tj. v noci nebo v okrajových částech dne, případně o víkendech. Stejně tak se nepředpokládá četný posun vozidel bez mobilní části ETCS, což je podrobněji popsáno v kapitole 8.4.

8.1.3 Princip číslování posunových dílů

Číslování vlaků na síti SŽ se provádí nanejvýše šestimístními čísly, série 8xx xxx je pak vyhrazena pro posun mezi dopravními. Pro číslování posunových dílů je navrženo vyhrazení série 9xx xxx,

kde na pozici xx xxx bude obsaženo číslo vlaku (doplněné zleva nulami, je-li číslo vlaku kratší), a to následujícím způsobem:

- Posunovému dílu se soupravou, která do dopravní přijela jako vlak, příp. posunovému dílu vykonávanému hnacím vozidlem, které odstupuje od vlaku pro provedení posunu, bude na pozici xx xxx přiděleno číslo vlaku, od kterého toto vozidlo odstupuje
- Posunovému dílu se soupravou, která bude z dopravní odjíždět jako vlak, příp. posunovému dílu vykonávanému hnacím vozidlem, které nastupuje na výkon před jízdou vlaku, bude na pozici xx xxx přiděleno číslo vlaku, ke kterému toto vozidlo nastupuje
- Po přidělení čísla posunovému dílu jsou všechny jeho jízdy prováděny pod příslušným číslem až do úplného ukončení sjednaného posunu (např. objetí soupravy)

Většina čísel bude přidělena dle první odrážky, a to např. pro posun při objíždění soupravy. Čísla dle druhé odrážky budou přidělována např. při výjezdu vozidla z depa nebo v případě, kdy na soupravu bude najíždět jiné hnací vozidlo, než které ji na vlaku do stanice přivezlo.

V případě, kdy by bylo číslo vlaku mimořádně již šestimístné (z důvodu výluky, mimořádnosti apod.), bude číslo posunového dílu vygenerováno informačním systémem evidence čísel (ISEČ) podobně jako je tomu u PMD. Stejně bude postupováno v případech, které nesplňují ani jednu z odrážek uvedených výše, tj. např. při jízdě lokomotivních záloh apod. ISEČ bude pro tento účel potřeba upravit tak, aby umožňoval generování čísel i pro posunové díly a zároveň v případech, kdy bude číslo pro posunové díly generováno pomocí ISEČ, bylo toto číslo voleno tak, aby nemohlo v dané dopravně dojít k záměně posunových dílů (např. využitím série 99x xxx).

8.1.4 Časová náročnost posunu oproti provoznímu módu SH

Při posunu v provozních módech FS a OS může dojít ke zvýšení časové náročnosti prováděných úkonů, především při změně směru jízdy drážního vozidla, kdy je třeba provést ukončení mise na jednom stanovišti a následně znovu zahájit misi na druhém stanovišti. Pro zadávání dat o vlaku lze v případě jízdy samostatných hnacích vozidel vhodně využít předvolbu vlakových dat pro samostatné hnací vozidlo, kterou mobilní části disponují. Vlaková data jsou pak do systému zadána automaticky a strojvedoucí je již nemusí vyplňovat. Zahájení mise přesto může vzhledem k navazování spojení s RBC trvat cca 30 s. Oproti tomu v provozním módu SH nemusí docházet k navazování spojení s RBC, ovšem pouze v případě, je-li mobilní částí využitelná funkce Setrvání v posunu (Maintain Shunting).

Tato funkce umožňuje při ukončení mise přechod do módu Pasivní posun (PS), nikoliv do módu Stand-By (SB), a tedy po zahájení mise na druhém stanovišti vozidlo přejde rovnou do módu SH

bez navazování spojení s RBC. Nicméně velké množství vozidel není vybaveno dle nejnovějších specifikací a neumožňuje tak využití funkce Setrvání v posunu (definováno až v Baseline 3), takže časová náročnost posunu se zvýší i při posunu v módu SH. Při změně stanoviště na hnacím vozidle, které touto funkcí nedisponuje, bude totiž rovněž nutné při zahájení mise navázání spojení s RBC pro následné povolení k přechodu do módu SH, až následně dochází k rozvázání spojení s RBC. Prodloužení doby trvání posunu tak v navrhovaném stavu nastane pouze oproti vozidlům, vybaveným funkcí Setrvání v posunu dle nejnovějších technických specifikací. Vzhledem k závažnosti rizik, které toto opatření eliminuje, je však mírně delší doba provádění posunu v určitých situacích přijatelným řešením.

8.1.5 Bezpečnostní přínosy posunu v provozních módech FS a OS

Přínos navržených opatření pro posun v provozních módech FS a OS je naprosto zásadní pro zvýšení úrovně bezpečnosti při provádění posunu v dopravních vybavených ETCS L2 s benefity. Provozní módy FS a OS zajišťují bezpečné zastavení posunového dílu před návěstidlem zakazujícím jízdu a eliminují tak riziko projetí zakazující návěsti. Takto vzniklé mimořádné události mají dle statistik provozovatele dráhy nejzávažnější následky v podobě ohrožení jiné postavené a dovolené jízdní cesty. Vzhledem k trvalému spojení s RBC bude navíc možno posunový díl zastavit i jinými prostředky (povel dispečera, VNPN) např. v případě ohrožení jemu postavené jízdní cesty jízdou jiného drážního vozidla.

Tato opatření lze uplatnit v úrovni ETCS L2 s benefity, která bude postupně implementována na síti TEN-T a dalších nejvýznamnějších celostátních tratích. Tyto tratě jsou z hlediska provozu mnohem více zatížené než tratě, na kterých se plánuje implementace nižších úrovní ETCS. To je dalším důvodem pro uplatnění navržených opatření, protože míra rizika srážky vozidel po projetí zakazující návěsti a její případné následky jsou na těchto tratích mnohem vyšší.

Nevýhodou navržených opatření je, že je nelze využít v některých ojedinělých provozních situacích nebo v případě poruch a výluk ETCS, a tak je třeba tato opatření dále doplnit pro zvýšení úrovně bezpečnosti posunu i v provozním módu SH, čímž se zabývá následující kapitola této práce. Rovněž tato opatření nelze využít na tratích s nižšími aplikačními úrovněmi ETCS, přičemž zejména úroveň ETCS L2 s hlavními návěstidly bude přinejmenším zpočátku zavedena i na koridorových tratích.

8.2 Zvýšení zabezpečení posunu na tratích s ETCS L2 s hlavními návěstidly

Přestože zásadním opatřením pro zvýšení bezpečnosti při provádění posunu je využití provozních módů pro jízdu vlaku, tak tyto provozní módy nelze využít na tratích s ETCS L2 s hlavními

návěstidly a s nižšími úrovněmi ETCS, jak již bylo v této práci několikrát zmíněno. Posun se zde bude provádět v provozním módu SH podle konvenčních pravidel. Proto je třeba navrhnout sadu opatření, která eliminuje bezpečnostní rizika i při posunu v tomto provozním módu. Tato opatření naleznou uplatnění především na tratích s ETCS L2 ve verzi s hlavními návěstidly. Jelikož provozní mód SH nezajišťuje bezpečné zastavení posunového dílu před návěstidlem zakazujícím jízdu, vycházejí tato opatření především z vylepšení zabezpečovacího zařízení a dalších úprav zmíněných v kapitole 7.2.

Hlavním opatřením na těchto tratích je využití bezpečnostního prvku VNPN. Jeho funkci strojvedoucí během běžně prováděného posunu nepozná, projeví se totiž až v případě nedovoleného projetí návěstidla. Posunový díl v provozním módu SH nebude možné zastavit automaticky na základě provázání VNPN s ETCS, ale strojvedoucí může být upozorněn akustickou signalizací VNPN, příp. zaměstnancem řízení provozu. V souvislosti s postupným nasazováním VNPN s akustickou signalizací (Stůj, zastavte všemi prostředky) je potřebné informovat strojvedoucí, osoby zúčastněné na posunu a zaměstnance řízení provozu o funkcionalitách tohoto bezpečnostního prvku, aby bylo v případě potřeby možné rychle a správně zareagovat na informaci o nedovoleném projetí návěstidla.

Dalším opatřením, jež je detailně popsáno v kapitole 7.2.2., je umožnění přímých vjezdů vlaků na manipulační kolej za účelem provedení posunu. Z provozního pohledu je třeba, aby při takové jízdě byla vlaku vždy návěstěna rychlost 40 km/h (případně nižší, např. v oblasti výhybek), protože manipulační koleje jsou z konstrukčního hlediska stavěny maximálně na tuto rychlost, jelikož je to nejvyšší dovolená rychlost pro posun. Vlaková cesta (v tomto případě vlaková cesta podle rozhledových poměrů) musí na příslušné koleji vždy končit, není možné postavit vlakovou cestu pro vlak projíždějící. Posun se po zastavení vlaku na manipulační koleji provádí dle současných konvenčních pravidel.

Mezi uvažovaná opatření je zařazeno rovněž využití nově specifikovaného provozního módu SM, který během posunu udržuje komunikaci s RBC. Tento provozní mód bude možné využít až v momentě, kdy všechna hnací vozidla provozovaná na tratích s ETCS L2 budou vybavena mobilní částí v systémové verzi 3.0 a vyšší, a to z toho důvodu, aby na těchto tratích byla vždy dodržena jednotná pravidla pro posun. Dle technických specifikací tohoto módu, které jsou v současnosti stále v řešení pak bude třeba upravit i příslušné provozní předpisy, jelikož pro většinu provozních situací bude pro posun upřednostňován právě mód SM oproti módu SH.

8.3 Zvýšení zabezpečení posunu na tratích s ETCS L1 LS a ETCS STOP

Na tratích s ETCS L1 LS a ETCS STOP je navržen odlišný soubor opatření pro zvýšení úrovně bezpečnosti při provádění posunu, který doplňuje dokument SŽ TSI CCS/MP3. Posun na těchto tratích bude prováděn vždy v provozním módu SH dle konvenčních pravidel pro posun, jelikož dohled ETCS je v tomto případě pouze omezený. Podobně jako na tratích s ETCS L2 s hlavními návěstidly bude hlavním opatřením aplikace bezpečnostního prvku VNPN, proto je rovněž potřeba informování zúčastněných osob o funkcionalitách tohoto prvku pro zajištění správné reakce při vyhodnocení nedovoleného projetí návěstidla. Do provozních předpisů je nutné rovněž zapracovat potřebu využití funkce Override při posunu přes hranici oblasti pro posun.

Vzhledem k funkcionalitám úrovně L1 LS a STOP a provoznímu zatížení těchto tratí, a to jak z pohledu jízd vlaků, tak z pohledu statistik prováděných posunových jízd není pro tyto tratě uvažováno s dalšími opatřeními pro zvýšení zabezpečení posunu. Zvýšení úrovně bezpečnosti se na těchto tratích významně týká samotných jízd vlaků, což však není předmětem této práce. Bezpečnostní rizika při posunu jsou vzhledem k výše zmíněnému v navrhované podobě s využitím VNPN považována za přijatelná.

8.4 Posun hnacích vozidel nevybavených mobilní částí ETCS

TSI nevyžadují, aby vozidla provádějící posun byla vybavena mobilní částí ETCS. Pro taková vozidla nepůjde logicky využít opatření navržená v předchozích odstavcích, ať už se jedná o jakýkoliv provozní mód. Vzhledem k tomu, že počet vozidel vystavených na výkony staničních záloh stále klesá a naprostá většina těchto hnacích vozidel se používá i pro vozbu vlaků, bude celkové množství takto nevybavených vozidel velmi malé a se stále častějším nasazováním nových vozidel, především jednotek, lze očekávat další postupný pokles výkonu staničních záloh. Navíc významná část staničních záloh je určena pro posun na seřaďovacích nádražích, která jsou od zbytku kolejiště oddělena buď celkově, nebo alespoň bočními ochranami. Ta vozidla, která jsou vystavena i na vozbu vlaků, budou muset být mobilní částí ETCS vybavena, a tedy budou moci při posunu využít navržených opatření.

Z těchto důvodů je míra rizika vzniku mimořádné události zapříčiněné projetím návěstidla zakazujícího jízdu při posunu vozidly nevybavenými mobilní částí ETCS akceptovatelná, a to především díky nízkému a nadále klesajícímu počtu takovýchto vozidel. Pro posun s těmito vozidly tedy není navrženo dalších provozních opatření.

9. Diskuse a zhodnocení návrhu

Navržená sada opatření přináší významné zvýšení bezpečnosti při provádění posunu v dopravnách. Pomocí vhodně stanovených opatření cílených především na provozně nejzatíženější tratě dochází k eliminaci rizik nebo alespoň snížení jejich případných dopadů. Na tratích vybavených ETCS L2 s benefity navržená opatření při splnění všech podmínek a správné funkčnosti ETCS zamezují nedovolenému projetí návěstidla, což je příčinou nejzávažnějších mimořádných událostí vzniklých při posunu. Přestože přínos navržených opatření je zřejmý a v současnosti je velmi patrný trend zvýšení bezpečnosti na železnici, oblast posunu zůstává prozatím poněkud stranou. ETCS je samozřejmě určeno především pro zabezpečení jízd vlaků, nicméně velké provozní změny, které ETCS přináší, jsou vhodnou příležitostí pro změnu principů i v organizování posunu, kde během vývoje moderních technologií v posledních desetiletích nedošlo k žádným zásadním změnám. Realizace navržených opatření vyžaduje změnu provozních předpisů i úpravu technologických principů zabezpečovacího zařízení. Zatímco v oblasti předpisů lze očekávat relativně bezproblémovou změnu v návaznosti na navržená opatření, u zabezpečovacího zařízení budou změny složitější. Jsou totiž vyžadovány zásahy do logiky stavědel, a to hned v několika oblastech, což s sebou přináší zvýšenou časovou i finanční náročnost, a tedy možné komplikace pro implementaci navržených opatření.

Oproti současnému stavu, kdy je jízda posunových dílů velmi závislá na lidském činiteli, dojde k využití vlakového zabezpečovacího zařízení i k rozšíření funkcí staničního zabezpečovacího zařízení doplněním nových bezpečnostních prvků. Nyní se pro posun počítá s využitím módu SH, který však kontroluje pouze nepřekročení nejvyšší dovolené rychlosti pro posun a nedokáže zabránit vzniku mnoha rizikových situací, proto je navržena sada opatření pro zvýšení zabezpečení posunu. Vzájemné provázání VZZ a SZZ v těch nejvytíženějších dopravnách přispěje k eliminaci nejvýznamnějších rizik. Navržený stav klade důraz na prvky automatizace a s dalším rozvojem a digitalizací železnice jej bude možné nadále rozvíjet. V souvislosti s vývojem ETCS jako takového tak lze do budoucna očekávat výrazně bezpečnější a interoperabilní evropskou železnici, a to i v oblasti posunu.

Z navrhovaných opatření má jednoznačně největší význam využití provozních módů FS a OS pro jízdy posunových dílů v dopravnách vybavených ETCS L2 s benefity. Jednotlivé aspekty, přínosy, ale i možná úskalí jsou detailně zmíněny v příslušných kapitolách této práce. Jako celek toto opatření, které je uvažováno i v jiných zemích, zajistí požadovanou úroveň bezpečnosti posunu na hlavních koridorech a tratích páteřní sítě TEN-T. Právě vhodnou spoluprací se zahraničními správci železniční infrastruktury je možné toto opatření dále rozvíjet a v přípravě potřeby upravit

tak, aby šlo použít v jednotlivých státech s ohledem na jejich odlišnosti. Vývoj lze očekávat i u provozního módu SM, který odstraňuje některé nedostatky módu SH, ale zatím v podstatě není využitelný z důvodu nekompatibility s mobilními jednotkami ve vozidlech.

Důležitým bezpečnostním prvkem, a to jak pro jízdy vlaků, tak pro jízdy posunových dílů, je Výstraha nedovoleného projetí návěstidla. VNPN je možné aplikovat ve všech dopravních bez ohledu na úroveň ETCS, což je její nespornou výhodou. Možnosti jejího využití ale rostou s rostoucí úrovní ETCS, a tak u ETCS L2 lze zajistit vzájemné propojení VNPN a ETCS tak, aby došlo k automatickému zastavení vozidla poté, co jsou porušeny podmínky bezpečnosti jemu postavené jízdni cesty. U tratí s nižšími aplikačními úrovněmi ETCS zase představuje VNPN nejvýznamnější opatření přispívající k bezpečnosti i na méně významných tratích, a to přestože je s ETCS jako takovým provázána pouze okrajově (omezený přenos informací do traťové části ETCS).

Dlouhodobě opomíjená oblast posunu přináší i další možnosti zvýšení bezpečnosti, ať už se jedná o vymezení oblasti hranice posunu pomocí balíz nebo o možnost přímého vjezdu nákladních vlaků na manipulační koleje za účelem provedení posunu, a tím pádem poklesu počtu potřebných posunových jízd i provozních nákladů. Oblast ERTMS je stále velmi živá, pravidelně dochází k úpravám a vylepšením technických specifikací tak, aby odpovídaly aktuálním požadavkům a vývoji v oblasti technologií a digitalizace. Proto nelze vyloučit, že v budoucnu se objeví i jiné možnosti, jak ke zvýšení zabezpečení posunu přispět, nicméně poznatky této práce vychází z aktuálních předpokladů a možností aplikovatelnosti na české železniční síti.

V návaznosti na změnu technologických principů musí dojít i ke změně provozních postupů a předpisů. S tím souvisí i proškolení všech provozních zaměstnanců jak na straně provozovatele dráhy, tak na straně dopravců. Je potřeba, aby předpisy byly co nejvíce jednotné a měly stanoveno co nejméně výjimek z běžných provozních situací. Stejně tak jak ale bude odlišný provoz s hlavními návěstidly a provoz bez hlavních návěstidel, musí být v určitých částech odlišné i příslušné provozní předpisy. Důležité je jednoznačné určení úrovně ETCS v té které dopravně, aby bylo bez jakýchkoliv pochybností jasné, jaká pravidla v příslušné situaci platí.

Jak již bylo zmíněno, na nejvytíženějších tratích, kde bude implementováno ETCS L2 s benefity, je nejdůležitějším opatřením využití provozních módů FS a OS pro jízdy posunových dílů. Pro získání přehledného zhodnocení tohoto opatření, které svým významem všechny ostatní opatření převyšuje, byla využita SWOT analýza, jejíž výsledky jsou uvedeny v následující tabulce č. 3.

Tabulka 3: SWOT analýza navrhovaného opatření využití provozních módů FS a OS pro posun

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> • Význam pro nejvíce zatížené tratě • Souvislé spojení posunového dílu s RBC • Jízda posunového dílu s dohledem brzdné křivky • Obecné využití ve všech základních provozních situacích • Další doplňková bezpečnostní opatření (VNPN) • Posun stále prováděn dle pravidel jízdy podle rozhledových poměrů • Využití principů současných provozních předpisů (sjednání posunu) • Zajištění provozních opatření při výlukách a poruchách ETCS (DNS) • Nižší časová náročnost oproti módu SH, není-li vozidlo vybaveno funkcí Setrvání v posunu • Kompatibilní s mobilní částí bez ohledu na systémovou verzi OBU • Pokročilejší vývoj a snadnější implementace oproti provoznímu módu SM 	<ul style="list-style-type: none"> • Využitelné pouze na tratích ETCS L2 s benefity • Nutné infrastrukturní zásahy (přidání počítačů náprav, osazení balíz) • Nezbytná změna logiky stavědel SZZ • Potřeba zavést číslování posunových dílů • Zadávání zjednodušených vlakových dat v případě častých změn ve složení soupravy • Zvýšení časové náročnosti oproti módu SH, disponuje-li vozidlo funkcí setrvání v posunu (vliv na kapacitu dráhy) • Velká změna v organizování posunu pro provozní zaměstnance
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> • Eliminace mimořádných událostí při posunu • Zvýšení zabezpečení posunu, a tím pádem bezpečnosti železnice jako celku • Zajištění bezpečného zastavení posunového dílu před místem ohrožení • Možnost zastavení posunového dílu povelom dispečera v případě nebezpečí • Spuštění nouzového brzdění ohroženého vlaku při porušení podmínek jeho vlakové cesty (po nedovolené jízdě posunového dílu za EoA) • Evidence jízd posunových dílů (na základě číslování posunových dílů) a její další využití • Využití nových možností, které ETCS přináší, při dosažení dostatečné flexibility • Další vývoj ETCS v oblasti zabezpečení posunu • Možnost zahraniční spolupráce v řešení dané problematiky • Unifikace provozních pravidel organizace posunu v evropském železničním prostoru 	<ul style="list-style-type: none"> • Náročnost úpravy logiky stavědel (zásahy do SZZ, výluky) • Vysoké investiční náklady (SZZ, infrastruktura) • Odlišná provozní pravidla (předpisy) oproti tratím s ostatními úrovněmi ETCS • Nutná provozní opatření při nesplnění stanovených podmínek (např. obsazené kolejové úseky) • Pevně stanovená hodnota uvolňovací rychlosti bez ohledu na délku ochranné dráhy • Navázání rozlišení taženého/sunutého posunového dílu na SZZ • Vozidla určená výhradně pro posun nemusí být vybavena mobilní částí ETCS

Z uvedené tabulky vyplývá, že navržené opatření významně zvýší úroveň bezpečnosti při provádění posunu, a to zejména u běžných provozních situací, což představuje nejzásadnější silnou stránku. Výhodou jsou ale i stanovená pravidla pro případ poruch nebo výluk ETCS, která

však již samozřejmě nedosahují shodné úrovně bezpečnosti. Velkou příležitostí do budoucna představuje aktivita evropských správců infrastruktury v této problematice, která může vést k dalšímu vývoji zabezpečení posunu pod ETCS a v ideálním případě i ke sjednocení pravidel v oblasti posunu, a to alespoň na páteřních tratích sítě TEN-T.

Slabou stránkou jsou především potřebné zásahy do infrastruktury a SZZ, jejichž náročnost a výše potřebných finančních nákladů je největší hrozbou, která může implementaci navrženého opatření ohrozit. Pokud však chceme zajistit vyšší bezpečnost železničního prostoru jako celku, je nutné se věnovat i dosud nepřilíživě řešené oblasti posunu, což s sebou samozřejmě přináší náklady, jejichž vynaložení je však pro dosažení vyšší úrovně bezpečnosti nutné.

V této práci byla popsána některá rizika, která se při posunu objevují, a zároveň opatření, která mají za cíl zmírnění těchto rizik. Pro větší přehlednost jsou tato rizika uvedena a podrobněji popsána v následující tabulce č. 4, a to včetně způsobu mitigace (ošetření) daného rizika prostřednictvím navržených opatření. Seznam rizik vychází ze v současnosti používaných principů organizace a zabezpečení posunu (tj. bez ETCS). K jednotlivým rizikům je přiřazena pravděpodobnost výskytu, míra dopadu a celkové hodnocení, a to na základě informací a znalostí, které autor získal při psaní této práce. Pro získání uceleného pohledu na řešenou problematiku by bylo vhodné provést detailní analýzu rizik pomocí metody CSM (Common Safety Method) dle nařízení Evropské komise č. 402/2013 o společné bezpečnostní metodě pro hodnocení a posuzování rizik. Zpracování metody CSM však převyšuje rozsah této práce, proto se autor rozhodl zpracovat alespoň seznam rizik s jejich navrhovaným ošetřením. Matice rizik, kterou autor sestavil a ze které vychází pro určení hodnocení identifikovaných rizik, je uvedena na následujícím obrázku.

		Míra dopadu				
		Zanedbatelná	Mírná	Významná	Velmi významná	Katastrofická
Pravděpodobnost výskytu jevu	Vzácná	Nízké	Nízké	Střední	Střední	Vysoké
	Nepravděpodobná	Nízké	Nízké	Střední	Vysoké	Vysoké
	Možná	Nízké	Střední	Vysoké	Vysoké	Velmi vysoké
	Pravděpodobná	Střední	Střední	Vysoké	Velmi vysoké	Velmi vysoké
	Téměř jistá	Střední	Vysoké	Velmi vysoké	Velmi vysoké	Velmi vysoké

Obrázek 50 – Matice rizik

Tabulka 4: Seznam rizik vznikajících při posunu a způsobu jejich ošetření v navrhovaném stavu

Riziko & popis rizika	Mitigace rizika
<p>Projetí návěsti zakazující jízdu</p> <p><i>Toto riziko je v současnosti autorem vnímáno jako riziko s nejčtetnějším výskytem v poměru k jeho závažnosti. Svědčí o tom i statistika mimořádných událostí SŽ. Míra dopadu tohoto rizika se odvíjí od konkrétní situace (viz další rizika), nicméně obecně ji lze hodnotit jako významnou.</i></p> <p>Pravděpodobnost výskytu: Pravděpodobná Míra dopadu: Významná Hodnocení rizika: Vysoké</p>	<p>ETCS L2 s benefity: Dohled nad jízdou posunového dílu dle brzdnych křivek. Uvolňovací rychlost 15 km/h je hodnocena jako akceptovatelná kvůli automatickému spuštění brzdění po případném projetí EoA, a aktivace bezpečnostní funkce VNPN.</p> <p>ETCS L2 s hlavními návěstidly: Snížení <u>dopadů</u> rizika pomocí bezpečnostní funkce VNPN a jejímu provázání s ETCS -> automatické spuštění brzdění ohroženého vlaku po projetí návěsti zakazující jízdu posunovým dílem.</p> <p>ETCS Regional: Snížení <u>dopadů</u> rizika pomocí bezpečnostní funkce VNPN a jejímu (byť v tomto případě omezenému) provázání s ETCS -> přenos informace do balíz u hlavních návěstidel.</p>
<p>Ohrožení dovolené jízdy jiného drážního vozidla</p> <p><i>Toto riziko představuje zásadní dopad nedovoleného projetí návěstidla. K ohrožení jízdy jiného drážního vozidla dochází cca ve třetině případů projetí návěsti zakazující jízdu, nicméně dopadem této události může být i střet drážních vozidel.</i></p> <p>Pravděpodobnost výskytu: Možná Míra dopadu: Velmi významná Hodnocení rizika: Vysoké</p>	<p>ETCS L2 s benefity: Snížení rizika nedovoleného projetí EoA (viz výše). Zároveň automatické spuštění nouzového brzdění i u ohroženého drážního vozidla v případě projetí EoA posunového dílu uvolňovací rychlostí. Možnost zastavení posunového dílu i povellem dispečera díky trvalému spojení s RBC.</p> <p>ETCS L2 s hlavními návěstidly: Automatické spuštění brzdění ohroženého vlaku (<u>nikoliv</u> posunového dílu) <u>po</u> projetí návěsti zakazující jízdu posunovým dílem. Varování strojvedoucího posunového dílu pomocí VNPN.</p> <p>ETCS Regional: Spuštění VNPN v případě nedovoleného projetí návěstidla, přenos informace do balízových skupin u hlavních návěstidel -> dojde k ohrožení jízdy jiného drážního vozidla, ale dopad rizika je snížen.</p>

Riziko & popis rizika	Mitigace rizika
<p style="text-align: center;">Střet drážních vozidel</p> <p><i>Střet drážních vozidel lze hodnotit jako riziko s nejzávažnější možnou mírou dopadu, a to především na hlavních tratích s vysokou traťovou rychlostí. Pravděpodobnost výskytu je stále hodnocena jako možná (nikoliv nižším stupněm), protože na základě popisu mimořádných událostí ke srážkám po projetí návěsti zakazující jízdu nedochází pouze souhrou náhod a šťastných okolností.</i></p> <p>Pravděpodobnost výskytu: Možná Míra dopadu: Katastrofická Hodnocení rizika: Velmi vysoké - nepřijatelné</p>	<p>ETCS L2 s benefity: Eliminace tohoto rizika na úplné minimum díky dohlížení jízdy posunového dílu + automatické reakci ETCS při nedovoleném projetí EoA uvolňovací rychlostí + možnosti zastavení všech drážních vozidel povelom dispečera díky trvalému spojení s RBC.</p> <p>ETCS L2 s hlavními návěstidly: Automatické spuštění brzdění ohroženého vlaku (<u>nikoliv</u> posunového dílu) <u>po</u> projetí návěsti zakazující jízdu posunovým dílem. Varování strojvedoucího posunového dílu pomocí VNPN -> eliminace rizika srážky a zásadní snížení případných dopadů tohoto rizika (snížení rychlosti před srážkou).</p> <p>ETCS Regional: Spuštění VNPN v případě nedovoleného projetí návěstidla, přenos informace do balízových skupin u hlavních návěstidel -> riziko srážky a zejména případných dopadů je sníženo (snížení rychlosti před srážkou).</p>
<p style="text-align: center;">Překročení nejvyšší dovolené rychlosti</p> <p><i>V současnosti je překročení nejvyšší dovolené rychlosti při posunu dohlíženo pouze u některých typů VZZ, a to nejednotným způsobem. Navíc současné VZZ nedokáží pracovat s omezenou rychlostí při jízdách sunutých posunových dílů. Vzhledem k tomu, že posun se provádí v dopravnách, s častými změnami směru jízdy a na poměrně krátké vzdálenosti, je pravděpodobnost výskytu tohoto rizika relativně nízká, nicméně může mít významné dopady na bezpečnost železničního provozu.</i></p> <p>Pravděpodobnost výskytu: Nepravděpodobná Míra dopadu: Významná Hodnocení rizika: Střední</p>	<p>ETCS L2 s benefity: Kontrola nejvyšší dovolené rychlosti posunového dílu po celou dobu provádění posunu, včetně rozlišení rychlostního omezení pro sunuté posunové díly a případných omezení traťové rychlosti.</p> <p>ETCS L2 s hlavními návěstidly & ETCS Regional: Kontrola nejvyšší dovolené rychlosti posunového dílu po celou dobu provádění posunu (mód SH), avšak bez rozlišení rychlostního omezení pro sunuté posunové díly.</p>
<p style="text-align: center;">Poškození infrastruktury (rozřez výhybky, vidlicová jízda)</p> <p><i>V souvislosti s nedovoleným projetím návěstidla, tj. jízdou za konec postavené jízdní cesty může dojít k poškození infrastruktury, např. v podobě rozřezu výhybky nebo poškození výkolejky. Vzniklá škoda je ve většině případů malá, nicméně stále se jedná o zbytečně vynaložené finanční prostředky a ohrožení bezpečnosti železničního provozu.</i></p> <p>Pravděpodobnost výskytu: Možná Míra dopadu: Mírná Hodnocení rizika: Střední</p>	<p>ETCS L2 s benefity: Snížení tohoto rizika díky dohledu ETCS nad jízdou posunového dílu. Riziko poškození infrastruktury vzhledem k nenulové uvolňovací rychlosti bez ohledu na délku ochranné dráhy je hodnoceno jako akceptovatelné kvůli nízké hodnotě RS a aktivaci nouzového brzdění po projetí EoA.</p> <p>ETCS L2 s hlavními návěstidly & ETCS Regional: Omezená mitigace tohoto opatření vzhledem k jízdě v módu SH. Možné alespoň mírné snížení rychlosti jízdy posunového dílu po spuštění VNPN (při včasné reakci strojvedoucího).</p>

Riziko & popis rizika	Mitigace rizika
<p style="text-align: center;">Vykolejení posunového dílu</p> <p><i>Při nedovolené jízdě posunového dílu může rovněž dojít k jeho vykolejení, a to jak na výkolejce, tak na výhybce přestavené do opačné polohy. Jedná se sice o bezpečnější stav, než když by další jízdou došlo k ohrožení dovolené jízdní cesty jiného drážního vozidla, nicméně míra dopadu je i tak významná, protože může dojít k významné finanční škodě i ohrožení zdraví.</i></p> <p>Pravděpodobnost výskytu: Možná Míra dopadu: Významná Hodnocení rizika: Vysoké</p>	<p>ETCS L2 s benefity: Eliminace tohoto rizika na minimum díky dohledu ETCS nad jízdou posunového dílu. Riziko vykolejení je vzhledem k nízké hodnotě RS a aktivaci nouzového brzdění po projetí EoA minimální.</p> <p>ETCS L2 s hlavními návěstidly & ETCS Regional: Částečná mitigace bezpečnostní funkcí VNPN, včasná reakce strojvedoucího může vést k dostatečnému snížení rychlosti pro zabránění vykolejení po nedovoleném projetí návěstidla. Toto se týká především výhybek, výkolejky jsou často umístěny bezprostředně za příslušným návěstidlem.</p>
<p style="text-align: center;">Nedovolené projetí označnicku (vjetí posunového dílu na širokou trať)</p> <p><i>Při posunu směrem k označnicku vzniká riziko projetí tohoto návěstidla, které má za následek opuštění dopravní a nedovolené vjetí posunového dílu na širokou trať. K této události sice dochází výjimečně, nicméně dopady mohou být významné v podobě ohrožení jízdy jiných drážních vozidel (zejména na jednokolejných tratích) nebo ohrožení účastníků silničního provozu na přejezdech.</i></p> <p>Pravděpodobnost výskytu: Vzácná Míra dopadu: Významná Hodnocení rizika: Střední</p>	<p>ETCS L2 s benefity: Posun ke Stop značce ETCS ve funkci označnicku je zabezpečen stejně jako ostatní jízdy posunu, tj. dohlížením brzdících křivek a případnou aktivací nouzového brzdění po projetí EoA uvolňovací rychlostí. Je zabráněno ohrožení jízdy jiných drážních vozidel na širé trati.</p> <p>ETCS L2 s hlavními návěstidly & ETCS Regional: Umístění balíz na hranici oblasti posunu (tj. v místě označnicku), které spustí nouzové brzdění posunového dílu v módu SH.</p>
<p style="text-align: center;">Nedodržení podmínek jízdy se zvýšenou opatrností přes přejezd v poruše</p> <p><i>Při posunu přes přejezd v poruše je strojvedoucí zpraven o nutnosti jet přes daný přejezd se zvýšenou opatrností. Není však nijak dohlíženo, že strojvedoucí tyto podmínky dodrží, zároveň může dojít i k tomu, že zaměstnanec řízení provozu zapomene strojvedoucího zpravit příslušným písemným rozkazem.</i></p> <p>Pravděpodobnost výskytu: Nepravděpodobná Míra dopadu: Mírná Hodnocení rizika: Nízké</p>	<p>ETCS L2 s benefity: Díky využití módu FS nebo OS traťová část ETCS nařídí omezení rychlosti pro posun přes příslušný přejezd a zároveň toto omezení dohlídí.</p> <p>ETCS L2 s hlavními návěstidly & ETCS Regional: Vzhledem k využití módu SH a rozvázání spojení s RBC nelze strojvedoucímu předat informace o poruše přejezdu prostřednictvím ETCS. Riziko je v tomto případě hodnoceno jako akceptovatelné.</p>

Riziko & popis rizika	Mitigace rizika
<p>Náhlá změna návěsti před posunovým dílem</p> <p><i>V určitých případech (např. odvolání postavené posunové cesty z důvodu nebezpečí, porucha ZZ) může dojít k náhlé změně návěsti na návěstidle před posunovým dílem. V závislosti na rychlosti jízdy posunového dílu, jeho vzdálenosti k návěstidlu a rychlosti reakce zaměstnanců zúčastněných na posunu může dojít buď k bezpečnému zastavení, nebo také k projetí návěstidla s možnými dalšími důsledky (viz předchozí rizika).</i></p> <p>Pravděpodobnost výskytu: Vzácná</p> <p>Míra dopadu: Významná</p> <p>Hodnocení rizika: Střední</p>	<p>ETCS L2 s benefity: Automatická reakce ETCS v podobě zkrácení MA nebo spuštění nouzového brzdění, je-li příslušné návěstidlo (DNS) umístěno na vzdálenost kratší, než na nově vypočtenou délku brzdné dráhy.</p> <p>ETCS L2 s hlavními návěstidly & ETCS Regional: Vzhledem k využití módu SH a rozvázání spojení s RBC nemůže dojít k předání této informace do mobilní části ETCS. Vzhledem k omezeným možnostem řešení je nutné toto riziko s přihlédnutím k pravděpodobnosti jeho výskytu akceptovat. V případě ETCS L2 s hlavními návěstidly je míra dopadu tohoto rizika částečně snížena propojením ETCS s VNPN.</p>
<p>Ujetí nezajištěných vozidel & Roztržení posunového dílu</p> <p><i>Při posunu může dojít k ujetí vozidel, která nejsou správně zajištěna (např. po odpojení hnacího vozidla). Tato vozidla pak mohou způsobit poškození infrastruktury, ohrožení dovolené jízdy jiného drážního vozidla nebo v nejhorším případě i střet drážních vozidel. K ujetí vozidel s podobnou mírou dopadu může dojít i při roztržení posunového dílu</i></p> <p>Pravděpodobnost vzniku: Nepravděpodobná</p> <p>Míra dopadu: Významná</p> <p>Hodnocení rizika: Střední</p>	<p>ETCS L2 s benefity & ETCS L2 s hlavními návěstidly: Pokud nezajištěná vozidla projedou návěstidlo v poloze zakazující jízdu, je aktivována VNPN, čímž jsou upozorněni zaměstnanci řízení provozu, kteří mohou na situaci reagovat. ETCS navíc v takovém případě automaticky spustí nouzové brzdění u ohroženého vlaku. Míra dopadu rizika je tak významně snížena, přestože zcela ošetřit toto riziko nelze.</p> <p>ETCS Regional: Pokud nezajištěná vozidla projedou návěstidlo v poloze zakazující jízdu, je aktivována VNPN, čímž jsou upozorněni zaměstnanci řízení provozu, kteří mohou na situaci reagovat. ETCS navíc zajistí přenos informace do balízových skupin u hlavních návěstidel a může tak dojít k zastavení ohroženého vlaku, pokud ještě kolem hlavního návěstidla neprojel. Riziko je tak ošetřeno pouze částečně, ke střetu drážních vozidel stále může dojít.</p>

Z uvedené tabulky rizik vyplývá, že rizika hodnocená stupněm velmi vysoké a vysoké, jsou vhodně ošetřena ve všech aplikačních úrovních ETCS. Nejvyšší úroveň bezpečnosti dosahuje bezesporu návrh zabezpečení posunu na tratích ETCS L2 s benefity, nicméně je důležité, že k mitigaci těch nejzávažnějších rizik dochází s implementací ETCS a navrhovaných opatření i na tratích vybavených nižší aplikační úrovní, byť ve spolupráci s doplňkovými bezpečnostními prvky, jako je např. VNPN. I v navrženém stavu nicméně byla identifikována bezpečnostní rizika, která jsou však hodnocena výrazně nižší mírou dopadu. Tato rizika zjištěná u hlavního návrhového opatření pro tratě ETCS L2 s benefity jsou uvedena v následující tabulce č. 5.

Tabulka 5: Seznam rizik v navrženém stavu při posunu na tratích ETCS L2 s benefity

Riziko	Popis rizika
<p>Pevně stanovená hodnota uvolňovací rychlosti na 15 km/h bez ohledu na délku ochranné dráhy → riziko projetí EoA -> riziko ohrožení jízdy jiného drážního vozidla.</p> <p>Pravděpodobnost výskytu: Nepravděpodobná Míra dopadu: Mírná Hodnocení rizika: Nízké</p>	<p>Při přiblížení k EoA uvolňovací nebo nižší rychlostí ETCS nezajistí, že nedojde k projetí EoA. Zároveň by však nulová RS významně komplikovala provádění posunu a mohla by vést i ke snížení kapacity dráhy. Proto je RS stanovena na hodnotu 15 km/h. Při případném projetí EoA ETCS ihned spustí nouzové brzdění, brzdná dráha je při takovéto rychlosti krátká, a v případě dovolené jízdy jiného drážního vozidla přes místo ohrožení je nouzové brzdění aktivováno i u něj. U většiny Stop značek ETCS (na dopravních kolejích) je navíc ochranná dráha stejně zřízena (a to i pro vyšší hodnotu RS), proto se toto riziko týká jen méně zatížených kolejí, kde navíc v případě, že jde o kolej manipulační, musí být zajištěna přímá boční ochrana.</p>
<p>Posun hnacími vozidly nevybavenými mobilní částí ETCS</p> <p><i>Jízdy posunových dílů v dopravních s kolejovým rozvětvením s výhradním provozem ETCS jsou povoleny i s vedoucími vozidly nevybavenými ETCS.</i></p> <p>Pravděpodobnost výskytu: Možná Míra dopadu: Mírná Hodnocení rizika: Střední</p>	<p>Vozidla určená výhradně pro posun (např. staniční zálohy) se pohybují zejména v seřadovacích stanicích nebo ve velkých uzlech, kde se počítá se zřizováním nižší úrovně ETCS. Naprostá většina vozidel je určená i pro provoz vlaků, takže budou stejně muset být mobilní částí ETCS vybavena. Nicméně i přesto se může takové vozidlo ve stanici ETCS L2 s benefity objevit (např. vlečková lokomotiva aj.). Pak musí být posun organizován plně dle konvenčních pravidel, strojvedoucí se řídí návěstmi DNS a na jízdu takového posunu nebude ETCS nijak dohlížet. Nicméně pokud by při tomto posunu došlo k projetí návěstidla (nejrizikovější situace), aktivuje se VNPN, která upozorní všechny zaměstnance zúčastněné na posunu a v případě ohrožení jízdy vlaku spustí ETCS u tohoto vlaku nouzové brzdění.</p>
<p>Porucha mobilní části ETCS Pravděpodobnost výskytu: Možná Míra dopadu: Mírná Hodnocení rizika: Střední</p>	<p>Posun se organizuje jako v případě vozidla nevybaveného mobilní částí ETCS (viz výše).</p>
<p>Vypnutí traťové části ETCS</p> <p><i>Dopravní opatření zaváděné v případě poruch, údržby a výluk na zařízení dopravní cesty, které má dopad na funkci ETCS.</i></p> <p>Pravděpodobnost výskytu: Nepravděpodobná Míra dopadu: Významná Hodnocení rizika: Střední</p>	<p>Při vypnutí traťové části ETCS nelze využít navržená opatření. Posun probíhá v provozním módu SH dle konvenčních pravidel. Zejména pro tyto situace jsou u Stop značek ETCS doplněny návěstní svítlny, jejichž návěstmi se poté strojvedoucí řídí. Riziko je hodnoceno jako přijatelné, protože je v takových případech dosažena shodná úroveň bezpečnosti s dnešním stavem, ale zejména proto, že autor předpokládá nízkou četnost výskytu. Údržby a výluky ETCS je v plánu provádět v nočních hodinách nebo v okrajových částech dne, kdy jsou tratě provozně méně zatížené a dopad rizik se tak snižuje. Poruchy ETCS vzhledem k požadavkům na spolehlivost jednotlivých součástí lze očekávat pouze výjimečně.</p>

Riziko	Popis rizika
<p>Zadání špatného čísla posunového dílu</p> <p>Pravděpodobnost výskytu: Možná Míra dopadu: Zanedbatelná Hodnocení rizika: Nízké</p>	<p>Rozpoznání posunového dílu provádí systém ETCS na základě zadaného čísla posunového dílu (vlaku). Pokud strojvedoucí zadá špatně toto číslo, systém ETCS sám nedokáže rozlišit, že se jedná o posun a nikoliv o vlak. Z provozního hlediska se jedná o nežádoucí situaci, na kterou je strojvedoucí upozorněn zobrazením informací na DMI (např. zobrazení dovolené rychlosti na mezikruží ve vnější oblasti rychloměru). Tento stav však nikdy nemůže vyústit v rizikovou situaci, jelikož na dodržení podmínek MA nemá číslo vlaku (posunového dílu) vliv. Tato situace tedy nemá dopad na bezpečnost.</p>

Z tabulky č. 5 je zřejmé, že závažnost rizik je v navrženém stavu na tratích ETCS L2 s benefity výrazně menší oproti rizikům uvedeným v tabulce č. 4. V navrženém stavu vznikají některá rizika pouze v případě poruch ETCS a nikoliv v běžném provozu jako je tomu nyní. Na základě těchto faktů hodnotí autor dosaženou úroveň bezpečnosti v navrhovaném stavu jako výrazně vyšší, a tedy navržená opatření jako přínosná.

10. Příklady aplikace návrhu

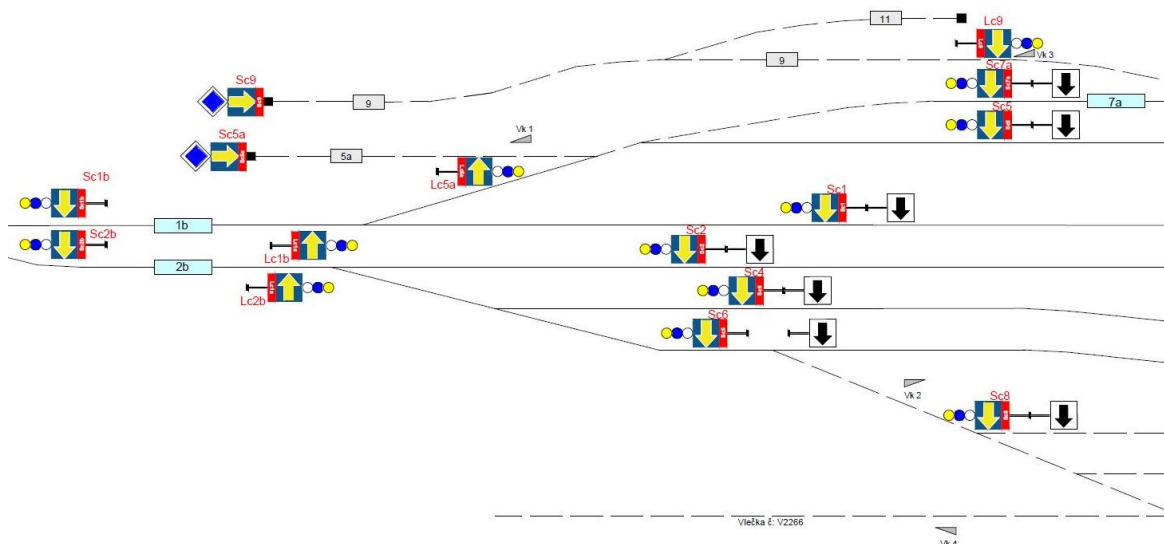
10.1 Návrh rozmístění Stop značek ETCS a Lokalizačních značek v železniční stanici Horažďovice předměstí pro posun v módech FS / OS

Pro lepší znázornění konfigurace kolejiště dle návrhu uvedeného v příloze B pro umožnění posunu v provozních módech FS a OS na základě infrastrukturních požadavků zmíněných v kapitole 7.1 bylo navržené opatření v podobě rozdělení staničních kolejí na více kolejových úseků a rozmístění Stop značek ETCS a Lokalizačních značek aplikováno na konkrétní stanici.

Pro aplikaci návrhu byla vybrána železniční stanice Horažďovice předměstí, a to zejména z důvodu, že se jedná o stanici na trati s vysokým stádiem přípravy pro implementaci ETCS L2 s benefity. Stanice leží na páteřní síti TEN-T a je po modernizaci, která byla dokončena v roce 2017. Oproti jiným tratím, kde se v současnosti plánuje implementace ETCS L2 s benefity, tak není zřízení ETCS navázáno na významnou investiční akci v podobě modernizace nebo novostavby dráhy. Navazující traťový úsek ve směru Plzeň je dvojkolejný, zatímco traťový úsek směr Strakonice je jednokolejný a má tak zůstat i po plánované modernizaci příslušného traťového úseku. Zároveň se jedná o stanici přípojnou, na jednokolejně regionální trati směr Klatovy je plánována implementace ETCS L1 LS. Železniční stanice Horažďovice předměstí je tak díky těmto aspektům vybrána jako vhodná pro aplikaci navrženého opatření.

Návrh byl aplikován na aktuální plánek stanice, který je dostupný na Portálu provozování dráhy SŽ [36]. Pro účely práce byl tento plánek dále upraven. Výsledný návrh rozmístění Stop značek ETCS a Lokalizačních značek na současnou konfiguraci stanice je přílohou D této práce. Umístění Stop značek ETCS a Lokalizačních značek je provedeno dle pravidel pokynu SŽ TSI CCS/MP1 a principu navrženém v této práci. Přípojná trať je vzhledem k předpokládanému pozdějšímu termínu realizace ETCS L1 LS v návrhu uvažována jako trať nevybavená ETCS.

U dopravních kolejí je zajištěna ochranná dráha na základě uvolňovací rychlosti, která je 20 km/h u hlavních kolejí (ochranná dráha délky 75 m) a 15 km/h u předjízdových kolejí (ochranná dráha délky 60 m). U cestových návěstidel na 7. koleji v místě nástupiště je použita uvolňovací rychlost 10 km/h, délka středního kolejového úseku je 37 metrů, takže jsou splněny požadavky pokynu MP1. V případě kusé dopravní koleje č. 3 je navrženo ponechání pevného zarážedla s uvolňovací rychlostí 5 km/h, kde nemusí být zajištěna ochranná dráha. Uvolňovací rychlost může být případě navýšena při použití dynamického zarážedla. U manipulačních kolejí ochranná dráha není zajištěna i přes uvolňovací rychlost 15 km/h (viz kapitola 7.1 této práce).



Obrázek 51 – Náhled na umístění Stop značek ETCS a Lokalizačních značek na zhlaví železniční stanici Horažďovice předměstí, návrh autor práce

Z pohledu staničního zabezpečovacího zařízení je nutné provést několik změn, aby mohl být návrh implementován. Jedná se především o zvýšení stupně zabezpečení u výhybek a výkolejek, které jsou dosud přestavovány místně a pro možnost stavění vlakových cest pro posun v provozním módu pro jízdu vlaku je nutné je zapojit do ústředního přestavování, aby byla vždy zajištěna kontrola jejich správné polohy. Konkrétně jde o výhybky 11, 12, 13, 14 a výkolejky 2 a 3. Ostatní výhybky a výkolejky, u kterých je to pro implementaci návrhu nutné, jsou již po modernizaci stanice do ústředního přestavování zapojeny. Rovněž nejsou navrhovány kolejové úpravy, takže užitečná délka kolejí se v některých případech mírně zkracuje pro zajištění dostatečné ochranné dráhy, toto zkrácení však není nikterak významné.

10.2 Návrh předpisu Posun v oblastech vybavených ETCS úrovně 2 s benefity

Aplikaci návrhu z provozního pohledu pak představuje návrh předpisu Posun v oblastech vybavených ETCS úrovně 2 s benefity, který je přílohou C této práce. Cílem této přílohy je aplikovat navržená opatření pro zvýšení zabezpečení posunu na tratích ETCS L2 s benefity do podoby provozního předpisu, na jehož základě by se posun v těchto dopravních organizoval. Provozní předpis je navržen jako doplňující ustanovení k předpisům SŽ D1 a SŽ Z8, jejichž ustanovení doplňuje o odlišnosti navrženého stavu.

11. Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo navrhnout soubor opatření pro eliminaci bezpečnostních rizik při provádění posunu v dopravných vybavených traťovou částí ETCS. Na základě analýzy mimořádných událostí bylo zjištěno, že jízdy posunových dílů mají nezanedbatelný podíl na celkovém počtu událostí, při kterých došlo k nedovolenému projetí návěstidla. Proto bylo potřeba identifikovat rizika a navrhnout opatření, která vznik těchto událostí eliminují nebo alespoň snižují případné následky po nedovoleném projetí návěstidla.

Možná řešení zvýšení zabezpečení posunu pod ETCS nastínil rozbor zahraničních předpisů a norem zabývajících se touto problematikou, přičemž příslušné dokumenty se podařilo získat ze Švýcarska, Dánska, Norska a Itálie. Zabezpečení posunu je však velmi vázáno na technologické principy staničního zabezpečovacího zařízení, které jsou v jednotlivých zemích odlišné. Proto nelze poznatky ze zahraničních dokumentů přebírat v plném rozsahu, ale bylo třeba zvážit, za jakých podmínek a jestli vůbec mohou tyto poznatky nalézt využití i na síti SŽ. Další možnosti řešení sledované problematiky byly získány prostřednictvím konzultací se zaměstnanci SŽ, které byly klíčové i pro stanovení míry využitelnosti zahraničních zkušeností.

Výsledný soubor opatření se liší dle aplikačních úrovní ETCS, což souvisí s odlišnými technologickými možnostmi jednotlivých úrovní ETCS. Lze konstatovat, že význam opatření roste s úrovní ETCS, a tedy největší význam a nejvyšší úroveň bezpečnosti mají navržená opatření v úrovni ETCS L2 s benefity. Tato úroveň ETCS se plánuje na těch nejvytíženějších tratích, což dále navyšuje význam těchto opatření. Ta spočívají ve využití provozních módů FS a OS pro posun, a tedy v zajištění obdobného dohledu ETCS nad jízdou posunových dílů jako nad jízdou vlaků. Při jízdě posunu je tak kontrolováno nejen nepřekročení stanovené rychlosti, ale i dodržování brzdě křivky, a tedy zastavení posunového dílu před EoA.

Soubor opatření pro tratě ETCS L2 s hlavními návěstidly rovněž poskytuje významné zvýšení úrovně bezpečnosti, byť je na těchto tratích navrženo využití provozního módu SH, kdy dochází k rozvázání spojení s RBC. Kombinací vhodných doplňkových opatření, a především využitím bezpečnostní funkce VNPN v provázání s ETCS jsou eliminovány následky případných mimořádných událostí. Jako další vhodné opatření je navržena možnost přímého vjezdu vlaku na manipulační koleje pro provedení posunu. Zde však byly během psaní této práce zjištěny zásadní komplikace (především legislativní) znemožňující zavedení tohoto opatření, proto by na toto téma bylo třeba vést další rozvahu.

Na tratích s ETCS L1 LS a ETCS STOP je navržený soubor opatření méně obsáhlý oproti autorem původně předpokládanému rozsahu před začátkem psaní práce. Důvodem je snížený dohled ETCS nad jízdou vlaku (posunového dílu), a tedy omezené možnosti pro stanovení vhodných opatření. Technologické principy ETCS v těchto aplikačních úrovních neumožňují implementaci tak přínosných opatření, jako je tomu u ETCS L2. Proto je navrženo alespoň několik opatření menšího rozsahu v podobě využití balíz a bezpečnostní funkce VNPN, která je však v těchto úrovních na ETCS navázána pouze okrajově, nicméně umožňuje snížení dopadů nejzávažněji hodnocených rizik. Jelikož se však v tomto případě jedná o provozně nejméně zatížené tratě, je míra rizika v některých případech hodnocena jako přijatelná, zejména s přihlédnutím k faktu, že oproti současnému stavu dochází alespoň k částečnému zvýšení úrovně bezpečnosti.

Velkým příslibem do budoucna je neustálý vývoj ETCS, který může přinést další možnosti pro zvýšení zabezpečení posunu. Příkladem budiž nově specifikovaný provozní mód SM, který udržuje spojení s RBC a využívá tak některých společných principů s navrhovanými módy FS a OS. Mód SM slibuje z provozního pohledu jednodušší pravidla a rovněž lze předpokládat snížené infrastrukturní nároky oproti provozním módům FS a OS. Bohužel jeho širšímu využití bude ještě dlouhou dobu bránit nedostatečná zpětná kompatibilita s některými OBU. Proto se autor práce v současnosti přiklání k většímu využití provozních módů FS a OS, u kterých tento problém nenastává.

Příležitost pro další rozvoj a doladování hlavního navrženého opatření, tj. využití provozních módů FS a OS spatřuje autor práce především ve spolupráci správců infrastruktury jednotlivých evropských zemí a vzájemné výměně zkušeností. Další důležité poznatky pro podložení důležitosti navrženého opatření může přinést detailní analýza rizik sestavená týmem odborníků z různých oborů, kterých se toto opatření týká. V každém případě je však třeba s implementací ETCS pracovat i v oblasti posunu nikoliv jako s problémem, ale s příležitostí, jak inovovat provozní postupy a současně zvýšit bezpečnost na železnici.

12. Bibliografie

- [1] *Dopravní a návěstní předpis pro tratě nevybavené evropským vlakovým zabezpečovačem: SŽ D1* [online]. Oprava 1. Praha: Správa železnic, 2022 [cit. 2023-12-10]. ISBN čj. 183042/2021-SŽ-GŘ-O11. Dostupné z:
<https://provoz.spravazeleznic.cz/portal/Show.aspx?oid=1951327>
- [2] *Technická norma železnic – Železniční zabezpečovací zařízení, staniční a traťové zabezpečovací zařízení: SŽ TNŽ 34 2620* [online]. Změna 1. Praha: Správa železnic, 2002 [cit. 2023-12-15]. ISBN čj. 5664/2002-O14. Dostupné z:
https://www.spravazeleznic.cz/edap_szdc_download/edap/download?guid=e23c1510-17ea-5112-e063-24b4630ac99e
- [3] *Metodický pokyn – Zásady pro projektování traťové části ERTMS pro tratě s výhradním provozem evropského vlakového zabezpečovače: SŽ TSI CSS/MP1* [online]. Praha: Správa železnic, 2022 [cit. 2023-12-17]. ISBN čj. 44995/2022-SŽ-GŘ-O14. Dostupné z:
<https://www.spravazeleznic.cz/documents/50004227/142705238/S%C5%BD+TSI+CCS+M+P1.pdf/1cf94a98-657c-4579-a466-4adc85136804?version=1.0>
- [4] European Rail Traffic Management System (ERTMS). In: *European Union Agency For Railways* [online]. Brusel: European Union Agency For Railways, 2023 [cit. 2023-12-20]. Dostupné z: https://www.era.europa.eu/domains/infrastructure/european-rail-traffic-management-system-ertms_en
- [5] KONOPÁČ, Tomáš. *ERTMS/ETCS v železničním provozu ČR*. Praha, 2023.
- [6] *System Requirements Specification: ERA SUBSET-026* [online]. Valenciennes: European Union Agency for Railways, 2023 [cit. 2023-12-21]. Issue 4.0.0. Dostupné z: https://www.era.europa.eu/system/files/2023-01/sos3_index004_-_subset-026_v360.zip
- [7] *System Requirements Specification – Chapter 7: ERTMS/ETCS language: ERA SUBSET-026-7* [online]. Valenciennes: European Union Agency for Railways, 2023 [cit. 2023-12-21]. Issue 4.0.0. Dostupné z: https://www.era.europa.eu/system/files/2023-01/sos3_index004_-_subset-026_v360.zip
- [8] *System Requirements Specification – Chapter 8: Messages: ERA SUBSET-026-8* [online]. Valenciennes: European Union Agency for Railways, 2023 [cit. 2023-12-21]. Issue 4.0.0.

- Dostupné z: https://www.era.europa.eu/system/files/2023-01/sos3_index004_-_subset-026_v360.zip
- [9] TRÖGEL, Martin. *Příprava staveb s ETCS L2* [online]. Konference SZT, Olomouc, 2023 [cit. 2023-12-27]. Dostupné z: https://konferenceszt.cz/wp-content/uploads/2023/11/7_Trogel_Priprava-staveb-s-ETCS-L2.pdf
- [10] *TSI CCS 2023* [online]. Brusel: European Commission, 2023 [cit. 2023-12-30]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R1695>
- [11] KAMINSKY, Ralf. *Suppliers view on implementation of ETCS L3 and ATO* [online]. ERA ERTMS Conference, Valenciennes, 2022 [cit. 2023-12-29]. Dostupné z: https://www.era.europa.eu/system/files/2022-12/2_-_suppliers_view_on_implementation_of_ato_and_etcs_l3_-_ralf_kaminsky.pdf
- [12] *ETCS On-Board Equipment: Rail Delivery Group Guidance Note* [online]. London: Rail Delivery Group, 2017 [cit. 2024-01-04]. ISBN čj. RDG GN/NTI/005. Dostupné z: <https://www.raildeliverygroup.com/media-centre-docman/acop/281-rdg-gn-nti-005etcson-boardequipmentv2/file.html>
- [13] *System Requirements Specification – Chapter 4: Modes and Transitions: ERA SUBSET-026-4* [online]. Valenciennes: European Union Agency for Railways, 2023 [cit. 2024-01-06]. Issue 4.0.0. Dostupné z: https://www.era.europa.eu/system/files/2023-01/sos3_index004_-_subset-026_v360.zip
- [14] *Národní implementační plán ERTMS* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2017 [cit. 2024-01-06]. Dostupné z: <https://www.mdcr.cz/getattachment/Dokumenty/Drazni-doprava/Evropska-unie-na-zeleznici/Evropska-unie-na-zeleznici/NIP-ERTMS-2017.pdf.aspx?lang=cs-CZ>
- [15] *Schweizerische Fahrdienstvorschriften: FDV* [online]. Bern, Schweizerische Eisenbahnen, 2020 [cit. 2024-01-13]. ISBN čj. 742.173.001.S.D. Dostupné z: https://www.bav.admin.ch/dam/bav/de/dokumente/fdv-a2020/fdv-r300-1-15-a2020.pdf.download.pdf/FDV_A2020_R300.1-.15_d.pdf
- [16] *Systemführerschaft ETCS CH - Projektierungsregeln Level 1 LS* [online]. Version V2.5. Bern, Schweizerische Bundesbahnen, 2019 [cit. 2024-01-15]. Dostupné z: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8>

&ved=2ahUKEwjO9vPr0K2EAXzWAIHHb8ABQgQFnoECBUQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bav.admin.ch%2Fdam%2Fbav%2Ffr%2Fdokumente%2Fthemen%2Fzugbeeinflussung%2F08-pl1ls-sys-regeln-l1ls-v21.pdf.download.pdf%2F08_PL1LS_SYS_RegelnL1LS_V21.pdf&usg=AOvVaw0PYxt5IDL493vcAC4oa6Yh&opi=89978449

- [17] Facts and Figures – Infrastructures. In: Schweizerische Bundesbahnen [online]. Bern: SBB, 2022 [cit. 2024-01-10]. Dostupné z: <https://reporting.sbb.ch/en/infrastructures?=&years=1,4,5,6,7&scroll=383.20001220703125&highlighted=>
- [18] *Eisenbahnausbauprogramme – Standbericht 2020* [online]. Bern: Bundesamt für Verkehr, 2021 [cit. 2024-01-10]. Dostupné z: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwintqTl0q2EAXUE1gIHHR-SDEMQFnoECA0QAw&url=https%3A%2F%2Fwww.bav.admin.ch%2Fdam%2Fbav%2Fde%2Fdokumente%2Faktuell-startseite%2Fberichte%2Fsb_eisenbahn_ausbauprogramme%2Fstandbericht-2020-eisenbahn-ausbauprogramme.pdf.download.pdf%2FStandbericht%25202020.pdf&usg=AOvVaw18FD4SvQTlriDmgSNAPMa_&opi=89978449
- [19] *Systemführerschaft ETCS CH – Projektierungsregeln ETCS Level 2 KGB* [online]. Version V1.5. Bern, Schweizerische Bundesbahnen, 2014 [cit. 2024-01-17]. Dostupné z: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwih6dTC162EAXXQ9gIHHeviDVsQFnoECBMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bav.admin.ch%2Fdam%2Fbav%2Ffr%2Fdokumente%2Fthemen%2Fzugbeeinflussung%2F102_etcs12kgb_projektierungsregelnv15.pdf.download.pdf%2F_102_etcs12kgb_projektierungsregelnv15.pdf&usg=AOvVaw3ncPeXeTx_aFk-8k3Aba_a&opi=89978449
- [20] *Systemführerschaft ETCS CH – Projektierungsregeln für ETCS Level 2 HGS in der Schweiz* [online]. Version V1.9 a. Bern, Schweizerische Bundesbahnen, 2012 [cit. 2024-01-17]. Dostupné z: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwido7_c162EAXU39QIHHYdrCEYQFnoECBEQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bav.admin.ch%2Fdam%2Fbav%2Fde%2Fdokumente%2Fthemen%2Fzugbeeinflussung%](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwido7_c162EAXU39QIHHYdrCEYQFnoECBEQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bav.admin.ch%2Fdam%2Fbav%2Fde%2Fdokumente%2Fthemen%2Fzugbeeinflussung%2F102_etcs12kgb_projektierungsregelnv15.pdf.download.pdf%2F_102_etcs12kgb_projektierungsregelnv15.pdf&usg=AOvVaw3ncPeXeTx_aFk-8k3Aba_a&opi=89978449)

- 2FprojektierungsregelInfuerhgsetcsI2v19a.pdf.download.pdf%2FprojektierungsregelInfuerhgsetcsI2v19a.pdf&usg=AOvVaw11iTdrPypcyZyVm8BZ1LU9&opi=89978449
- [21] *Annual Report 2022* [online]. Oslo: Bane NOR, 2022 [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: <https://www.banenor.no/contentassets/cee08c94d99c4386a8ecca8cb68dbece/2022-bane-nor-sf-annual-report-to-print.pdf>
- [22] *National Signalling Plan 2023: Renewal of the railway's signalling systems* [online]. Oslo: Bane NOR, 2023 [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: https://www.banenor.no/contentassets/6c4adecaa39541b7acc39389ae122de3/national-signalling-plan-2023_english.pdf
- [23] *ERTMS L2 Shunting: Study on Shunting in ERTMS L2*. Oslo: Jernbaneverket, 2014 [cit. 2024-02-05]
- [24] *Engineering Process Guideline, Engineering Guidelines: ERTMS Programme* [online]. Revision 18. Oslo: Bane NOR, 2021 [cit. 2024-02-10]. Document number: ERP-30-S-00097. Dostupné z: https://www.banenor.no/contentassets/ba5f009d026847fe8f03436c64dc1a0a/engineering-guidelines-erp-30-s-00097_018.pdf
- [25] *Evidence posunu 2023*. Praha: ČD Cargo, 2023 [cit. 2024-03-29]
- [26] *Projektá návěstidla 2011–2023*. Praha: Správa železnic, 2023 [cit. 2024-03-27]
- [27] *Operational Rules for fjernbane: ORF* [online]. Version ORF-23-1. København: Trafikal Sikkerhed Banedanmark, 2023 [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: https://www.bane.dk/Jernbanevirksomhed/Sikkerhed/Trafikale-regler/ORF/Operationelle-Regler-F_banen-_ORF_/ORF_23_1-_EN_
- [28] ETMS. In: Rete Ferroviaria Italiana [online]. Rome: RFI, 2022 [cit. 2024-03-03]. Dostupné z: <https://www.rfi.it/it/Sicurezza-e-tecnologie/tecnologie/ccs/ertms.html>
- [29] *PIANO DI SVILUPPO DI ERTMS (ETCS E GSM-R) SULLA RETE RFI* [online]. Rome: RFI, 2023 [cit. 2024-03-15]. Document code: RFI TC.SCC SR RR AP 01 R05 Q. Dostupné z: <https://epodweb.rfi.it/Modules/Documenti/WFInfoScheda.aspx?q=KkN8%2FniJeq5hLAWRFI065g%3D%3D>

- [30] *Istruzione per il servizio dei manovratori in uso sull'Infrastruttura Ferroviaria Nazionale* [online]. Rome: RFI, 2016 [cit. 2024-03-15]. Dostupné z:
<https://epodweb.rfi.it/Modules/Documenti/WFInfoScheda.aspx?q=TmYx%2FH5SR%2BxzlR1uwbdQLyA%3D%3D>
- [31] *SPECIFICA DEI REQUISITI FUNZIONALI PER LA GESTIONE E LA PROTEZIONE DEI MOVIMENTI DI MANOVRA IN STAZIONE CON ERTMS/ETCS L2* [online]. Rome: RFI, 2022 [cit. 2024-03-16]. Document code: RFI DT STER SR IS 22 004 1 B. Dostupné z:
<https://epodweb.rfi.it/Modules/Documenti/WFInfoScheda.aspx?q=gbZktXKVpKyU5fR41pW2vQ%3D%3D>
- [32] *SISTEMA DI COMANDO/CONTROLLO DELLA MARCIA DEI TRENI ERTMS-ETCS - VOLUME 1 – SPECIFICA DEI REQUISITI DI SISTEMA - SISTEMA ERTMS/ETCS LIVELLO 1 CON RADIO INFILL UNIT MULTISTAZIONE SU LINEE DOTATE DI SEGNALAMENTO LATERALE LUMINOSO ED ATTREZZATE CON SISTEMA SCM* [online]. Rome: RFI, 2018 [cit. 2024-03-17]. Document code: RFI DT ST SCCS SS IS 22 004. Dostupné z:
<https://epodweb.rfi.it/Modules/Documenti/WFInfoScheda.aspx?q=Jyyjp%2FYOlscp%2BP h7PfbZdQ%3D%3D>
- [33] *Danmarks implementeringsplan for TSI CCS 2018* [online]. København: Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2019 [cit. 2024-03-10]. Dostupné z:
<https://transport.ec.europa.eu/system/files/2019-08/nip-ccs-tsi-denmark-dk.pdf>
- [34] *Banedanmarks Anlægsplan 2030* [online]. Opdatering juni 2021. København: Trafikal Sikkerhed Banedanmark, 2021 [cit. 2024-03-11]. Dostupné z:
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiUqtq9_JuFAxXqhf0HHbcQAZUQFnoECA4QAw&url=https%3A%2F%2Fwww.bane.dk%2F-%2Fmedia%2FBane%2FBorger%2FPublikationer%2FBanedanmarks-Anlaegplan-2030-_1_-halvaar-2021.pdf&usg=AOvVaw28bYcjsj0yOBRxVK4nvo9E&opi=89978449
- [35] *Pokyn provozovatele dráhy k zajištění plynulé a bezpečné drážní dopravy – Doplňující ustanovení k předpisu SŽ D1 ČÁST PRVNÍ a předpisu SŽ Z8 díl IV (prozatímní) pro tratě vybavené evropským vlakovým zabezpečovačem: SŽ PPD-01/2024* [online]. Praha: Správa železnic, 2024 [cit. 2024-03-30]. Dostupné z:
<https://provoz.spravazeleznice.cz/Portal/ViewArticle.aspx?oid=2164477>

- [36] *Horáždovice předměstí – plánek stanice* [online]. Praha: Správa železnic [cit. 2024-04-29].
Dostupné z:
https://provoz.spravazeleznic.cz/Portal/Show.aspx?path=/Data/Planky_stanic/File/7xx/709/738658.xls
- [37] Neue Gotthardstrecke: Verwechslungsgefahr bei Signalen. In: Schweizer Radio und Fernsehen [online]. SRF, 2016 [cit. 2024-05-05]. Dostupné z:
<https://www.srf.ch/news/schweiz/schweiz-neue-gotthardstrecke-verwechslungsgefahr-bei-signalen>
- [38] VOLF, Radek. *Evropské národní vlakové zabezpečovače*. Praha, 2024.

Seznam příloh

- Příloha A Rozlišení taženého a sunutého posunového dílu při posunu v provozním módu FS, resp. OS
- Příloha B Konfigurace kolejiště – návrh rozmístění Stop značek ETCS a Lokalizačních značek
- Příloha C Návrh předpisu Posun v oblastech vybavených ETCS úrovně 2 s benefity
- Příloha D Návrh rozmístění Stop značek ETCS a Lokalizačních značek v železniční stanici Horažďovice předměstí pro posun v módech FS / OS